

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра гідрології та гідроекології

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник
Том 3 (34)

Київ
2014

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:

Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2014. – Т. 3(34). – 100 с.

HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:

The scientific collection / The editor-in-chief V.K. Khilchevskiy. – 2014. – Vol. 3(34). – 100 p.

У збірнику вміщено статті, в яких викладено методичні розробки, а також результати теоретичних та прикладних гідрологічних, гіdroхімічних і гідроекологічних досліджень, що виконано в різних установах України.

- Науковий збірник “Гідрологія, гіdroхімія і гідроекологія” засновано у травні 2000 р.
 - Зареєстровано Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5).
 - Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 15819-4291Р від 8 жовтня 2009 р.
 - Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. включено до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “Географічні науки”.
 - Атестовано Вищою атестаційною комісією України; Постанова Президії ВАК України № 1-05/2 від 10 березня 2010 р.
-
- **Видавець:** Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
 - Виходить чотири рази на рік.

*Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
імені Тараса Шевченка
(15 вересня 2014 р., протокол № 7)*

Адреса видавця та редколегії:

*м. Київ, МСП-680, проспект Глушкова, 2-А,
географічний факультет Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
кафедра гідрології та гідроекології,
Лук'янець Ользі Іванівні (з позначкою “Науковий збірник”).*

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.

E-mail: gidrolog@niv.kiev.ua
luko15_06@ukr.net

ISSN:2306-5680

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2014

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Хільчевський В. К., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (головний редактор)*;

Гребінь В. В., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (заступник головного редактора)*;

Гандзюра В. П., доктор біологічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Гопченко Є. Д., доктор географічних наук, *Одеський державний екологічний університет*;

Линник П. М., доктор хімічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Ободовський О. Г., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Осадчий В. І., доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України, *Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут*;

Самойленко В. М., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Сніжко С. І., доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Тімченко В. М., доктор географічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Цюпа Тадеуш, доктор габілітований, *Інститут географії Університету Яна Кохановського в Кельцах (Польща)*;

Шищенко П. Г., доктор географічних наук, член-кореспондент НАПН України, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*;

Щербак В. І., доктор біологічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*;

Яцик А. В., доктор технічних наук, академік НААН України, *Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем*;

Лук'янець О. І., кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка (відповідальний секретар)*.

З М І С Т

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Олійник В. С. Дискусійні питання лісової гідрології.....	8
--	---

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Гопченко Є. Д., Кічук Н. С. Невеликі річки – великі проблеми.....	16
---	----

Костенюк Л. В., Ющенко Ю. С. Структура сучасної річково-долинної системи Пістинка-Лючка.....	25
--	----

Манукало В. О., Гальперіна Т. О. Про врахування просторової нерівномірності глибини промерзання ґрунту в річкових басейнах.....	36
---	----

Дзеціна Д. В. Зовнішній водообмін як фактор функціонування екосистеми малого водосховища (на прикладі Шушківського – Гнилий Тікич).....	42
---	----

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Винарчук О. О. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу за сезонами та її зв'язок з водністю.....	49
---	----

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Жирнов П. В. Детальна характеристика джерел забруднення річки Сіверський Донець.....	55
--	----

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Скриник О. А. Період активної вегетації в Українських Карпатах.....	66
---	----

Suligowski R. The use of spline function in the determination of genetic types of rainfall in Poland.....	75
--	----

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Білаш В. І., Пясецька С. І. Метрологічне забезпечення приладів атмосферного тиску у гідрометеорологічній службі України.....	83
---	----

Цуранич В. В.

Характер впливу водного транспорту на екосистему дельти Дуная..... 89

ЮВІЛЕЇ

Левківському Степану Степановичу – 80..... 95

Сосєдку Михайлу Микитовичу – 90..... 96

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія»..... 98

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPECTS OF INVESTIGATION

Olijnyk V.S.

Controversial issues of the forest hydrology.....	8
---	---

HYDROLOGY. WATER RESOURCES

Gopchenko E. D., Kichuk N. S.

Small rivers - big problems.....	16
----------------------------------	----

Kostenyuk L., Yushchenko Y.

The description of channel ways and high-water beds of Pistynka-Luchka system.	25
--	----

Manukalo V.O., Galperina T.O.

About the consideration of the spatial distribution of soil freezing depth in river basins.....	36
---	----

Dzetsina D.V.

External water exchange as factor functioning of the ecosystem small reservoir (on example Shushkivske reservoir – Gniliy_Tikych).....	42
--	----

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Vynarchuk O.O.

Ecological estimation of quality of superficial waters of pools of left bank forest-steppe zone rivers behind seasons and its communication with water level.....	49
---	----

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Zhyrnov P.V.

Detailed Description of Seversky Donets River's Pollution Sources.....	55
--	----

GEOGRAPHICAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Skrynyk O.A.

The growing season of heat-loving plants in Ukrainian Carpathian region.....	66
--	----

Suligowski R.

The use of spline function in the determination of genetic types of rainfall in Poland.....	75
---	----

SCIENTIFIC REPORTS

Bilash V.I. Pyasetska S.I.

Metrological support of services atmospheric pressure in the hydrometeorological service of Ukraine.....	83
--	----

Churenich V. V.

Character of the influence of water transport on the ecosystem of the Danube Delta.....	89
--	----

JUBILEES

Levkivskyy Stepan S. – 80 years.....	95
Sosiedko Michael N. - 90 years.....	96
The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology».....	98

УДК 556.1:630*116

Олійник В. С.

Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ

ДИСКУСІЙНІ ПИТАННЯ ЛІСОВОЇ ГІДРОЛОГІЇ

Ключові слова: гідрологічна роль лісу, водозбір, опади, паводки, річковий стік, лісистість, лісогосподарська діяльність

На цей час спеціальні дослідження водного режиму лісового покриву, які проводяться з кінця ХІХ століття, показали, що його гідрологічні властивості залежать від метеорологічних, кліматичних, ґрунтово-геоморфологічних факторів, розмірів площі водозборів, їх лісистості, породної і вікової структури деревостанів та лісогосподарської діяльності. Тому в різних природних умовах ця роль лісу неоднакова. Її вивчення повинне базуватися на регіональному принципі з урахуванням зонально-типологічних та місцевих природних особливостей.

Досить широкий спектр питань лісової гідрології науковцями загальноновизнаний. Передусім це стосується позитивного впливу лісу на перерозподіл атмосферних опадів за складниками водного балансу, генезис і режим річкового стоку води, запобігання виникненню поверхневого стоку й ерозійних явищ тощо. У той же час погляди вчених щодо впливу лісу на величину вертикальних і горизонтальних опадів, річну водоносність річок, його здатність запобігати катастрофічним паводкам, а також шляхи посилення гідрологічних властивостей лісу при господарській діяльності залишаються дискусійними. Історія та аналіз суперечливих питань розглянута у публікаціях [3, 13, 15].

Ці питання актуальні й для Українських Карпат, де формується третина водних ресурсів України. Погляди дослідників щодо гідрологічної ролі лісів регіону також суперечливі [4, 11, 14, 19, 20], особливо із впливу на водність річок і формування катастрофічних паводків. У зв'язку з цим, ґрунтуючись на довготривалих лісогідрологічних дослідженнях у Карпатах, які були приурочені до водозборів гірських потоків та басейнів річок [11], спробуємо з'ясувати ці питання.

До кола найменш вивчених гідрологічних властивостей лісу відноситься питання щодо його здатності впливати на величину атмосферних опадів. Цю дію слід розглядати в двох аспектах. Перший із них – можливе сприяння лісом збільшенню випадання вертикальних опадів. Це зумовлюється жорсткістю поверхні лісового намету, яка сповільнюючи рух повітряних мас, посилює їх висхідні потоки, внаслідок чого зростає хмароутворення. Другий аспект – сприяння лісом виникненню горизонтальних опадів, яке відбувається за рахунок конденсації водяної пари на розгалужених, із великою контактною поверхнею вегетативних органах деревної рослинності. Питання щодо збільшення лісом вертикальних опадів дискусійне. Для рівнинних умов одні дослідники [10, 15] вважають, що над лісовими масивами опади на 6-20% більші, ніж на відкритих просторах; інші вчені [3, 17] цей факт заперечують. Остаточно не з'ясовано питання щодо впливу лісу на горизонтальні опади, які найчастіше можуть виникати в гірських лісах [3, 15]. Проте, це явище відзначається певною сезонністю і не завжди спостерігається.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34)

Для Карпат з'ясування ролі лісу в сприянні збільшенню вертикальних опадів досить проблематичне питання, оскільки вони передусім залежать від висоти місцевості та орієнтації гірських хребтів відносно вологоносних течій. Окрім того, у Карпатах із збільшенням гіпсометричних рівнів зростають лісові площі. Недостатнє врахування таких закономірностей гірських умов може призвести до перебільшення опадоформуальної ролі лісу. Так, О. В. Чубатий [18] на основі картографічного аналізу розташування лісових масивів та розподілу опадів на території Закарпатської воднобалансової станції виявив тенденцію до збільшення вертикальних опадів під впливом зростання лісистості. Однак наведені ним картосхеми свідчать про дискусійність цього висновку, оскільки в аналізованому районі із збільшенням висоти місцевості зростають як опади, так і лісистість.

У лісах Карпат більш чітко утворення конденсаційних опадів. Воно найбільш типове для туманної погоди в холодний сезон року. Але їх величина мала й мінлива. Так, у ялиновому поясі центральної частини Карпат у цю пору може утворюватися до 75 мм таких опадів [2], а в букових лісах Закарпаття – 44 мм [18]. На гірських водозборах шар води утворений взимку із водяної пари змінюється із 0,5 до 8 мм, зрідка сягаючи 20 мм [5]. Загалом річна величина конденсаційної вологи майже не перевищує 5% вертикальних опадів і не виходить за межі точності визначення гідрометеорологічних елементів. Таким чином, у гумідних умовах Карпат роль лісу в утворенні додаткових опадів виражена досить слабо. Ймовірно їх збільшення у насадженнях не має суттєвого значення для водного режиму регіону.

Досить суперечливі погляди на роль лісу у формуванні водних ресурсів (річного обсягу стоку води). Одні вчені [7, 9] розглядають ліси як значні випаровувачі вологи, внаслідок чого зменшується водоносність річок. Інші дослідники [1, 15] доводять, що ліси збільшують атмосферні опади і мало впливають на процеси випаровування вологи, сприяючи цим приросту водних ресурсів.

Для умов Карпат І. С. Шпаком [20] не виявлено зв'язку водності річок із лісистістю їх басейнів. На противагу цьому, О. В. Чубатим [19] отримано майже прямі залежності річного стоку від проценту лісистості водозборів. Але при аналізі ним не було враховане висотне їх положення, із зростанням якого збільшуються опади, лісистість і стік води та зменшується випаровування вологи. Тому показники змін стоку можуть відображати не лише вплив на нього лісу, але всього комплексу стокоформувальних чинників. З метою виявлення впливу лісу на вертикальні опади і водність гірських річок розглянемо закономірності їх розподілу на прикладі 35 водозборів з різною лісистістю, що розміщені у всіх висотних поясах Карпат. Аналіз проводився методом множинної кореляції, який передбачав як виявлення залежності опадів і стоку від лісистості, так і врахування впливу на них висотного розміщення водозборів, від якого, у свою чергу, залежить атмосферне зволоження, водність річок та лісистість. При цьому аналізувався і вплив опадів на річковий стік.

Розрахунки коефіцієнтів кореляції проводилися за трьома варіантами:

а) для 35 водозборів, розміщених у різних природних областях регіону (Зовнішні Карпати, Вододільно-Верховинська й Чорногірська області), із суттєвим різноманіттям геоморфологічних, кліматичних і лісорослинних умов, властивих для Карпат. Діапазон коливання площ водозборів, їх висот, лісистості та опадів у цій групі відповідно складає 18-733 км², 620-1200 м н.р.м., 20-97% і 984-1475 мм;

б) для 16 водозборів Вододільно-Верховинської області, що розміщені в приблизно однакових лісорослинних умовах із домінуванням буково-ялицевих і буково-ялинових лісів. Площі й середні висоти водозборів, а також їхні опади тут

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34)

змінюються в меншому інтервалі. Їх показники коливаються відповідно в таких межах: 2,2-165 км², 690-1200 м н.р.м. і 1043-1230 мм. Лісистість цих водозборів змінюється від 20 до 97%;

в) для 13 басейнів Скибових Карпат із добре вираженою вертикальною поясністю ґрунтово-кліматичних умов та лісової рослинності (буково-ялицеві, буково-ялицево-ялинові та ялинові ліси, а також гірсько-соснове криволісся). Площа водозборів тут змінюється від 18 до 733 км², середні висоти – у межах 690-1200 м, опади – від 1018 до 1475 мм, а лісистість зростає з 40 до 87%.

У таблиці 1 наведено результати статистичного аналізу.

Таблиця 1. Коефіцієнти кореляції між висотою водозборів (м н.р.м.), їх лісистістю (%), річними показниками опадів і стоку (мм)

Варіанти розрахунків кореляції	35 водозборів різних природних областей	16 водозборів Вододільно-Верховинської області	13 водозборів Скибових Карпат
<i>Парні коефіцієнти кореляції</i>			
Висота водозборів - опади	0,39	0,65	0,97
Висота водозборів - лісистість	0,32	0,72	0,72
Висота водозборів - стік	0,19	0,50	0,82
Опади - лісистість	0,42	0,68	0,80
Опади - стік	0,68	0,40	0,86
Лісистість - стік	0,36	0,60	0,78
<i>Множинні коефіцієнти кореляції</i>			
Опади - висота водозборів - стік	0,73	0,66	0,98
Висота водозборів – лісистість - стік	0,33	0,73	0,83
Опади – лісистість - стік	0,71	0,68	0,89
Висота водозборів – опади – лісистість - стік	0,70	0,60	0,83
<i>Часткові коефіцієнти кореляції</i>			
Лісистість - опади при виключенні впливу висоти водозборів	0,34	0,39	0,03
Лісистість - стік при виключенні впливу висоти водозборів	0,11	0,50	0,31
Лісистість - стік при виключенні впливу опадів	0,32	0,40	0,48

Стосовно величини вертикальних опадів, то він свідчить про неоднозначність їх зв'язків із висотою та лісистістю водозборів. Так, для басейнів, розміщених у різних природних умовах достовірного корелятивного зв'язку між аналізованими величинами не спостерігається. Для водозборів окремих природних областей парні та множинні коефіцієнти кореляції характеризуються значними та високими показниками (0,63-0,97), але часткові коефіцієнти кореляції – низькі (0,03-0,39). Отже, «чистого» зв'язку між зміною лісистості і опадами майже не прослідковується. Наявність високих парних зв'язків між ними є статистично випадковими, оскільки лісистість і опади в цих групах водозборів зростають із збільшенням їх висот.

Досить мінливі показники тісноти зв'язків річного стоку річок із висотою, опадами та лісистістю водозборів. Так, для 35 водозборів із різноманітними природними умовами найбільш високі коефіцієнти кореляції відмічаються тільки між опадами та стоком річок. Для басейнів Вододільно-Верховинської області значні зв'язки спостерігаються також між лісистістю, висотою та стоком, а на водозборах Скибових Карпат виражені високі зв'язки водності річок із усіма стокоформувальними факторами. Множинні коефіцієнти кореляції між сукупністю всіх показників кожної із груп водозборів здебільшого відносно тісні.

Судячи з даних кореляційного аналізу, водність гірських річок у межах окремих фізико-географічних таксонів Карпат залежить від атмосферного зволоження, висоти та лісистості водозборів. Однак наявність порівняно тісних статистичних зв'язків між стоком і лісистістю не можна приймати в якості достовірного критерію позитивного впливу лісу на водність річок, оскільки в розрізі окремих природних областей розподіл лісистості знаходиться в достовірному статистичному зв'язку із опадами та висотою. Так, коефіцієнти кореляції лісистості із опадами та висотою для водозборів Скибових і Вододільно-Верховинських Карпат коливаються в межах 0,68-0,80. Окрім цього, в кожній із областей величина опадів залежить від висоти (коефіцієнти кореляції складають 0,65-0,97). При виключенні впливу на стік річок висоти водозборів і опадів, тіснота зв'язку водності з процентом лісистості різко знижується (часткові коефіцієнти кореляції становлять 0,32-0,50). Із цього випливає висновок, що в межах природних областей опади, стік і лісистість підпорядковані закономірностям висотної поясності фізико-географічних умов. Тому значні кореляційні зв'язки між лісистістю і водністю річок мають випадковий характер.

Наведений аналіз свідчить, що на тлі гірських умов однозначного висновку про вплив лісистості водозборів на величину вертикальних опадів та річний об'єм водності річок зробити не можна. Це викликається тим, що в горах на опади впливає висота і експозиція схилів, а водність річок передусім залежить від кліматичних, ґрунтових і геоморфологічних особливостей водозборів. Вони змінюються на невеликих площах, часто є прихованими і не завжди піддаються обліку при аналізі. Теоретично під впливом лісистості річна водність річок мала б зменшуватися, оскільки сумарне випаровування лісу більше, ніж польових угідь. Проте на тлі суттєвого різноманіття природних умов річкових басейнів цей процес, ймовірно, елімінується інтегральним впливом основних гідрологічних факторів – кліматом, метеорологічними умовами, геолого-геоморфологічною будовою та висотною поясністю.

На відміну від нечіткого впливу лісистості водозборів на формування водних ресурсів, у Карпатах відносно добре виражена її стокорегулювальна і водоохоронна ролі. Ці функції лісу у літературі не дискутуються. Стосовно Карпат, вияснено [11,19, 20], що ліс добре регулює паводки, викликані дощами величиною до 60-80 мм, знижує їх піки в 3-4 рази. Він здатний збільшувати стік води у меженні періоди року у 10-12 разів і покращувати внутрішньорічний режим річок у два рази. При цьому найвищим зарегульованням стоку характеризуються водозбори з лісистістю понад 65-70%, а найгіршим – басейни із її показником 35% і менше.

Неоднозначні погляди на роль лісу в запобіганні руйнівним паводкам, викликаних надмірними зливами. Традиційно вважається, що ліс здатний запобігати стихії, пов'язаній із шкідливим впливом води. В останні десятиліття з'явилися погляди про обмежене значення лісу у виникненні цього явища. Так, V. Zeleny [22], підсумовуючи результати 100-річних лісогідрологічних досліджень у колишній Чехословаччині, відмітив, що ліси здатні повністю регулювати невеликі

паводки, але вони не можуть запобігти катастрофічним паводкам, хоча дещо їх ослаблюють. Ще більш категоричні судження про паводкорегулювальну здатність лісу в останній час висловили швейцарські дослідники [21], які вказують, що вплив лісу надто слабкий для регулювання паводків, особливо після тривалих дощів, а також на ґрунтах з обмеженою водоакумулявальною здатністю.

Дані щодо впливу лісу на запобігання стихійних явищ в Українських Карпатах суперечливі. Гідрологічні дослідження [8, 16] свідчать, що такі процеси є характерні для режиму стоку гірських річок і формуються під впливом синоптико-метеорологічної ситуації на тлі підсилювальної дії гірського рельєфу. На думку екологів [4, 6], катастрофічність паводків зумовлюється передусім нераціональною господарською діяльністю, зокрема змінами в рослинному покриві та надмірними рубками лісу. У літературі наводиться різна межа стокорегулювальної здатності лісу. Так, О. Ф. Поляков [14] розраховував, що водорегулювальна місткість основних типів лісу в регіоні коливається в межах 204-554 мм. Очевидно, що ці дані завищені, оскільки катастрофічні паводки з ерозією ґрунту, селями і зсувами в лісових масивах Закарпаття в листопаді 1998 року і березні 2001 року формувалися опадами меншої величини – 100-300 мм. С. М. Перехрест із співавторами [12] вважають, що дощі величиною 140-160 мм ще регулюються лісом, але якщо вони перевищують 200 мм, то він вже не має на них впливу. Тому, при екстремальних погодних умовах не завжди відмічається зв'язок між лісистістю водозборів та максимальним стоком паводків. Загалом питання стокорегулювальної ефективності лісу під час катастрофічних паводків вимагає уточнення, у зв'язку з чим проаналізуємо гідрометеорологічні і лісівничі ситуації в період формування цих стихійних явищ.

Катастрофічні паводки, як правило, формуються під час дощів величиною понад 120-150 мм [8]. Метеорологічні дані свідчать, що за кілька діб атмосферні опади стихій 1969, 1998, 2001 і 2008 років сягали 200-390 мм і перевищували місячні норми зволоження в 2-3 рази. Такі дощі значно більші за гранично можливу водорегулювальну місткість лісових і польових угідь і затушовують висотно-типологічні відмінності у формуванні схилового стоку води, які мають місце при звичайних паводкоутворювальних опадах.

Паводкоутворювальна роль великої кількості атмосферних опадів, як правило, підсилюється попереднім зволоженням ґрунту, а в холодний сезон – і його промерзанням. Стаціонарні дослідження на лісових водозборах показали, що навіть при невеликих опадах такі погодні ситуації можуть сприяти 2-6-кратному збільшенню паводків, порівняно з періодами звичайних метеорологічних умов [11, 19]. На південно-західному мегасхилі регіону гідрологічна ситуація погіршується й у зв'язку із приуроченням екстремальних опадів до холодного сезону, під час якого водорегулювальні функції домінантних тут букових лісів ослаблені, що викликається їх безлистяним станом та фізіологічним спокоєм.

Листопадова 1998 і березнева 2001 років стихії на Закарпатті також наступили після попереднього зволоження. В першому випадку воно було надмірним, що викликало повсюдне перезволоження ґрунту. Це сприяло формуванню 5 листопада 1998 року при зливових опадах величиною понад 100 мм небувалого за останній 40-річний період паводка навіть на вкритих стиглим лісом водозборах. У другому випадку попереднє зволоження було меншим, однак гідрологічну ситуацію ускладнило промерзання ґрунту і більша кількість паводкоутворювальних опадів, які супроводжувалися сніготаненням. Під час останнього паводка, сформованого дощами величиною 124 мм, активізувалися зсувні процеси. Специфіка попередньої погоди, надмірна кількість опадів,

відсутність вегетації зумовили руйнівні паводки на річках незалежно від залісненості їх водозборів.

У таблиці 2 наведено максимальні рівні води на річках Закарпаття при сучасній стабільній лісистості водозборів із незначними обсягами лісокористування (паводки 1998 і 2001 років) та за період динамічної лісопокритої площі, викликаної надмірними рубками (паводки 1950-70-х років). Із порівняння показників випливає, що при опадах величиною до 100 мм рівні паводків останніх років були менші від рівнів минулого періоду, але при опадах понад 100-150, особливо 200 мм, вони значно перевищували останні.

Таблиця. 2. Максимальні рівні води під час паводків на річках Закарпаття

Басейн (річка-пункт)	Площа, км ²	Середня висота, м н.р.м.	Сучасна лісистість, %	Рівні води 1950-70 років, см	Листопад 1998 року		Березень 2001 року	
					опад на пункт, мм	рівні води, см	опад на пункт, мм	рівні води, см
Біла Тиса-с.Луки	189	1200	75	193	81	147	105	170
Чорна Тиса- смт Ясиня	194	1000	75	243	101	400	150	360
Мокрянка- с. Руська Мокра	214	1100	81	255	277	312	296	310
Тересва-сmt Усть-Чорна	572	1100	75	301	208	363	255	431
Ріка- смт Міжгір'я	550	800	45	278	208	380	184	317
Латориця- с. Підполоззя	324	720	53	388	109	320	110	263
Боржава-с. Довге	408	620	71	314	108	547	164	502
Уж - с. Жорнава	286	670	45	296	68	246	63	188
Тур'я - с. Сімер	464	540	58	290	66	320	62	260

Досить складною була метеорологічна ситуація перед і під час зливогого паводку в липні 2008 року. Лісогідрологічні спостереження в ялиновому поясі Карпат [11] показали, що напередодні паводка 15-20 липня випало майже 70 мм опадів (48% місячної норми). Тому резерв водорегулювальної місткості лісу, який потенційно становить 75-90 мм, був вичерпаний на 77-93%. Протягом 22-27 липня випало 312 мм вологи. Загалом величина попереднього зволоження та паводкоформуєвальні зливи сумарно становили понад 380 мм, що в 4-5 разів перевищували водорегулювальну спроможність лісу. У таблиці 3 наведено отримані нами показники паводка на водозборах цього поясу із різною лісовою обстановкою. Вони свідчать, що під час цієї метеорологічної ситуації витрати опадів на формування схилового стоку паводків сягали 86-88%. При цьому величина паводку на водозборах із різним віком насаджень була майже однаковою. Загалом, такі екстремальні погодні умови повністю нівелюють стокорегулювальний ефект лісу. За обставин, що складаються при катастрофічних паводках, гідрологічна роль лісу не є вирішальною, оскільки паводкоформуєвальні опади значно більші за максимальну водорегулювальну місткість лісових екосистем.

Таблиця 3. Стік води в ялинових лісах під час паводку 22-30 липня 2008 року

Характеристики	Водозбори		
	площа 34,2 га із стиглим деревостаном	площа 25,7 га із 35-річним насадженням	площа 36,8 га із молодняками і зрубам
Опади, мм	312	312	312
Стік води сумарний, мм	288	284	278
Стік води ґрунтовий, мм	13	9	9
Стік води схиловий, мм	275	275	269
Коефіцієнт схилового стоку води	0,88	0,88	0,86

Неоднозначні пропозиції дослідників щодо підвищення захисних властивостей лісів регіону. Переважно вони зводяться до обмеження їх рубання. Зокрема, рекомендується відмовитися від суцільних рубань із переходом до поступових і вибіркових способів із природооохоронними технологіями. При цьому пропонується враховувати водорегульовальну місткість основних типів лісу – чим вона менша, тим більше обмежуються рубання [14]. Для запобігання катастрофічним паводкам вимагається також збільшити лісистість водозборів гірських річок до 85-90% [12]. Але при цьому залишається нез'ясованим питання резерву земель для її збільшення в умовах значної заселеності та сільськогосподарського освоєння регіону. Досить поширені пропозиції щодо удосконалення поділу лісів на категорії захисності із відповідними режимами лісокористування, відтворення корінних деревостанів, надання переваги природному відновленню перед штучним, створення захисних насаджень тощо.

Більш новітній метод посилення захисних властивостей лісу із запобігання стихії у горах – ведення лісового господарства за водозбірним принципом, при якому перераховані заходи інтегруються в єдину систему. Доцільність цього методу достатньо обґрунтована в літературі [11, 13, 19]. Основна його мета – збереження екологічної рівноваги, посилення гідрологічного і захисного впливу лісу при одночасному невиснажливому використанні лісосировинних ресурсів. На цей час проведено рангування гірських водозборів для ведення господарства, встановлена критична і оптимальна їх лісистість, а також сприятлива вікова структура деревостанів, запропоновані способи головних рубань лісу залежно від лісистості водозборів у різних висотно-типологічних умовах гір і визначено нормативи гранично допустимих впливів лісосічних робіт на лісове середовище.

Цей метод не передбачає загальнорегіональних заборон щодо проведення тих чи інших лісгосподарських заходів. Він базується на гідролого-лісівничій ситуації конкретних водозборів. Наприклад, там, де лісистість менше оптимальної, слід застосовувати тільки несучільні рубки та розширювати лісопокриту площу, а на водозборах із високою лісистістю можна допускати в обмежених розмірах й суцільні рубання із своєчасним відновленням зрубів.

Список літератури

1. Бочков А. П. Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек лесостепной зоны европейской части СССР / А. П. Бочков. – Л. : Гидрометеиздат, 1954. – 135 с.
2. Бучинський І. О. Клімат Українських Карпат / Бучинський І. О., Волеваха М. М., Коржов В. О. – К. : Наукова думка, 1971. – 172 с.
3. Воронков Н. А. Роль лесов в охране вод / Н. А. Воронков. – Л. : Гидрометеиздат, 1988. – 288 с.
4. Генсірук С. А. Оптимізація лісистості – запорука призупинення екологічних катаклізмів / С. А. Генсірук // Еколого-економічне вчення: витоки проблеми, перспективи. – 2002. – Вип. 12.1. – С. 82-90.
5. Кирилук М. И. Водный баланс / М. И. Кирилук // Тепловой и водный режим Украинских Карпат. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – С. 202-208.
6. Комендар В. Жодні штучні захисні

споруди не ліпші за ліси! / В. Комендар // Зелені Карпати. – 2001. – № 1-2. – С. 10-11. 7. Лалл Г. У. Возможность увеличения полного стока посредством лесохозяйственных мероприятий / Г. У. Лалл // Доклады иностранных ученых на Международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. – М., 1970. – С. 80-99. 8. Лютик П. М. Паводки / П. М. Лютик // Тепловой и водный режим Украинских Карпат. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – С. 227-263. 9. Львович М. И. Человек и воды (Преобразование водного баланса и речного стока) / М. И. Львович. – М. : Географиздат, 1963. – 566 с. 10. Михович А. И. Водоохранные лесонасаждения / А. И. Михович. – Харьков : Прапор, 1981. – 64 с. 11. Олійник В. С. Гідрологічна роль лісів Українських Карпат / В. С. Олійник. – ІФ : НАІР, 2013. – 232 с. 12. Перехрест С. М. Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними / Перехрест С. М., Кочубей С. Г., Печковська О. М. – К. : Наукова думка, 1971. – 200 с. 13. Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов / А. В. Побединский. – М. : Лесн. пром-сть, 1979. – 176 с. 14. Поляков А. Ф. Водорегулирующая роль горных лесов Карпат и Крыма и пути оптимизации при антропогенном воздействии / А. Ф. Поляков. – Симферополь : Таврия, 2003. – 220 с. 15. Рахманов В. В. Лесная гидрология: Обзор / В. В. Рахманов // Итоги науки и техники. Серия Лесоведение и лесоводство. – М. : ВИНТИ, 1981. – 181 с. 16. Ромащенко М. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання / М. Ромащенко, Д. Савчук. – К. : Аграрна наука, 2002. – 304 с. 17. Субботин А. И. Влияет ли лес на осадки? / А. И. Субботин // Лесоведение. – 1979. – № 5. – С. 13-18. 18. Чубатий О. В. Водоохоронні гірські ліси / О. В. Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1972. – 120 с. 19. Чубатий О. В. Гірські ліси – регулятори водного режиму / О. В. Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1984. – 104 с. 20. Шпак И. С. Влияние леса на водный баланс водосборов / И. С. Шпак. – К. : Наукова думка, 1968. – 284 с. 21. Forest influence on runoff generation / C. Hegg, F. Badoux, J. Witzig, P. Luscher // Natural Forests in the Temperate Zone of Europe-Values and Utilisation. – Birmensdorf-Rakhiv: Swiss Federal Research Institute WSL and Carpathian Biosphere Reserve, 2005. – P. 72-79. 22. Zeleny V. 100 let lesnicke hydrologie na uzemi nasego statu / V. Zeleny // Vodogospodarsky casopis. – Rocn. 25. – 1977. – N 1. – S. 15-26.

Дискусійні питання лісової гідрології

Олійник В. С.

Проаналізовано суперечності наукових поглядів про вплив лісу на величину атмосферних опадів і водність річок, а також його стокорегулюючу ефективність при катастрофічних паводках. Подана кількісна оцінка цих властивостей лісу в регіоні Українських Карпат. Наведено шляхи посилення його гідрологічної ролі. Акцентовано увагу на доцільності ведення лісового господарства за водозбірним принципом.

Ключові слова: гідрологічна роль лісу, водозбір, опади, паводки, річковий стік, лісистість, лісогосподарська діяльність.

Дискуссионные вопросы лесной гидрологии

Олійник В. С.

Проанализированы противоречия научных взглядов о влиянии леса на величину атмосферных осадков и водность рек, а также его стокорегулирующую эффективность при катастрофических паводках. Дана количественная оценка этим свойствам леса в регионе Украинских Карпат. Приведены пути усиления его гидрологической роли. Акцентировано внимание на целесообразности ведения лесного хозяйства на водосборном принципе.

Ключевые слова: гидрологическая роль леса, водосбор, осадки, паводки, речной сток, лесистость, лесохозяйственная деятельность.

Controversial issues of the forest hydrology

Olijnyk V. S

There are analyzed the contradictions of scientific views on the impact of forests on a number of precipitation and on a hydrological regime of rivers, as well as a forest role in the flow control within catastrophic floods. A quantitative estimation of these forest functions in the Ukrainian Carpathians region is given too. Ways for enhancing of the forest hydrological role are discussed. The attention is focused on a practicability of the forest management on a watershed basis.

Keywords: hydrological role of forests, watershed, precipitation, floods, river runoff, forest cover, forestry activities.

Надійшла до редколегії 02.09.2014

УДК 556.166

Гопченко Є. Д., Кічук Н. С.

Одеський державний екологічний університет

НЕВЕЛИКІ РІЧКИ – ВЕЛИКІ ПРОБЛЕМИ

Ключові слова: зливові опади, дощові паводки, максимальний стік, нормативні документи, ймовірність перевищення

Вступ. У південній частині України досить поширені короткочасні, але інтенсивні опади зливового характеру. Вони відрізняються великою строкатістю та локальним розподілом по території, охоплюють, як правило, невеликі площі (до сотень, рідше – до тисяч квадратних кілометрів). Їх особливістю є те, що незважаючи на невеликі площі зрошення і при вираженій чіткій редукції кількості опадів від центру до периферії, дощові паводки на невеликих водозборах можуть набувати катастрофічних розмірів.

У довідковій літературі наводяться відомості про визначні зливові опади і паводки, сформовані ними на території півдня України і в Молдові. Зокрема, йдеться про зливові дощі, зареєстровані в липні 1931 р. та в червні 1941 р. у районах Донбасу, Приазовської височини, у червні та липні 1948 р. – у районі Кишинєва, в 1955 р. – у районі Миколаєва та на території Приазов'я, в липні 1956 р. - у Херсонській області, в серпні 1958 р. - в Одеській області та Молдові. Над територією України активна злизова діяльність зафіксована 1962 року. У вересні 2013 року тривала злива відбувалася в Одеській області, внаслідок чого сформувалися високі паводки в басейні р. Когильник (водозбірна площа якого становить 3910 км²).

Гідрометеорологічні умови утворення зливових опадів у басейні р. Когильник (вересень 2013 р.). За даними Гідрометцентру Чорного та Азовських морів, починаючи з 11 вересня 2013 року, погодні умови Одеської області були зумовлені улоговиною Малоазійської депресії, в зоні якої знаходився холодний атмосферний фронт. Найбільш інтенсивні опади спостерігалися на вершині хвилі цього фронту, розвивалася конвективна хмарність, були зафіксовані грози зі шквалами (12 вересня в Ізмаїлі та Болграді – 12 м/с, а 13 вересня в Ізмаїлі – 22 м/с). Оскільки холодний фронт залишався малорухомих, це призвело до тривалих і сильних, місцями дуже сильних опадів зливового характеру. В період з 12 по 15 вересня випала наступна кількість опадів:

12 вересня: МС Сарата – 35,0 мм, МС Болград – 22,0 мм, АМП Тарутіно – 196,9 мм (при регіональній добовій кількості опадів ймовірністю щорічного перевищення 1 раз у 100 років приблизно 100 мм), АМП Татарбунари – 60,8 мм;

13 вересня: МС Сарата – 25,0 мм, МС Болград – 33,0 мм, АМП Тарутіно – 60,0 мм, АМП Татарбунари – 23,2 мм;

14 та 15 вересня: МС Сарата – 9,0 мм та 3,0 мм; МС Болград - 17,0мм та 3,0 мм; АМП Тарутіно – 11,8 мм та 2,8 мм; АМП Татарбунари - 9,7мм та 3,2 мм.

Ці опади призвели до утворення в басейні р.Когильник паводку, який охопив населені пункти: Тарутіно, Березино, Перемога, Червоне, Бородіно (у межах

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34)

Тарутінського району), Веселий Кут (Арцизького району) та сільськогосподарські угіддя Татарбунарського району.

Найбільш інтенсивні опади, як видно з наведених вище даних, припадають на 12 вересня, коли паводкова хвиля спричинила руйнівні збитки в с. Березино, с. Перемога та смт. Тарутіно. Зокрема, відбулося пошкодження залізничного полотна на ділянці 150 м біля с. Березино, підтоплені 110 будинків (у т.ч. зруйновано 11, близько сотні будинків підтоплені та 2 зруйновані в с. Перемога).

Поверхневий стік 12-13 вересня затопив територію біля сіл Красне та Веселий Кут. Підтоплення будівель паводковими водами зафіксовані також в Арцизькому районі, поблизу с. Павлівка відбувалося переливання води на шосейному шляху Татарбунари-Арциз. У зв'язку з переповненням деяких ставків у басейні р. Когильник, навіть 16 вересня спостерігалось затоплення моста (на 40-50 см) біля с. Ново-Олексіївка Татарбунарського району.

З метою запобігання та боротьби зі шкідливими природними явищами стихійного походження необхідно перш за все оцінити їх часову ймовірність і розміри, а вже потім користуватися цими даними у своїй діяльності при проектуванні та будівництві об'єктів господарського призначення, здійснення у необхідних випадках протипаводкового захисту інфраструктури і населених пунктів.

Нормативна база для розрахунку характеристик максимального стоку середніх за розмірами річок. Розрахункові характеристики паводків і весняних водопіль на території України можливо визначати на основі чинного нормативного документу СНіП 2.01.14-83 [1].

Максимальні модулі весняного водопілля забезпеченістю $P\%$ визначаються за рівнянням

$$q_{P\%} = \frac{k_0 Y_p}{(F + b)^{n_1}} \delta_1 \delta_2 \delta_3, \quad (1)$$

де $q_{P\%}$ – максимальний модуль забезпеченістю $P\%$; k_0 – коефіцієнт схилової трансформації повеневого стоку; Y_p – шар стоку за водопілля забезпеченістю $P\%$; F – площа водозбору, в км^2 ; b – параметр, який враховує зниження редукції $q_{P\%}$ в області невеликих водозборів, ($F < 10 \text{ км}^2$); n_1 – степеневий показник просторової редукції відношення $\frac{q_p}{Y_p}$; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – допоміжні коефіцієнти для врахування впливу на максимальний стік ставків, водосховищ (δ_1), залісеності (δ_2) і заболоченості (δ_3) водозборів.

Для басейну р. Когильник здійснити розрахунки $q_{P\%}$ за формулою (1) практично неможливо через відсутність у межах території, що розглядається, природних аналогів, необхідних для встановлення k_0 . Між іншим, ці обставини не є визначальними, оскільки на території Причорноморської низовини (в тому числі й у басейні р. Когильник) розрахунковими є не весняні, а дощові паводки.

Стосовно дощових паводків, нормативним документом СНіП 2.01.14-83 [1] передбачаються розрахункові максимальні модулі стоку $q_{P\%}$ (при $F \geq 200 \text{ км}^2$) встановлювати з використанням редукційної формули вигляду

$$q_{p\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1 \lambda_{p\%}, \quad (2)$$

де $q_{p\%}$ – максимальний модуль паводкового стоку забезпеченістю $P\%$; q_{200} – максимальний модуль паводкового стоку забезпеченістю $P=1\%$, приведений до умовної площі $F=200 \text{ км}^2$; n_1 – степеневий показник редукції модуля $q_{1\%}$ у просторі; δ_1 – коефіцієнт для врахування впливу ставків і водосховищ проточного типу на трансформацію паводків; $\lambda_{p\%}$ – коефіцієнт забезпеченості.

Скористуємося формулою (2) для оцінки розмірів паводку в басейні р. Когильник, наприклад, для забезпеченості $P=1\%$.

Вихідні дані: площа водозбору р.Когильник (до гирла) $F=3910 \text{ км}^2$; розрахункова забезпеченість $P=1\%$; зарегульованість ставками $f_{03} < 2\%$.

Послідовність розрахунку $q_{1\%} (\text{м}^3 / \text{с} \cdot \text{км}^2)$ за методикою СНіП 2.01.14-83 така.

Максимальний модуль q_{200} визначається за геометричним центром водозбору і на основі дод.12 [1] він дорівнює $0,5 \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$. Степеневий показник $n_1 = 0,75$ (дод.10), при розрахунковій забезпеченості $P=1\%$ коефіцієнт впливу ставків на $q_{1\%}$ приймається на рівні одиниці, тобто $\delta_1 = 1,0$, коефіцієнт забезпеченості $\lambda_{p\%}$ при $P=1\%$ становить $1,0$.

Таким чином

$$q_{1\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1 \lambda_{p\%} = 0,5 (200/3910)^{0,75} \cdot 1 = 0,054 \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

Відповідно, максимальна витрата води $Q_{1\%} = q_{1\%} \cdot F$ буде становити $211 \text{ м}^3 / \text{с}$.

Розрахункова методика авторів для визначення характеристик максимального стоку дощових паводків на Півдні України. Для досліджуваної території авторами [2] запропонована розрахункова формула, яка ґрунтується на операторній структурі:

$$q_{p\%} = q'_{1\%} \psi(t_p / T_0) k_F \lambda_{p\%} r, \quad (3)$$

де $q_{p\%}$ – розрахунковий модуль стоку забезпеченістю $P\%$, $\text{м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$; $q'_{1\%}$ – максимальний модуль схилового припливу забезпеченістю $P = 1\%$, $\text{м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$;

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}, \quad (4)$$

де 0,28 – коефіцієнт розмірності; $\frac{n+1}{n}$ – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу; T_0 – тривалість схилового припливу, год.; $Y_{1\%}$ – шар паводкового стоку забезпеченістю $P=1\%$, мм; $\psi(t_p/T_0)$ – трансформаційна функція, обумовлена впливом тривалості руслового добігання t_p (год.):

- при $t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m+1}{(m+n+1)(n+1)} \left(\frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (5)$$

- при $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (6)$$

де $(m+1)/m$ – коефіцієнт часової нерівномірності зміни ширини водозбору за довжиною головного водотоку, причому [2]

$$m = 2,0 - 0,26 \lg(F+1), \quad (7)$$

де k_F – збірний коефіцієнт русло-заплавного регулювання паводків і просторової неоднорідності в розподілі опадів H_m (від центру зливи в напрямку до периферії); $\lambda_{p\%}$ – коефіцієнт забезпеченості.

Зосередимо тепер увагу на розрахунку складових і самого модуля стоку $q_{1\%}$, що входить до регіональної формули (3), яка буде представлена в дещо іншій редакції. Йдеться про те, що у гідрологічному відношенні територія Причорноморської низовини майже не охоплена відповідними спостереженнями за стоком річок і безпосередньо встановлювати шар паводкового стоку $Y_{1\%}$ не видається можливим. Тому авторами за базову характеристику надходження води зі схилів до руслової мережі використовується розрахунковий шар опадів $H_{1\%}$. Між H_m та Y_m існує залежність

$$Y_m = \eta \cdot H_m, \quad (8)$$

де Y_m – шар стоку за паводок; η – об'ємний коефіцієнт стоку; H_m – розрахунковий шар опадів, що формують паводок.

Якщо ж (8) для забезпеченості $P = 1\%$ підставити в (4), то останнє набуде вигляду

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} H_{1\%} \eta_0, \quad (9)$$

де $H_{1\%}$ – розрахункові опади забезпеченістю $P=1\%$ і які відповідають добовій величині у теплий період року; η_0 – коефіцієнт стокоутворення у центрі зливого дощу.

Розпочинаючи реалізацію (3), запишемо необхідні вихідні дані, а вони такі: площа водозбору р. Когильник $F=3910$ км²; довжина річки 243 км, середньозважений ухил 1,94‰; розрахункова забезпеченість $P=1\%$; зарегульованість стоку ставками $f_{03} < 2\%$.

Послідовність розрахунку $q_{1\%}$, м³/(с·км²) за формулою (3) така:

1. Модуль схилогого припливу $q'_{1\%}$ забезпеченістю $P=1\%$ визначається за рівнянням (9). У ньому коефіцієнт часової нерівномірності $(n+1)/n$ і тривалість схилогого припливу T_0 (год.), за дослідженнями [2], дорівнюють 3,5 та 2,5 год. Добовий максимум опадів $H_{1\%}$ на території Причорноморської низовини для $P=1\%$ становить 100 мм. За схемою районування [2], коефіцієнт схилогого стокоутворення $\eta_0 = 0,40$. Тоді

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \cdot \frac{1}{T_0} H_{1\%} \eta_0 = 0,28 \cdot 3,5 \cdot 100 \cdot 0,4 / 2,5 = 15,7 \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

2. Трансформаційна функція розпластування паводкових хвиль під впливом тривалості руслового добігання t_p визначається за (5) або (6), залежно від співвідношення t_p/T_0

2.1 Беручи до уваги, що $T_0=2,5$ год. [2], необхідно встановити тривалість руслового добігання t_p (год), причому

$$t_P = \frac{L}{V_\partial}, \quad (10)$$

де L – гідрографічна довжина р. Когильник, яка становить за вихідними даними, 243 км; V_∂ – швидкість руслового добігання, км/год [2]

$$V_\partial = 1,19 F^{0,14} I^{0,33}, \text{ км/год} \quad (11)$$

I_{36} – середньозважений ухил річки Когильник. Тоді

$$V_\partial = 1,19 F^{0,14} I^{0,33} = 1,19 \cdot 3910^{0,14} \cdot 1,94^{0,33} = 4,71 \text{ км/год.}$$

При $L = 243$ км і $V_\partial = 4,71$ км / год тривалість руслового добігання

$$t_P = L/V_\partial = 243/4,71 = 51,6 \text{ год.}$$

2.2 При $t_p = 51,6$ год. і $T_0 = 2,5$ год. співвідношення $t_p/T_0 = 51,6/2,5 = 20,6$, тобто $t_p/T_0 > 1$ і трансформаційна функція $\psi(t_p/T_0)$ буде розраховуватися за (6), до якої, крім $t_p = 51,6$ год. і $T_0 = 2,5$ год., входять ще $(n+1)/n$, $(m+1)/m$ та m .

2.2.1 Якщо $(n+1)/n = 3,5$, то n буде дорівнювати 0,4, а $n/(n+1) = 0,29$.

2.2.2 Параметр m встановлюється за (7), тобто

$$m = 2,0 - 0,26 \lg(F + 1) = 2,0 - 0,26 \lg(3910 + 1) = 1,07.$$

При $m = 1,07$ коефіцієнт $(m+1)/m$ буде дорівнювати 1,93.

З використанням усіх складових, що входять до (6),

$$\begin{aligned} \psi(t_p/T_0) &= \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_p} \right)^m \right] = \\ &= 0,29 \cdot 2,5/51,6 [1,93 - 1,4/3,54 \cdot (0,048^{1,07})] = 0,027 \end{aligned}$$

3. Збірний коефіцієнт русло-заплавного регулювання і редукції опадів за площею зрошування k_F встановлюється за таблицею, залежно від розміру водозборів F (табл. 1)

Таблиця 1. Збірний коефіцієнт редукції опадів у просторі і русло-заплавного регулювання максимального стоку дощових паводків k_F

F , км ²	0	10	100	500	1000	5000	10000 і більше
k_F	1	0,46	0,15	0,091	0,082	0,079	0,078

При площі водозбору р.Когильник $F = 3910$ км² шляхом інтерполяції за таблиці 1 збірний коефіцієнт $k_F = 0,080$.

4. Коефіцієнт зарегулювання r , відповідно до нормативного документу СНІП 2.01.14-83 [1], при розрахунковій забезпеченості $P < 5\%$ і наявності ставків сезонного зарегулювання, приймається таким, що дорівнює одиниці.

Після встановлення всіх складових, що входять до рівняння (10), розрахунковий модуль паводкового стоку в басейні р. Когильник $q_{1\%}$ буде становити

$$q_{p\%} = q'_{1\%} \psi(t_p/T_0) k_F \lambda_{P\%} = 15,7 \cdot 0,027 \cdot 0,080 = 0,034 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2).$$

Максимальна витрата води $Q_{1\%} = q_{1\%} \cdot F = 0,034 \cdot 3910 = 133 \text{ м}^3/\text{с}$.

За даними Одеського обласного управління водних ресурсів, у басейні р. Когильник опади охопили лише 122 км за довжиною р.Когильник та площею водозбору $F = 1400$ км². На території Молдови в басейні цієї річки опадів не було. Враховуючи ці дані, у межах «діючої площі», що формує паводок, тривалість руслового добігання

$$t_P = L/V_{\partial} = 122/4,71 = 25,9 \text{ год.}$$

Для цієї території максимальні опади H_m за зливу 12 вересня 2013 р. становлять 196,9 мм (АМП Тарутіно), тоді

$$q'_m = 0,28 \frac{n+1}{n} \cdot \frac{1}{T_0} H_m \eta_0 = 0,28 \cdot 3,5 \cdot 196,9 \cdot 0,4/2,5 = 30,9 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2),$$

а трансформаційна функція $\psi(t_P/T_0)$ буде дорівнювати

$$\begin{aligned} \psi(t_P/T_0) &= \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_P} \left[\frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left(\frac{T_0}{t_P} \right)^m \right] = \\ &= 0,29 \cdot 2,5/25,9 [1,93 - 1,4/3,54 \cdot (0,097^{1,07})] = 0,053 \end{aligned}$$

За таких розрахункових параметрів

$$q_m = q'_m \psi(t_P/T_0) k_F \lambda_P = 30,9 \cdot 0,053 \cdot 0,081 = 0,133 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$$

Максимальна витрата води $Q_m = q_m \cdot F = 0,133 \cdot 1400 = 186 \text{ м}^3/\text{с}$.

Якщо за методикою СНіП 2.01.14-83 здійснити розрахунки максимального модуля і витрати води паводку забезпеченістю $P = 1\%$, приймаючи до уваги лише «діючу» площу водозбору р.Когильник (за умов формування паводку 12 вересня 2013 р.), то

$$\begin{aligned} q_{1\%} &= q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1 \lambda_{P\%} = 0,5 (200/1400)^{0,75} \cdot 1 = 0,116 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2) \\ Q_{1\%} &= q_{1\%} \cdot F = 0,116 \cdot 1400 = 162 \text{ м}^3/\text{с}. \end{aligned}$$

Аналіз одержаних результатів. Розраховані для басейну р.Когильник – гирло ($F=3910 \text{ км}^2$) максимальні витрати води забезпеченістю $P = 1\%$ з використанням різних методик, як видно, досить суттєво різняться між собою. Вони становлять, відповідно, $211 \text{ м}^3/\text{с}$ (за методикою СНіП 2.01.14-83) і $133 \text{ м}^3/\text{с}$ (за методикою авторів статті), тобто різняться майже на 37%. Правда, слід зауважити, що за дослідженнями П.Ф.Вишневецького [3] необхідно при розрахунку максимальних витрат води паводків зливого походження враховувати неповноту зрошення опадами водозборів (з площами $F > 550 \text{ км}^2$). Для усунення цих особливостей у просторовому розподілі дощових опадів ним пропонується застосовувати коефіцієнт зниження Q_m

$$k_1 = 4,8/F^{0,25} \quad (12)$$

Таким чином, для р. Когильник – гирло при площі водозбору 3910 км² коефіцієнт k_1 буде становити 0,61. З урахуванням $k_1=0,61$ відкоригована максимальна витрата води $Q_{1\%}$, яка визначена за методикою СНіП 2.01.14-83, буде дорівнювати 129 м³/с, що практично співпадає з методикою авторів ($Q_{1\%}=133$ м³/с). Розраховані модулі $q_{1\%}$ і витрати води $Q_{1\%}$ зведені до табл.2

За нашими розрахунками для паводку, який мав місце 12 вересня 2013р. в басейні р. Когильник (за умови, що злива охопила не всю площу водозбору $F=3910$ км², а лише 1400 км²), модуль стоку $q_{1\%}=0,133$ м³/(с·км²), а $Q_{1\%}=186$ м³/с.

Таблиця 2. Порівняння результатів розрахунків максимальної витрати води $Q_{1\%}$ та модулів $q_{1\%}$ в басейні р.Когильник – гирло, $F=3910$ км² (за умов формування паводку 12 вересня 2013 р.)

Методика розрахунку	Розрахункова формула	$q_{1\%}$, м ³ /(с·км ²)	$Q_{1\%}$, м ³ /с
СНіП 2.01.14-83 (при $F=3910$ км ²)	$q_{1\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1$	0,054	211
СНіП 2.01.14-83 (з урахуванням лише «діючої» площі водозбору $F=1400$ км ²)	$q_{1\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1$	0,116	162
СНіП 2.01.14-83 (з урахуванням рекомендацій П. Ф. Вишневського при $F=3910$ км ²)	$q_{1\%} = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \delta_1 \cdot k_1$	0,033	129
методика авторів статті (при $H_{1\%}=100$ мм і $F=3910$ км ²)	$q_{1\%} = q'_{1\%} \psi (t_p / T_0) k_F$	0,034	133
методика авторів статті (з урахуванням «діючої» площі водозбору $F=1400$ км ² та при $H_{1\%}=196,9$ мм)	$q_{1\%} = q'_{1\%} \psi (t_p / T_0) k_F$	0,133	186

Висновки. Паводок зливогого походження, який спостерігався у першій декаді вересня 2013 р. в басейні р.Когильник і охопив, за даними Одеського обласного управління водних ресурсів, приблизно 1400 км² його площі, за оцінкою авторів статті, є стихійним гідрологічним явищем рідкісної ймовірності перевищення (з повторюваністю наближеною до 1 разу у 100 років). Отримана за чинним СНіП 2.01.14-83 максимальна витрата води забезпеченістю $P = 1\%$ становить 211 м³/с, що на думку авторів статті є дещо перебільшеною величиною, оскільки злива охопила лише 35,9% від загальної площі водозбору.

Якщо врахувати зниження розрахункових витрат води, обумовлених не повним охопленням у степовій зоні водозборів з площами $F > 550 \text{ км}^2$ (за П.Ф. Вишневським), то витрата води забезпеченістю $P = 1\%$ становитиме $129 \text{ м}^3/\text{с}$.

За методикою авторів статті, якщо вважати, що у формуванні паводку приймали участь опади з усієї площі водозбору р. Когильник – гирло ($F = 3910 \text{ км}^2$), то розрахунковий максимум $Q_{1\%}$ буде дорівнювати $133 \text{ м}^3/\text{с}$.

Якщо «діючу» площу водозбору прийняти розміром 1400 км^2 , то при найбільшій кількості опадів, в межах досліджуваної території на (АМП Тарутіно $H_m = 196,9 \text{ мм}$) максимальна витрата води $Q_{1\%} = 186 \text{ м}^3/\text{с}$.

На думку авторів, більш надійною і перспективною, порівняно з чинним СНіП 2.01.14-83, при розрахунках характеристик максимального стоку є операторна структура (3). Вона є більш універсальною, бо не обмежена розмірами водозборів, а крім того враховує основні гідрометеорологічні чинники максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль.

Щодо паводку, який відбувся 12-15 вересня 2013 р. в басейні р.Когильник, то його розміри $Q_{1\%} = 186 \text{ м}^3/\text{с}$ необхідно прийняти до уваги при здійсненні протипаводкових заходів у регіоні.

Список літератури

1. *Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик.* СНиП 2.01.14-83 – [действует с 01.01.1983] – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 448 с. 2. *Кічук Н. С.* Максимальний стік дощових паводків на Півдні України та його розрахункові характеристики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук. : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Н. С. Кічук – Одеса, 2013. – 20 с. 3. *Вишневський П. Ф.* Зливи і зливовий стік на Україні / П. Ф. Вишневський. – К. : Наукова думка, 1964. – 230 с.

Невеликі річки – великі проблеми

Гопченко Є. Д., Кічук Н. С.

Розглядається випадок формування 12 вересня 2013р. катастрофічно високого паводку зливого походження в басейні р.Когильник. За оцінкою авторів, його ймовірність оцінюється на рівні 1 раз у 100 років. Середні опади на водозборі становили 97,6 мм з максимумом на смт Тарутіно -196,9 мм.

Ключові слова: зливи, опади, дощові паводки, максимальний стік, нормативні документи, ймовірність перевищення

Небольшие реки – большие проблемы

Гопченко Е. Д., Кичук Н. С.

Рассматривается случай формирования 12 сентября 2013 г. катастрофически высокого паводка ливневого происхождения в бассейне р.Когильник. о оценке авторов, его вероятность оценивается на уровне 1 раз в 100 лет. Средние осадки на водосборе составляли 97,6мм с максимумом на пгт. Тарутино -196,9 мм.

Ключевые слова: ливневые осадки, дождевые паводки, максимальный сток, нормативные документы, вероятность превышения.

Small rivers - big problems

Gopchenko E. D., Kichuk N. S.

The case of the formation on 12 of September 2013 a catastrophically high storm flood in the basin of origin of river Kogilnik is considered in this work. According to the authors, the probability is estimated at 1 per 100 years. Average rainfall in the catchment were 97.6 mm with a maximum at the village Tarutino -196.9 mm.

Keywords: storm rainfall, rain floods, maximum runoff, regulations, probability of exceeding.

Надійшла до редколегії 03.09.2014

Костенюк Л. В., Ющенко Ю. С.

Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича

СТРУКТУРА СУЧАСНОЇ РІЧКОВО-ДОЛИННОЇ СИСТЕМИ ПІСТИНКА–ЛЮЧКА

Ключові слова: сучасна річково-долинна система (СРДС), однорідні ділянки днищ долин (ОДд), поздовжній профіль, поперечний переріз

Вступ. Цілісні, генетично однорідні (морфогенетичні) ділянки днища долини, що відрізняються від сусідніх своїми морфометричними параметрами (конфігурацією, шириною, протяжністю, зміною напрямку, складністю будови та ін.), називаються однорідними ділянками днищ долин (ОДд). Їх виділення пов'язане із вивченням ядер місцевих впливів. Ці ядра в одних випадках пов'язані із дією додатних морфоструктур, а в інших – з великими пониженнями, улоговинами, вузлами злиття з іншими долинами. При цьому враховується геоморфологічне районування територій [1].

Методика виділення та опису ОДд включає: визначення їх бічних меж, основ місцевої регіоналізації і відповідне визначення їх поперечних меж (рубежів ОДд), детальний опис їх структурних елементів, внутрішніх відмінностей та морфометричних параметрів, попередній аналіз умов руслоформування на таких ділянках.

Річка Пістинка утворюється від злиття Пістинки-Космацької і Пістинки-Брустурської у селі Прокурава і має загальну довжину 38,8 км, а разом з Пістинкою-Космацькою 56 км. Витоки Пістинки розміщені на північно-східних схилах Покутсько-Буковинських Карпат на висоті 1200 м. Площа басейну річкової системи Пістинки становить 264 км² (без Лючки). Річкова система Пістинки найбільш розгалужену річкову сітку має у верхів'ях, а після злиття Пістинки-Космацької з Пістинкою-Брустурською значно спрощується, приймаючи кілька десятків невеликих лівих і правих водотоків.

Річкова долина системи Пістинки у верхів'ї ущелиноподібна, шириною від 6-10 до 50 м, до села Микитинці V-подібна, нижче - трапецієвидна, завширшки 1,2-1,5 км. Ширина заплави коливається від 20-100 м, до 650 м у Передкарпатті. Річище помірно звивисте, пересічна ширина 10-15 м, на окремих ділянках до 45 м.

Аналіз попередніх досліджень. Руслові дослідження річок Українських Карпат розпочались у середині 60-х років XX століття. Це значною мірою пов'язано з комплексними планами освоєння водних ресурсів, що впроваджувались у Радянському Союзі. Тому такі дослідження мали прикладний, інженерний характер. Перші описові дані руслового режиму карпатських рік представлені в виданнях комплексних гідрологічних досліджень даного регіону та України в цілому.

Новий напрям геогідроморфологічного аналізу територіальних структур днищ долин річок пов'язаний із розробками молодих науковців кафедри гідроекології, водопостачання та водовідведення під керівництвом Ю.С. Ющенка.

Завданням дослідження є апробація і застосування методики виділення та вивчення ОДд, запропонованої Ю. С. Ющенком, для головних складових сучасних річково-долинних систем для басейну Пістинки-Лючки. Зокрема, це перш за все, стосується умов звужених ділянок днищ долин (у горах, низькогір'ях, височинах). Сформовано також відповідну базу даних ГІС на основі програмного забезпечення ArcGIS.

Виклад основного матеріалу. Після Черемошу серед правобічних, карпатських допливів Пруту найбільшою є система Пістинки–Лючки–Лючки Сопівки (рис. 1).



Рис. 1. Картохема однорідних ділянок днища долин річок Пістинки, Лючки, Лючки Сопівки

Характеристика однорідних ділянок днища долини Пістинки. Стовбурна частина Пістинки досягає межі середньогірної та низькогірної частини Скибових Карпат (Покутсько-Буковинська частина). Перша однорідна ділянка днища долини сформована між масивами та хребтами в районі с. Космач. Долина тут відносно

вузька, похил значний (22,9 ‰), що чітко виражено і на поздовжньому профілі дна долини р. Пістинки (рис.2). Назва ділянки – **Верхньо-Космацька**.

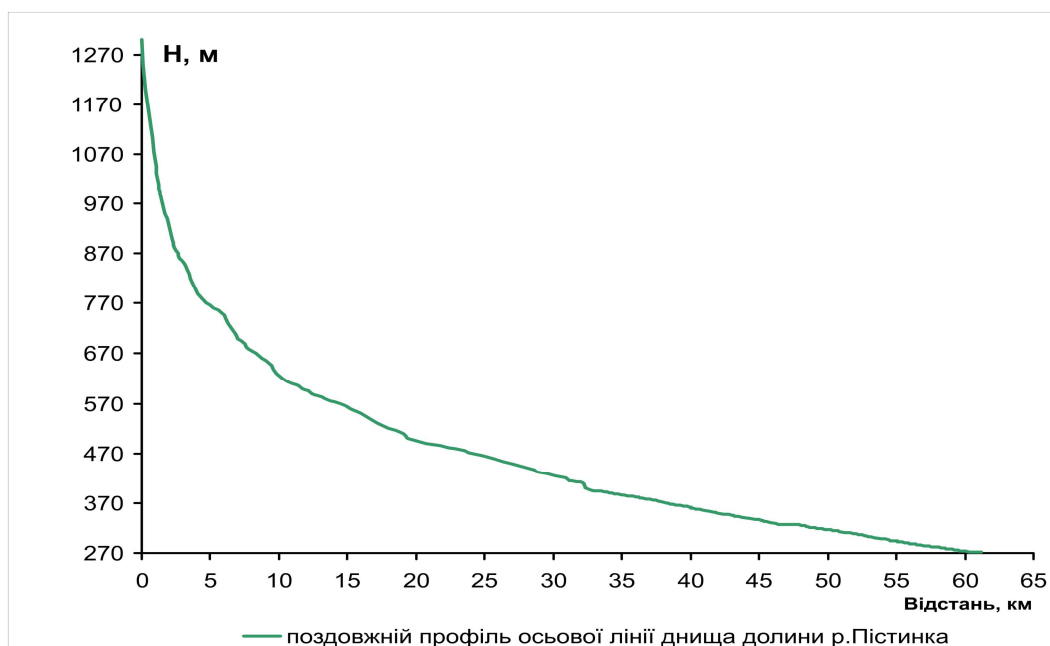


Рис. 2. Поздовжній профіль дна долини р. Пістинка

Наступна ділянка (в районі с. Космач) має напрямок субпаралельний до крайових хребтів. Днище долини стає ширшим. Річка утворила вимушені звивини. Також є невеликі елементи заплави. Її ширини 50-100 м. Ширини дна долини становлять 300-400 м, у розширеннях 600-700 м. Притиснення річки переважно лівобічне, а правобережні схили полого нахилені з відносними висотами 15-30 м. Назва ділянки – **Космацька**.

Між селами Космач і Прокурава річка Пістинка перетинає хребет Брусний. Днище долини тут звужене. Його ширини становлять 150-300 м. Форма досить складна. Асиметрія не виражена. Русло врізане. Відносні висоти місцевості біля підніжжя схилів долини можуть досягати 30 м. Тут розташоване також гирло р. Брустурка. Назва ділянки – **Брустурська**.

Наступна ділянка **Прокуравська**. Річка тут змінює напрямок течії поздовжньо до хребтів. Днище розширене. Її можна назвати міжгірною улоговиною. Ширини дна становлять 500-750 м. У нижній частині менше. Русло утворює вимушені звивини, які імовірно поступово розвиваються. Елементи заплави не виражені. Русло обмежене уступами. Асиметрія лівобічна. На правобережжі сформовано терасовий масив з відносними висотами 10-20 м. Дрібні правобічні притоки при виході в долину основної річки відхиляються вправо.

Наступна ділянка **Шешорська**. Вона дещо більш стиснута ніж попередня, що пов'язано із впливом гірських масивів та хребтів, але у центральній частині має невелике розширення в якому розташоване с. Шешори. Ширина дна становить 350-700 м. Елементи заплави з'являються в нижній частині ділянки. Асиметрія чітко не виражена, але основний масив терас (у центрі с. Шешори) все ж розташований по лівому берегу. Тут відносні висоти досягають переважно 5-15 м, у тильній частині до 20 м (рис. 3)

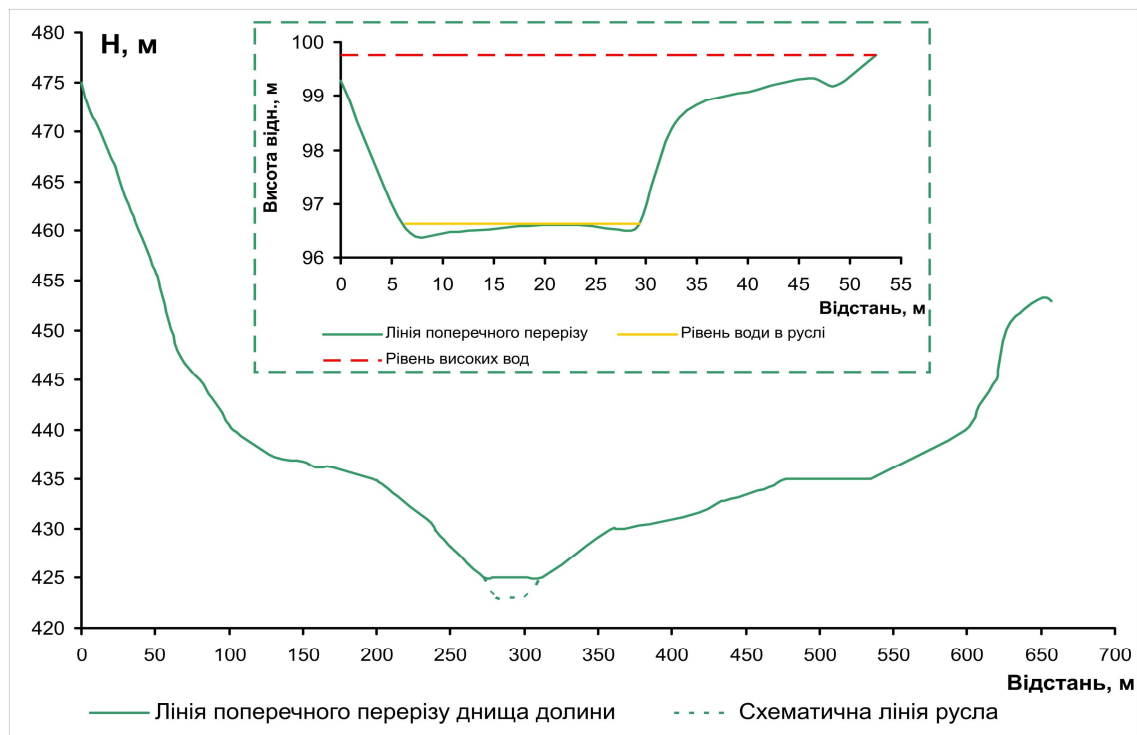


Рис. 3. Поперечний переріз на основі суміщення поперечних перерізів р. Пістинка в с. Шешори

В районі с. Пістинь днище долини річки розширюється. Долина виходить у передгір'я. Тут сформувалась перша велика передгірна ОДд – **Пістинська**. Її верхня частина лійкоподібно заходить в межі гір. Ширина днища долини на початку ділянки 0,8 км, а далі, на всій основній частині 1-1,5 км. Русло річки досить сильно обмежене терасами. Річка поступово виробляє смугу руслоформування. Основні висоти терас 2-3, 4-6, 10-20 м. Невеликі допливи Пістинки у гирлових ділянках перерізають тераси днища долини, але частина з них при виході на понижені тераси робить характерний поворот утворюючи гирлове подовження. Асиметрія розташування Пістинки попеременно, складна. Крім того, на основні зміни положення річки накладається її звивистість. У конфігурації днища долини можна виділити дві підділянки, в межах яких розташування річки також складне. Це корелює з розвитком терасових масивів. Дана складність пов'язана з великою тектонічною активністю і дрібноблоковою будовою території. У багатьох місцях спостерігаються потужні майже вертикальні урвища де відслонюються Пістинські конгломерати. Відповідними до складної будови долини є і внутрішні відмінності.

В районі с. Спас спостерігається перехід до більш вирівняного днища долини р. Пістинка. За геоморфологічним районування Я.С. Кравчука [3-5], це відповідає переходу від підрайону Косівської передгірної височини до Припрутської височини в межах району Покутської скульптурної височини. Ширини днища долини практично не змінюються. Але русло і заплава річки розвиваються у більш вільних умовах. Відносні висоти заплави досягають приблизно 2 м. Також виражені елементи тераси 4-6 м. У бічних частинах сформовані більш високі терасові рівні. На початку ділянки, у с. Спас їх відносні висоти сягають 10-15 м. У середній і нижній частині ділянки переважають висоти 8-10 м. Асиметрія днища долини попеременно. Значних притиснень річки в основній частині не спостерігається. Тільки в нижній частині ділянки русло притиснуте до правого схилу долини (рис. 4).

Основні внутрішні відмінності в будові дна долини пов'язані зі зміною положення русла річки і відповідними основними терасовими масивами. Назва даної ділянки – **Спаська**.

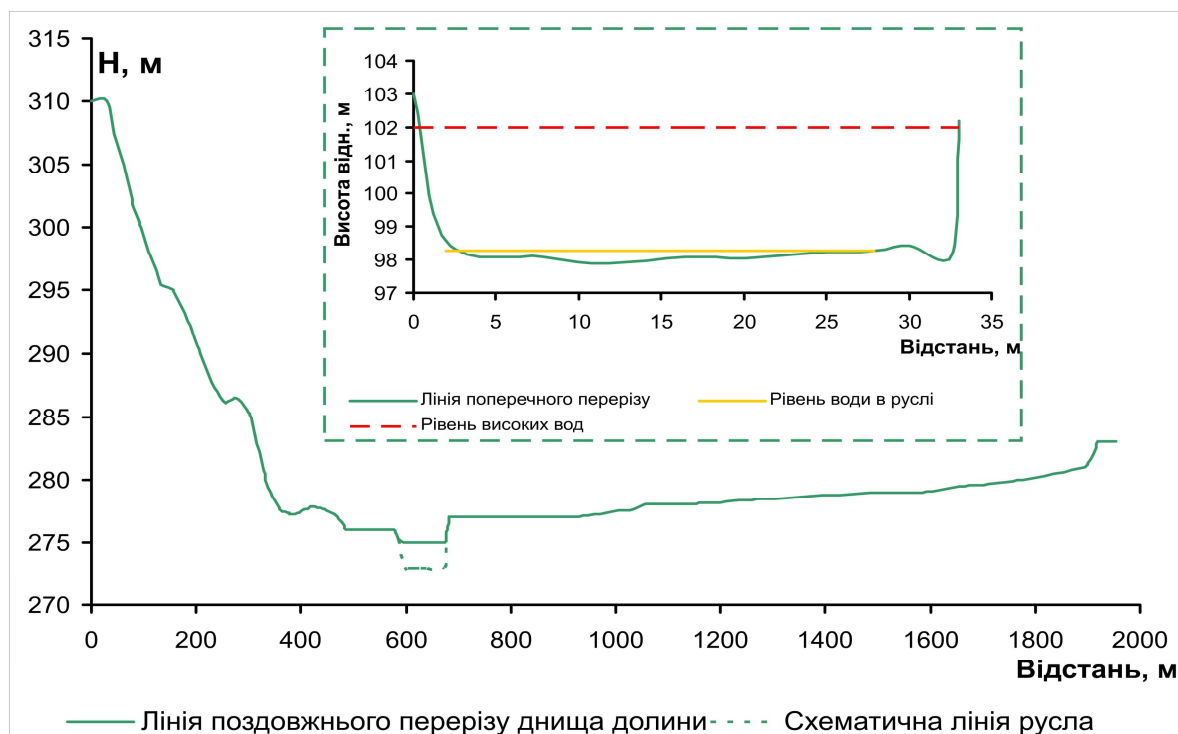


Рис. 4. Поперечний переріз на основі суміщення поперечних перерізів р. Пістинка в с. Нижн.Вербіж

Гирлова частина р. Пістинка пов'язана з алювіальними рівнинами Пруту, а також своїх лівих допливів Лючки та Сопівки. Тут розвинуті звивини русла, що врізані в першу терасу, а також сформовані елементи сучасної заплави (рис.5).

Характеристика однорідних ділянок дна долини Лючки. Основною притокою Пістинки, фактично рівнозначною до головної річки є р. Лючка. Її витoki розташовані у Делятинському підрайоні Горган. Основна течія відповідає Ославській міжгірській долині, що межує зі Слобода-Рунгурським структурним ерозійним низькогір'ям, а також пролягає по межі Пригорганського та Покутсько-Буковинського Передкарпаття. Складна будова території басейну Лючки вплинула на характер поздовжнього профілю дна її долини (рис. 6), що відповідно відобразилось і на поділі ОДд. Водночас, інтенсивне неотектонічне підняття спричинило врізання річки і формування відповідного русла практично вздовж усієї течії. Це ж впливає і на відносні висоти інших частин дна долини.

Першою ділянкою вздовж стовбура Лючки є така, що закладена на основі Ославської прадавньої долини. Вона спрямована вздовж межі гір. Ширини її становлять 0,5-1 км. Є відносні звуження та розширення. На початку ділянки русло врізане і обмежене уступами з висотами 8-13 м. У центральній частині вони відсутні. В нижній частині ділянки русло обмежене не високими уступами. Загалом дно долини являє собою систему пологих схилів. Чітко виражених терас немає. Відносні висоти становлять 5-10 м, деколи до 15 м. Але чітко виражений нахил місцевості вздовж течії річки і долини. Русло річки загалом ближче до лівого борту. Дно долини також прорізують тимчасові невеликі водотоки, ускладнюючи його рельєф. За назвою села у витках річки ділянка може бути названа – **Лючківська**.

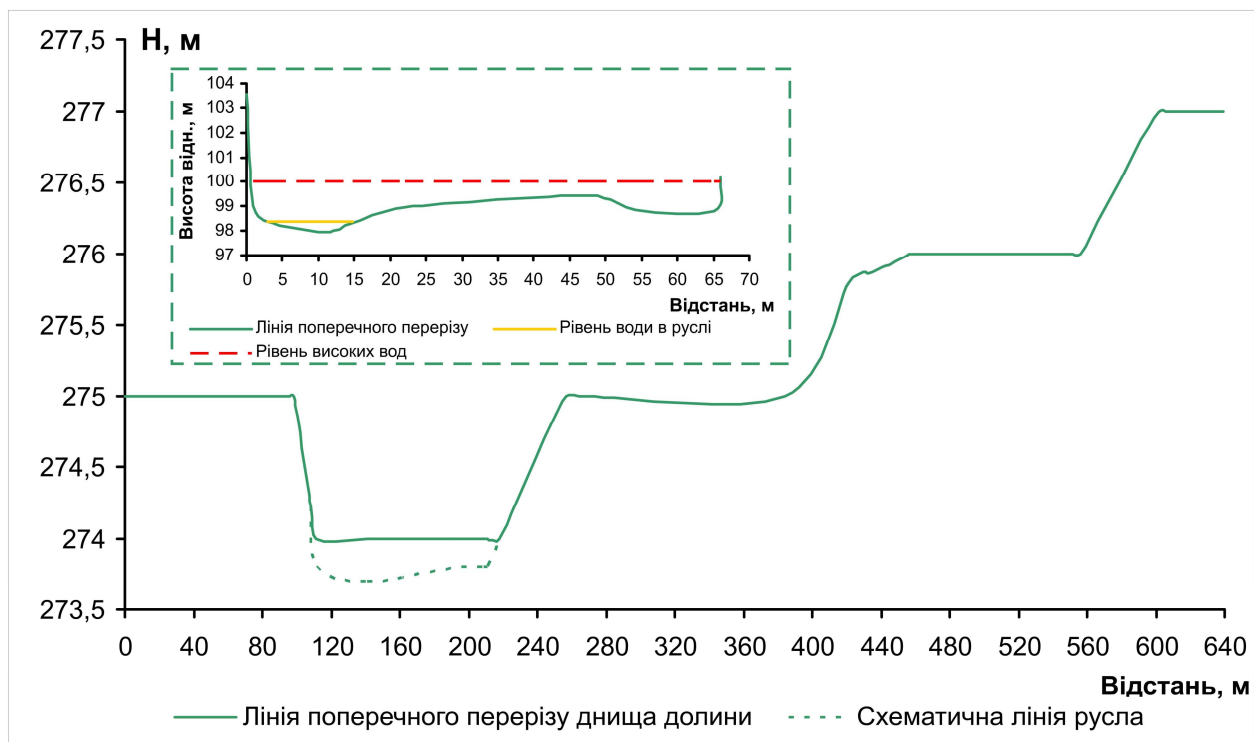


Рис. 5. Поперечний переріз на основі суміщення поперечних перерізів р. Пістинка нижче впадіння р. Лючка

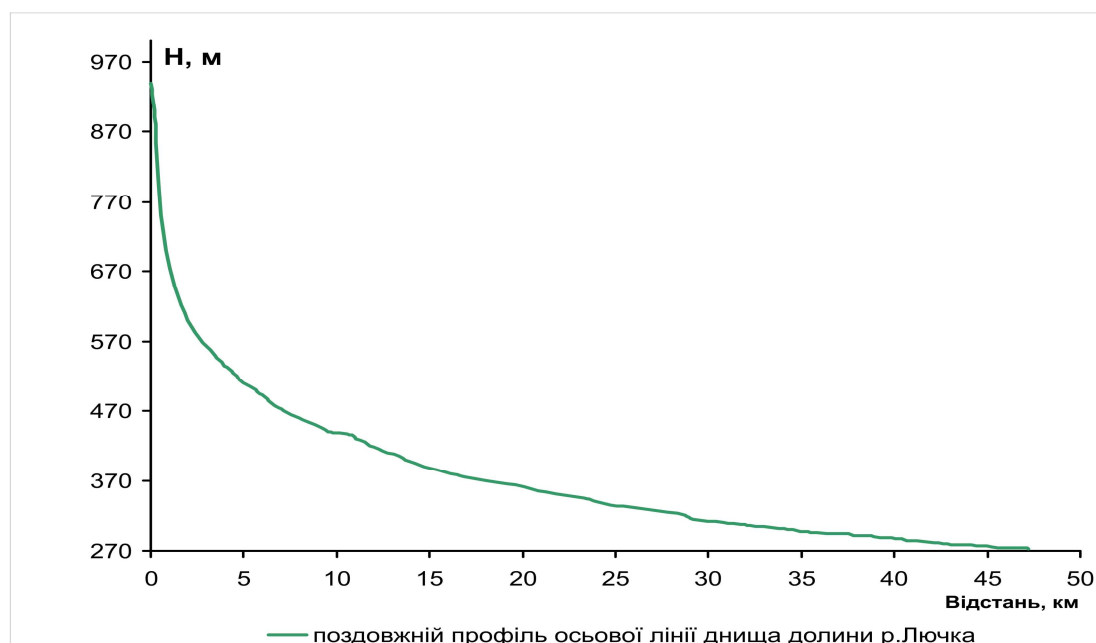


Рис. 6. Поздовжній профіль днища долини р. Лючка

Наступна ділянка характеризується звуженим днищем долини. Її ширини становлять 300-230 м, а в нижній частині зверху 500 м. У верхній частині ділянки русло обмежене уступами висотою 4-5 м, деколи до 15 м, а у нижній частині розвивається більш вільно. Тут формуються відносно невеликі елементи заплави з відносними висотами орієнтовно 2 м. На ділянці спостерігається лівобічне притиснення русла, яке пом'якшується в нижній частині. Масив днища долини на правобережжі характеризується переважаючими відносними висотами 8-15 м. Загалом, конфігурація меж і внутрішня будова ділянки ускладнені, за рахунок особливостей впливу на долину річки місцевого рельєфу. Відповідно до цього сформована і місцева річкова мережа, що представлена правобічними допливами. Внутрішні відмінності в будові ділянки найбільше пов'язані з її розширенням у нижній частині. Назва ділянки – **Середньо-Березівська**.

Нижче за течією сформована невелика проте широка ділянка днища долини р. Лючка, що пов'язана із впадінням крупного правобічного допливу – р. Акра і поєднанням з її долиною. Ширини днища долини тут досягають 0,8 -1 км. Русло річки на даній ділянці частково обмежене уступами з висотами 1-3 м. На правобережжі переважають відносні висоти днища долини 3-8 м, а на лівобережжі до 15 м. Назва ділянки – **Акринська**.

Наступна ділянка достатньо широка, відносно прямолінійна. Ширини днища долини становлять 550-850 м. Тальвег долини з руслом та елементами заплави річки заглиблений відносно основного днища на початку ділянки на 4-5 м, а в нижній частині до 10-15 м (рис. 7). Основні елементи днища, це пологі схили з відносними висотами на початку ділянки 5-20 м, а в нижній частині 10-20 м. Ділянка характеризується переходом від правобічної до лівобічної асиметрії при переважанні першої у верхній і середній частині. З цим же пов'язані основні відмінності у будові ділянки. Відповідно, на правобережжі терасові масиви спочатку ділянки відносно невеликі, а більший масив сформований тільки в нижній частині. Назва ділянки – **Нижньо-Березівська**.

На межі Українських Карпат та Передкарпаття, зокрема представленого структурно-ерозійного низькогір'я Слободи Рунгурської, сформована наступна ОДд. У верхній своїй частині вона заходить за орографічну межу гір. Тут переважають ширини днища долини 700-900 м. На початку ділянки річка знаходиться під лівим бортом долини, але у центральній та нижній частині переважає правобічна асиметрія розташування русла річки. Основна частина днища це лівобережжя, окрім правобічного терасового масиву на початку ділянки. Тільки у верхній частині ділянки відносні висоти від урізу річки швидко збільшуються до 5 м. У центральній та нижній частині лівий берег більш пологий. Так само дещо змінюються відносні висоти терас. У верхній частині ділянки 10-15 м, у центральній та нижній 5-10 м. Там, де русло річки притискається до правого борту долини виникають урвища висотою від 15-35 м. Назва ділянки – **Яблунівська**.

Починаючи від наступної ділянки напрям долини р. Лючка стає субмеридіональним, вона виходить власне в межі Передкарпаття де зменшується вплив підняття Слободи Рунгурської. Тут же розташована межа Пригорганського та Покутсько-Буковинського Передкарпаття.

На даній ділянці переважають ширини днища долини 700-850 м. Річка та її русло не характеризуються переважаючою асиметрією. Основна частина звивистого тальвегу днища долини зайнята першою терасою (3-6 м) і руслом з елементами заплави. За межами тальвегу (центральної частини) в бічних частинах днища відносні висоти місцевості досягають 8-12 м. Назва ділянки – **Ковалівська**.

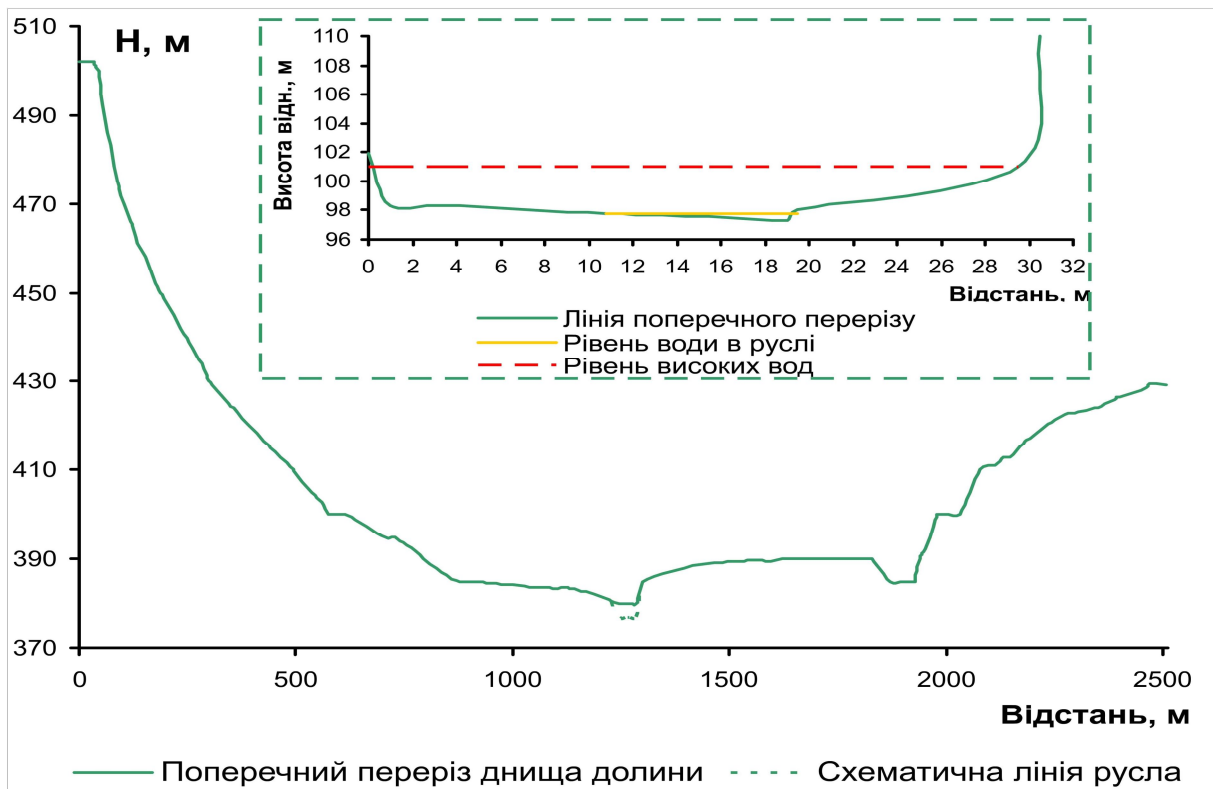


Рис. 7. Поперечний переріз на основі суміщення поперечних перерізів р. Лючка в с. Нижній Березів

Нижче розташована, ще одна ділянка субмеридіонального напрямку. Ширина дна долини становить переважно 1 км. На даній ділянці річка більше наближається до правого борту долини, хоча за рахунок звивин притиснення не є різко вираженим. Водночас правий борт долини досить різко виражений, крутий, з висотами близько 30 м (рис. 8).

Ще однією відмінністю від попередньої ділянки є наявність на лівобережжі досить чітко виражених елементів другої тераси з відносними висотами 7-10 м. Відповідно, центральна частина долини зайнята першою терасою з відносними висотами 3-5 м.

Слід відмітити, що русло р. Лючка обмежене крутими берегами з висотою в декілька метрів, врізане. Це вказує на неотектонічне підняття території. Водночас у минулому був період коли формувалась перша тераса і річка інтенсивно мігрувала за рахунок розвитку звивин. Це досить чітко видно за конфігурацією уступу до другої тераси. На даній ділянці переважають лівобічні притоки Лючки, які у нижній течії відхиляються відповідно до течії основної річки. Назва ділянки – **Мишинська**.

Гирлова ділянка Лючки сформована в межах спільної з р. Прут алювіальної рівнини. Місцеві (детальні умови рельєфу тут досить складні, що відображається на складній конфігурації течії Лючки. Русло залишається врізаним, обмеженим декілька метровими уступами. Переважаючи відносні висоти оточуючої терасової поверхні становлять 2-4 м.

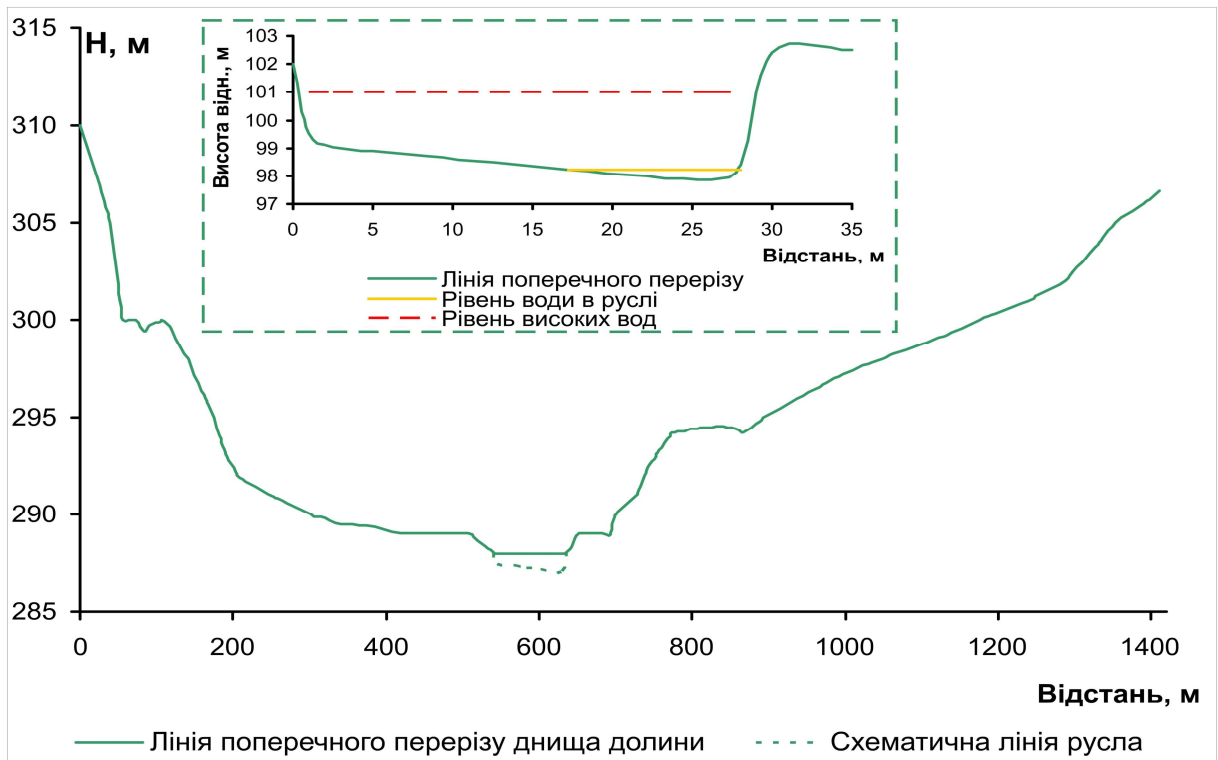


Рис. 8. Поперечний переріз на основі суміщення поперечних перерізів р. Лючка в с. Верхній Вербіж

Характеристика однорідних ділянок днища долини Лючки Сопівки. Вддовж р. Лючка Сопівка нами виділено додатковий стовбур річково-долинної системи Пістинки і Пруту. Перша ОДд сформувалась там, де Лючка Сопівка покидає основну частину підняття Слободи Рунгурської, що на поздовжньому профілі відповідає точці перегину на рівні 480 м (рис. 9).

На початку ділянки днище долини не широке (100-300 м), у центральній частині значно ширше (500 м та більше), а у нижній знову звужується (до 300-200 м). Русло і тальвег плавно звивисті. Відповідно, асиметрія днища долини змінна, не виражена. Русло на початку ділянки не має достатньо кутих берегів, а у центральній та нижній частині обмежене уступами висотою 2-3 м та схилами берегів до 4-5 м. Основні терасові масиви сформовані з обох боків попеременно. Навпроти них залишаються більш вузькі частини терасованого днища. Переважають відносні висоти 5-8 м. Чітких терасових уступів не спостерігається. Назва ділянки – **Новомарківська**.

Нижче розташована ділянка розширеного днища долини, яка поєднується з долинами лівобічних приток, утворюючи своєрідний долинний вузол. Конфігурація ділянки дугоподібна, ускладнена. Тут відбувається поворот напрямку течії із північно-східного на східний. Ширини днища долини становлять 0,9-1 км. Русло річки розташоване переважно біля правого борту долини. Воно не має виражених звивин і стиснуте хоча і не урвистими, але досить крутими берегами. В основній частині днища переважає перша тераса з відносними висотами 3-4 м. Цікаво відмітити, що весь сегментний масив днища долини з права обмежений власне Лючкою Сопівкою, а зліва чітко вираженим дугоподібним вигином її лівобічної притоки. Назва ділянки – **Печеніжинська**.

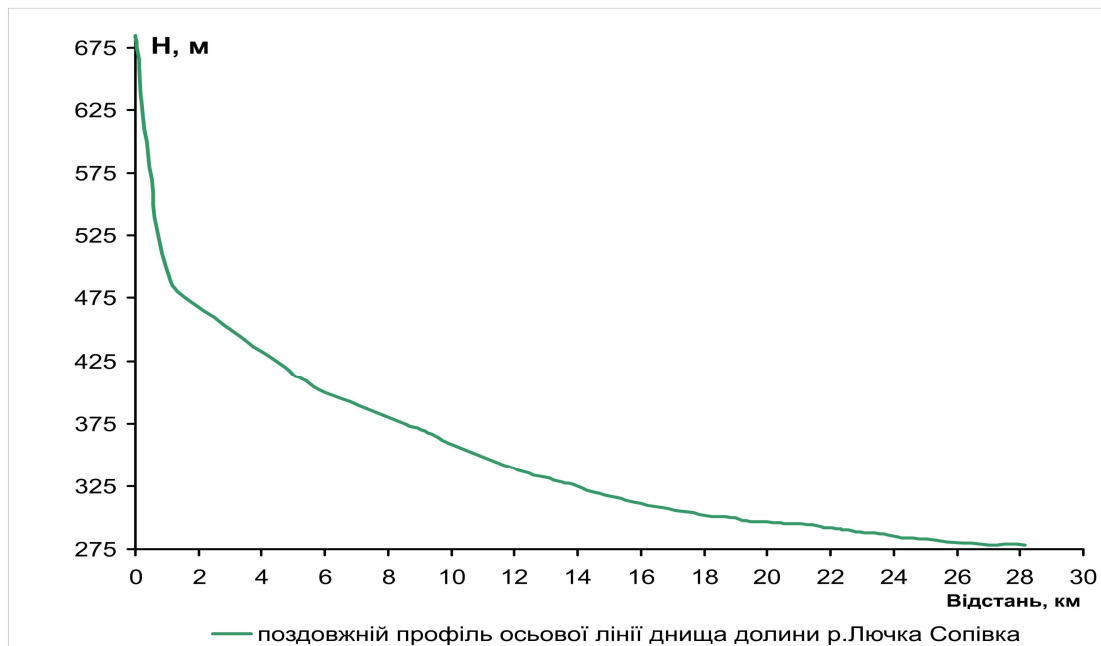


Рис. 9. Поздовжній профіль днища долини р. Лючка Сопівка

Нижче розташована субширотна ділянка долини Лючки Сопівки. Її днище має складну конфігурацію. Але переважають ширини 500-600 м, на окремих підділянках більше. Тільки на самому початку ділянки русло річки розташоване під лівим бортом долини, але на більшій частині переважає її правобічна асиметрія. Значні притиснення до крутого високого правого борту – локальні. На початку ділянки русло обмежене крутими берегами висотою 2-3 м. Висота терасових масивів переважно становить 4-6 м. Нижче за течією, вздовж русла з'являються уступи, висота яких поступово досягає 4-6 м, але наприкінці ділянки знову зменшується до 3-2 м. Загалом, русло являє собою врізані у тераси звивини. Висоти терас збільшуються до 5-7 м (центральна частина). У нижній частині ділянки – лівобережжя являє собою пологий схил з відносними висотами 8-11 м. Назва ділянки – **Нижньопеченіжинська**.

Гирлова ділянка р. Лючка Сопівка розташована в межах спільною з р. Прут частини алювіальної рівнини. Русло тут врізане в низькі тераси, звивисте.

Загалом, особливу ділянку алювіальної рівнини у гирлових частинах річок Пістинка, Лючка та Лючка Сопівка можна виділяти окремо від Прутьської і дати їй назву – **Пістинка-Лючка Сопівської**.

Кожна однорідна ділянка днища долини річки характеризується певними основними параметрами, за якими їх можна порівнювати. У таблиці наведено узагальнені дані про Одд основних річок системи. Пістинка-Лючка:

Висновки. На основі методики виділення цілісних, генетично однорідних ділянок днищ долин (Одд) рік досліджуваного басейну виконано їх детальний опис і характеристику. Застосування методики до умов середньогір'я, низькогір'я, височин та рівнин дозволило провести її удосконалення, зробити більш універсальною. Зокрема, це стосується виділення бічних меж днищ долин, а також аналізу ядер морфогенезу Одд із врахуванням необхідної генералізації. При цьому, враховано зменшення розмірів однорідних ділянок при переході до додаткових стовбурів системи і складних геолого-тектонічних умов.

Таблиця. Морфометричні показники ОДд річок системи.Пістинка-Лючка

№ п/п	Назва ділянки	Орієнтири розташування ділянки	Довжина ділянки, L, км	Ширини ділянки V _{одд} , м	Діапазони абс.висот на ділянці, H _{абс} , м	Середній похил I _{сер} , ‰
<i>Однорідні ділянки днища долини р. Пістинка</i>						
1	Верхньо-космацька	с. Космач	3,4	130-200	698-620	22,9
2	Космацька	с. Космач	4,5	300-700	620-540	17,7
3	Брустурська	с. Космач – с. Прокурава	2,5	150-300	540-500	16
4	Прокуравська	с. Прокурава – с. Шешори	5,6	500-750	500-460	7,1
5	Шешорська	с. Шешори – м. Пістинь	3,6	350-700	460-400	16
6	Пістинська	м. Пістинь – с. Спас	9,6	800-1500	400-335	6,7
7	Спаська	с. Спас – с. Н.Вербіж	10,2	700-1300	335-275	5,8
<i>Однорідні ділянки днища долини р. Лючка</i>						
1	Люківська	с. Лючки – с. Сер.Березів	6,4	500-1000	545-420	19,5
2	Середньо-березівська	с. Сер.Березів	2,4	230-300	420-395	10,4
3	Акринська	гирло р. Акра	1,7	800-1000	395-375	11,8
4	Нижньо-березівська	с. Н.Березів – с. Яблунів	3,7	550-850	375-355	5,4
5	Яблунівська	с. Яблунів – с. Стовпчатів	4,8	700-900	355-310	9,3
6	Ковалівська	с. Стовпчатів – с. Ковалівка	4,6	700-850	310-305	1,7
7	Мишинська	с. Ковалівка – с. В.Вербіж	5,9	900-1000	305-286	3,2
<i>Однорідні ділянки днища долини р. Лючка Сопівка</i>						
1	Новомарківська	с. Новомарківка – м. Печеніжин	4,7	100-500	380-340	8,5
2	Печеніжинська	м. Печеніжин	2,5	900-1000	340-315	10
3	Нижньопеченіжинська	м. Печеніжин – с. Сопів	3,7	500-600	315-295	5,4

Дослідження ОДд в системі Пістинки-Лючки показало, що вони мають різні розміри та особливості будови для ділянок річок різного порядку (величини) та у різних природних умовах.

Щодо типології ОДд, то визначено їх два основних типи: транзитні та акумулятивні, вони ототожнюються зі звуженими та розширеними ділянками днищ долин. Вивчення ОДд також дозволяє систематизувати уявлення щодо місцевих бічних обмежень розвитку русел та заплав річок. Розроблена схема вивчення бічних обмежень охоплює спектр умов від звужених днищ гірських долин до широких та плоских ділянок алювіальних рівнин.

Список літератури

1. Костенюк Л. В. Закономірності руслоформування у річковій системі Верхнього Пруту: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр.наук: спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Л. В. Костенюк. – Чернівці, 2012. – 20 с. 2. Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с. 3. Кравчук Я. С. Геоморфологія Скибових Карпат / Я. С. Кравчук. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2005. – 232 с. 4. Кравчук Я. С. Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат / Я. С. Кравчук. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2008. – 188 с. 5. Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю. С. Ющенко. – Чернівці: Рута, 2005. – 320 с.

Структура сучасної річково-долинної системи Пістинка-Лючка

Костенюк Л.В., Ющенко Ю.С.

Використовуючи методику виділення головних складових сучасних річково-долинних систем з використанням ГІС-технологій, виконано детальний опис і характеристику Одд системи Пістинка-Лючка

Ключові слова: сучасна річково-долинна система (СРДС), однорідні ділянки днищ долин (ОДд), поздовжній профіль, поперечний переріз.

Структура современных речных долин системы Пистынка-Лючка

Костенюк Л.В., Ющенко Ю.С.

Используя методику выделения главных составляющих системы речных долин и используя современные ГИС-технологии, выполнено детальную характеристику однородных участков речных долин системы Пистынка-Лючка.

Ключові слова: современная система речных долин, однородные участки днищ долин, продольный уклон, поперечный профиль

The description of channel ways and high-water beds of Pistynka-Luchka system

Kostenyuk L., Yushchenko Y.

Homogeneous areas of channel ways and high-water beds of major rivers within the Pistynka-Luchka system were outlined and characterized. Channel way-knowledge analysis of the homogeneous areas of channel ways and high-water beds'inner structure and the processes of their elements' development was conducted.

Keywords: present-day river-lowland system, territorial division of river valley bottoms, homogeneous areas of river channels and flood plains.

Надійшла до редколегії 10.07.2014

УДК 556.5

Манукало В. О., Гальперіна Т. О.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ПРО ВРАХУВАННЯ ПРОСТОРОВОЇ НЕРІВНОМІРНОСТІ ГЛИБИНИ ПРОМЕРЗАННЯ ҐРУНТУ В РІЧКОВИХ БАСЕЙНАХ

Ключові слова: глибина промерзання, річковий басейн, просторовий розподіл

Вступ. У практиці гідрологічних розрахунків і прогнозів виникає необхідність оцінити фізичний стан ґрунту (вологість та інфільтраційну здатність) у зимово-весняний період. Ці характеристики залежать від ряду фізико-географічних факторів, зокрема, від глибини промерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту в межах навіть незначних площ змінюється в залежності від співвідношення складових теплового балансу діяльного шару ґрунту, від його агрогідрологічних властивостей і структурних особливостей, висоти та рельєфу місцевості, а також від характеру рослинності на окремих ділянках території. Важливим фактором нерівномірності промерзання ґрунту у лісі є відмінність у товщині лісової підстилки

та мохового покриву. Суттєво впливає на просторовий розподіл глибини промерзання ґрунту сніговий покрив.

Питанню оцінки просторового розподілу глибини промерзання ґрунту при вирішенні гідрологічних задач присвячена низка публікацій, серед яких відмітимо роботи [3-6]. Наявність даних тривалих інструментальних вимірювань глибини промерзання ґрунту на спеціалізованих гідрометеорологічних станціях гідрометеорологічної служби України дозволила доповнити та деталізувати зазначені дослідження.

Метою даної статті є представлення результатів дослідження просторового розподілу глибини промерзання ґрунту на малих річкових водозборах, що розташовані в різних природних зонах України.

Виклад основного матеріалу. В основу дослідження покладені матеріали гідрометеорологічної служби України, а саме, дані вимірювань глибини промерзання ґрунту на малих водозборах Придеснянської, Велико-Анадольської водно-балансових станцій (ВБС) і Баришівської болотної станції (БС), а також Богуславської польової експериментальної гідрологічної бази (БПЕГБ) Українського гідрометеорологічного інституту.

Придеснянська ВБС розташована в басейні річки Десна в зоні Українського Полісся з властивими для нього кліматичними умовами. Ґрунти водозборів - сірі і світло-сірі лісні опідзолені на лесоподібних суглинках та супісках.

Богуславська ПЕГБ знаходиться в лісостеповій зоні в басейні ріки Рось. Ґрунтоутворюючі породи - лесоподібні суглинки. Ґрунти на рівних ділянках представлені головним чином мало гумусними слабо- та середньо змитими чорноземами. У верхній частині водозборів зустрічаються сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти.

Велико-Анадольська ВБС (закрита на початку 1990-х років) розташовувалась у степовій зоні, займала західну частину басейну ріки Кальміус та південно-східну частину басейну р. Самари. Ґрунти - переважно звичайні чорноземи на суглинках.

Роботи Баришівської БС (припинила функціонувати як болотна станція на початку 1990-х років) проводились у басейні річки Трубіж. Ландшафт північної частини басейну річки типовий для Українського Полісся, південної частини - для лісостепу. Торф'яні ґрунти займали близько 70% площі заплави річки. Це в основному осоковий, осоково-гіпновий та осоково-гіпново-очеретовий торф. В південній частині басейну торф зникає, поступаючись місцем мінеральним ґрунтам на лесах та лесоподібних суглинках.

Спостереження за промерзанням ґрунтів на Придеснянській ВБС розпочали проводити ще до Другої світової війни, на інших станція – з 1960-х років. До війни та в перші післявоєнні роки глибину промерзання визначали візуально за відібраними в результаті шурфування зразкам, а з 1950-х років – за мерзлотоміром Даниліна. Вимірювання проводили в постійних місцях спостережень. З кінця 1950-х років на двох малих водозборах Придеснянської ВБС (логи Опитний та Лісний) проводили також маршрутні вимірювання глибини промерзання з одночасним відбором проб ґрунту на вологість.

В дослідженні використані матеріали спостережень по 1990 рік на Велико-Анадольській ВБС та Баришівській БС та по 1997 рік на Богуславській ПЕГБ та Придеснянській ВБС. За цей період відмічені зими як з дуже великою (більше 100-130 см), так і дуже малою (менше 30-35 см) глибиною промерзання, що дає підставу розглядати період спостережень як достатньо репрезентативний.

Спостереження за промерзанням ґрунту на мережі гідрометеорологічної служби проводять переважно на сільськогосподарських полях, а оцінку промерзання ґрунту на лісових ділянках виконують на основі співвідношення з її

значенням на польових ділянках. Наявність паралельних спостережень на ВБС та ПЕГБ на відкритих та лісових ділянках дозволила уточнити співвідношення глибини промерзання ґрунту в полі та лісі. Розглянута максимальна за зиму глибина промерзання ґрунту. Для аналізу відібрані дані спостережень в місцях з приблизно однорідним рельєфом та висотним положенням. Лісові ділянки на Придеснянській, Велико-Анадольській ВБС та Богуславській ПЕГБ зайняті листяним лісом.

Зв'язок між глибиною промерзання ґрунту в лісі та в полі $L_{\text{л}}=f(L_{\text{н}})$ для всіх розглянутих природних зон України можна описати однією нелінійною залежністю (рис.1), характер якої свідчить про те, що в лісі в результаті впливу лісової підстилки, а також більшої висоти снігового покриву глибина промерзання менша ніж у полі. Однак ця різниця не постійна. При малому промерзанні в полі ($L_{\text{н}} \leq 30$ см) глибина промерзання у лісі менше в 3-4 рази, а при $L_{\text{н}} > 30$ см це співвідношення складає 1,5 – 2,5 рази. При $L_{\text{н}} \leq 7$ см, $L_{\text{л}} = 0$. Нелінійний характер залежності обумовлений більшим впливом розподілу снігового покриву на місцевості при незначному промерзанні ґрунту у полі.

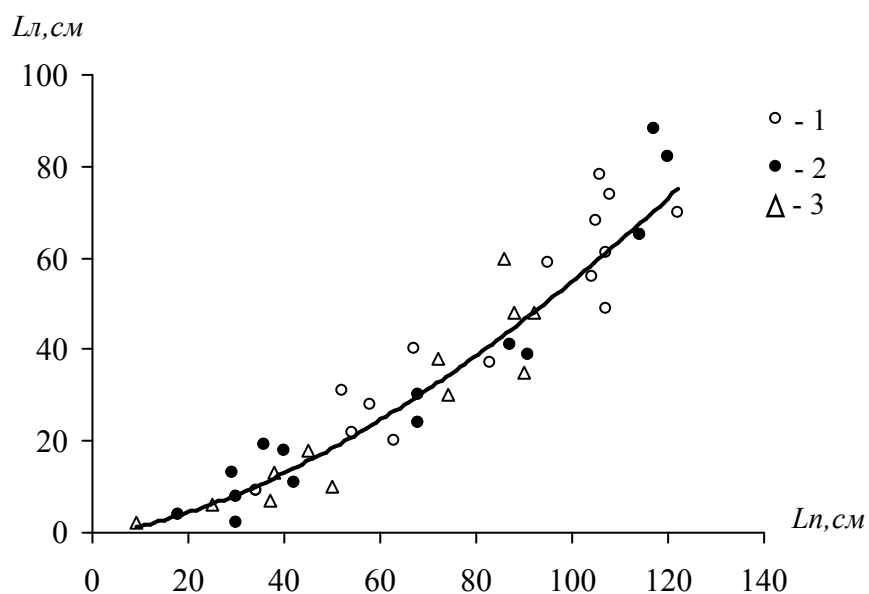


Рис.1. Зв'язок глибини промерзання ґрунту на залісених $L_{\text{л}}$ та відкритих $L_{\text{н}}$ ділянках водозборів Придеснянської ВБС (1), Богуславської ПЕГБ (2) та Велико-Анадольської ВБС (3)

Залежність $L_{\text{л}}=f(L_{\text{н}})$ аналітично може бути представлена формулою:

$$L_{\text{л}}=0,04L_{\text{н}}^{1,57}, \quad (1)$$

коефіцієнт кореляції якої, розрахований за методикою Г.А. Алексєєва [1], складає $r = 0,94$.

Структура формули (1) близька до структури рівняння, що отримано в роботі [6] для умов басейну річки Дон:

$$L_{\text{л}}=0,1L_{\text{н}}^{1,4} - 5, \quad (2)$$

що вказує на загальний територіальний характер залежності $L_{\text{л}}=f(L_{\text{н}})$ для південно-західної частини Російської рівнини для умов листяного лісу.

Заплавні болота у басейні річки Трубів у природному стані завдяки більшій вологості торф'яних покладів, високої теплоємності та відносно низької теплопровідності торфу, а також наявності болотної рослинності промерзають у зимовий період неглибоко – до декількох сантиметрів, а в деякі зими не замерзають зовсім. Осушення та наступне сільськогосподарське використання боліт змінило їх гідрологічний та гідрогеологічний режими. Крім того, замість болотної рослинності, яка перешкоджає охолодженню боліт (у тому числі і за рахунок утримання снігу), прийшли сільськогосподарські культури. Ці культури збирають восени, що призводить до оголення полів та зменшення висоти снігового покриву.

Таким чином, осушення боліт сприяє збільшенню глибини промерзання ґрунту. Однак, навіть осушений торф'яний ґрунт промерзає менше, ніж мінеральний ґрунт завдяки наявності в ньому більшій кількості органічних речовин (рис.2).

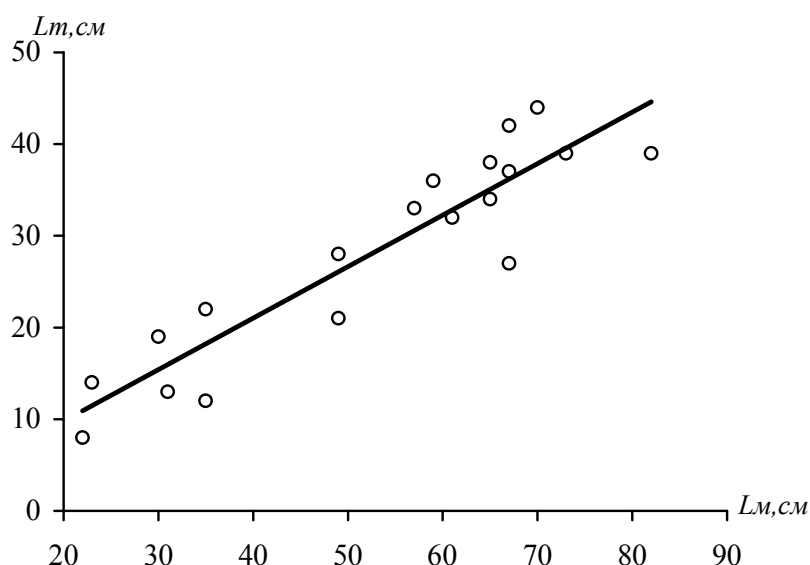


Рис.2. Зв'язок між глибиною промерзання осушеного мінерального ґрунту L_m та торф'яного ґрунту L_t

Аналітичний зв'язок між глибиною промерзання торф'яних осушених L_m та мінеральних L_t ґрунтів в умовах Українського Полісся може бути виражений лінійним рівнянням

$$L_m = 0,56L_t - 1,45, \quad (3)$$

коефіцієнт кореляції якого $r = 0,92$.

Просторову нерівномірність промерзання ґрунту можна описати за допомогою кривих розподілу – емпіричних та теоретичних [2, 3]. Емпіричні криві розподілу будують за даними натурних вимірювань. Інтегральні криві розподілу дозволяють визначити сумарні площі ділянок території, що розглядається, з різною глибиною промерзання.

Із зменшенням середньої глибини промерзання збільшується її просторова нерівномірність. У зими з приблизно однаковими середніми значеннями глибини промерзання форма інтегральних кривих дуже близька, що дозволяє використовувати в різних розрахунках типові криві розподілу [3]. При цьому, в

якості теоретичної моделі можна використовувати біноміальний розподіл з відношенням коефіцієнта асиметрії до коефіцієнта варіації $C_s / C_v = 2$.

Має місце зв'язок коефіцієнта просторової варіації глибини промерзання ґрунту C_v із середньою в межах водозбору глибиною промерзання L_{cp} (рис. 3). Коефіцієнт кореляції зазначеної залежності, визначений за методикою Г.А.Алексєєва [1], становить $r = 0,88$.

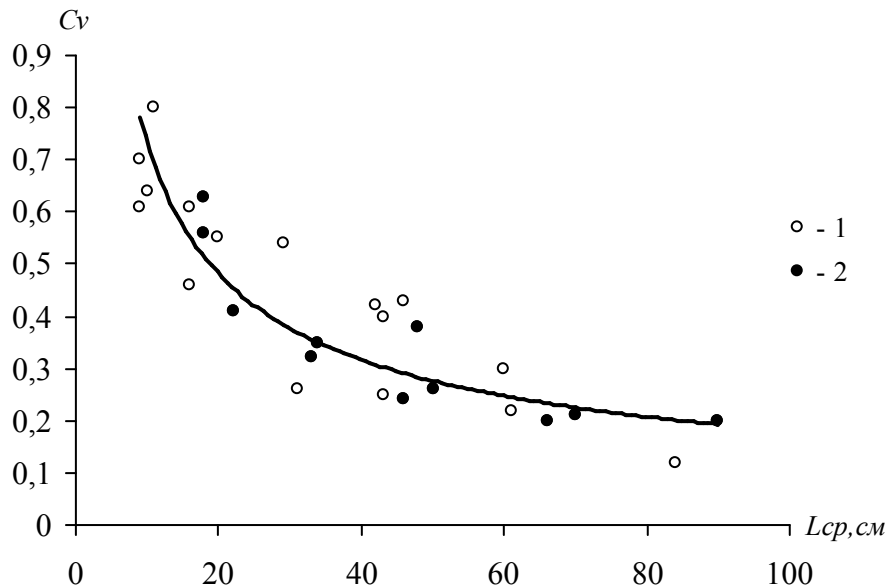


Рис.3. Залежність коефіцієнта варіації глибини промерзання по площі C_v від середньої по площі глибини промерзання L_{cp} для відкритих (1) та заліснених (2) водозборів

Цей зв'язок має місце як для польових, так і для заліснених ділянок. Аналітично його можна виразити рівнянням

$$C_v = 2,97L_{cp}^{-0,61}. \quad (4)$$

Маючи дані про середню глибину промерзання та коефіцієнт її просторової варіації можна визначити координати кривої розподілу, на підставі якої встановити долю площі річкового басейну з глибиною промерзання, яка нас цікавить fL .

В гідрологічних прогнозах практичний інтерес становлять дані про площу басейну із незначною глибиною промерзання ґрунту, наприклад, що не перевищує 15 см, тобто в межах орного шару ґрунту з підвищеною водопроникністю. При збільшенні середньої глибини промерзання зменшується доля площі з глибиною промерзання ґрунту $L \leq 15$ см.

За даними про щорічні криві розподілу глибини промерзання були визначені відносні значення площі водозборів (%), на яких глибина промерзання менше або дорівнює 15 см - $fL \leq 15$. Була побудована емпірична залежність (рис. 4) для визначення величини $fL \leq 15$ (в % від загальної площі водозбору) за даними про середню на водозборі глибину промерзання ґрунту без попередньої побудови інтегральних кривих розподілу.

Залежність $fL \leq 15 = \varphi(L_{cp})$ в аналітичному вигляді можна представити у вигляді рівняння:

$$fL \leq 15\% = 219e^{-0,079L_{cp}}. \quad (5)$$

Коефіцієнт кореляції залежності (5), визначений за методикою [1], становить $r = 0,97$.

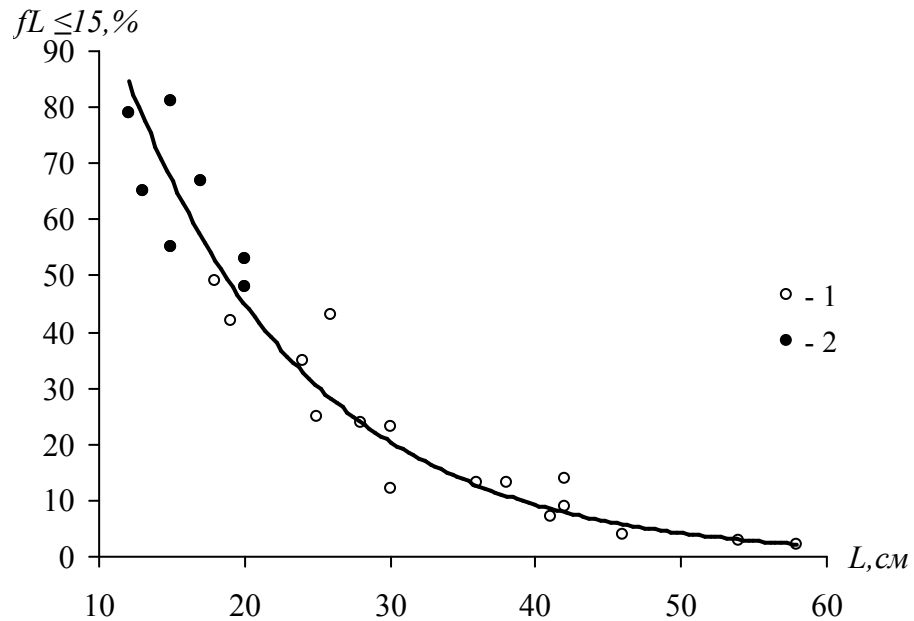


Рис.4. Залежність відносної площі з глибиною промерзання ґрунту, що не перевищує 15 см $fL \leq 15$ від середньої глибини промерзання в басейні $L_{ср}$ для відкритих (1) та залісених (2) водозборів

З рівняння (5) випливає, що при середній глибині промерзання ґрунту на водозборі $L \geq 60$ см малоімовірно наявність ділянок з глибиною промерзання $L \leq 15$ см, що узгоджується з даними, наведеними в публікаціях [3,6].

Висновки і рекомендації. В межах навіть невеликих річкових басейнів спостерігається істотна нерівномірність промерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту у лісі менша ніж у полі, однак із збільшенням величини глибини промерзання ця різниця зменшується. Також менше промерзає осушений торф'яний ґрунт. При відсутності спостережень за глибиною промерзання ґрунту в лісі та на осушених болотах її значення для рівнинної частини України можна визначати за рівняннями (1) та (2).

Статистично просторову нерівномірність глибини промерзання ґрунту добре описують біноміальні криві розподілу (при $C_s/C_v = 2$), для визначення координат яких необхідні відомості про середню по території глибину промерзання ґрунту та коефіцієнт її варіації. Для визначення останнього можна використовувати залежність (3).

Для оперативного визначення долі площі водозбору зі слабо промерзлим ґрунтом ($L \leq 15$ см) можна без побудови інтегральних кривих розподілу, користуватися рівнянням (5).

Список літератури

1. Алексеев Г. А. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей / Г. А. Алексеев. – Л. : Гидрометеиздат, 1971. – 363 с.
2. Апполов Б. А. Курс гидрологических прогнозов / Апполов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 419 с.
3. Комаров В. Д. Весенний сток равнинных рек Европейской части СССР, условия его формирования и методы прогнозов / В. Д. Комаров. – Л. : Гидрометеиздат, 1959. – 295 с.
4. Комаров В. Д. Исследование влияния глубины промерзания почвы на талый сток рек степной и лесостепной зон / В. Д. Комаров, Т. Т. Макарова // Труды IV Всесоюз. гидрол. съезда. – Л. : Гидрометеиздат, 1976. – Т.7. – С. 75-80.
5. Паршин В. Н. Определение и учет глубины промерзания почвы при расчетах и

прогнозах стока вод в зоні недостаточного у зволоження / В. Н. Паршин // Метеорологія і гідрологія. – 1979. – №9. – С. 19-24. 6. Соколова Н. В. О просторовій і часовій змінливості промерзання ґрунту в басейні р. Дону / Н. В. Соколова // Труды ГГИ. – 1974. – Вып. 214. – С.32-40.

Про врахування просторової нерівномірності глибини промерзання ґрунту в річкових басейнах

Манукало В. О., Гальперіна Т. О.

У статті розглянуто просторовий розподіл глибини промерзання ґрунту на малих річкових водозборах різних природних зон України. Використані результати інструментальних вимірювань глибини промерзання ґрунту на малих водозборах Придніпрянської, Велико-Анадольської водно-балансових станцій, Бариської болотної станції, а також Богуславської польової експериментальної гідрологічної бази Українського гідрометеорологічного інституту. Запропоновані емпіричні аналітичні залежності для визначення просторової нерівномірності глибини промерзання ґрунтів.

Ключові слова: глибина промерзання, річковий басейн, просторовий розподіл.

Об учете пространственной неравномерности глубины промерзания почвы в речных бассейнах

Манукало В. А., Гальперина Т. А.

В статье рассмотрено пространственное распределение глубины промерзания почвы на малых речных водосборах различных природных зон Украины. Используются результаты инструментальных измерений глубины промерзания почвы на малых водосборах Приднестрянской, Велико-Анадольской водно-балансовых станций, Барышевской болотной станции, а также Богуславской полевой экспериментальной гидрологической базы Украинского гидрометеорологического института. Предложены эмпирические аналитические зависимости для определения пространственной неравномерности глубины промерзания почвы.

Ключевые слова: глубина промерзания, речной бассейн, пространственное распределение.

About the consideration of the spatial distribution of soil freezing depth in river basins

Manukalo V. O., Galperina T. O.

The spatial distribution of soil freezing depth in small river catchments of different natural zones of Ukraine has been considered in the paper. Results of instrumental measurements of soil freezing depth in small watersheds of the Desnianska, Veliko-Anadolska water-balance stations, the Baryshevsk marsh station, as well as the Boguslavsk field experimental hydrological base of the Ukrainian Hydrometeorological Institute have been used. The empirical analytical dependences for the determination of spatial non-uniformity of the soil freezing depth have been proposed.

Keywords: soil freezing depth, river catchment, space distribution.

Надійшла до редколегії 27.08.2014

УДК [574.52:556] (477)

Дзеціна Д. В.

Національний авіаційний університет, м. Київ

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

**ЗОВНІШНІЙ ВОДООБМІН ЯК ФАКТОР ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМИ
МАЛОГО ВОДОСХОВИЩА
(на прикладі Шушківського – Гнилий Тікич)**

Ключові слова: складові водного балансу, зовнішній водообмін, трофічний статус

Актуальність проблеми. Відомо, що малі річки характеризуються значною нерівномірністю стоку як у межах року, так і за багаторічний період. Тому при сучасному інтенсивному господарському використанні місцевих водних ресурсів

неможливо обійтися без регулювання водності малих річок ставками і водосховищами. Водосховища і ставки – це штучні водойми, які створюють в умовах нерівномірного розподілу річкового стоку з метою його регулювання для забезпечення потреб господарства і населення у воді.

Умовно прийнято, що штучна водойма об'ємом до 1 млн. м³ є ставком, а з більшим – водосховищем. Ці штучні водойми мають винятково велике господарське значення. Вони використовуються для гідроенергетики, промислового і побутового водопостачання, судноплавства, риборозведення, зрошення та обводнення територій. Акумулюючи воду під час повені і паводків, ставки і водосховища дозволяють використовувати її в меженний період, коли стік річок малий, а потреба у воді найбільша. Створений при цьому напір може використовуватися для виробництва електроенергії та подачі води самопливом на зрошення.

Однак, при всій очевидності позитивного впливу штучних водойм на результати господарської діяльності, їх створення порушує природний режим водотоків і без вжиття відповідних компенсаційних заходів може призвести до небажаних наслідків. Тому збереження природного комплексу малої річки разом із спорудженими на ній ставками і водосховищами необхідно розглядати як важливу проблему. Надмірне захоплення будівництвом ставків може призвести до зовнішнього тимчасового благополуччя, але, оскільки надходження води і наносів здійснюється по всій довжині річки, окремі ставки чи їх каскади замулюються [1].

В статті наведено результати дослідження водного балансу та зовнішнього водообміну однієї із таких водойм – Шушківського водосховища, як важливих факторів формування його екологічного стану.

Стан проблеми. На початок 1990 р. в Україні налічувалося 1094 водосховища і 27579 ставків із загальним об'ємом води понад 3 км³ і площею водного дзеркала 2120 км² [7]. Зараз їх суттєво більше. Переважна більшість із них внаслідок тривалої експлуатації перебуває у занедбаному стані.

В Америці та в Європі наукові розробки щодо оцінки негативного впливу порушення гідрологічного режиму знайшли розуміння і підтримку суспільства. Це стало поштовхом для поєднання наукових розробок і практичного втілення в життя ідеї послаблення цього впливу при реконструкції гідроекосистем [2]. На жаль, в Україні, починаючи з 90-х років, ці питання не отримують потрібної підтримки, а відсутність належної законодавчої бази і контролю за гідротехнічним будівництвом сприяли створенню сотень нових гребель – переважно з метою розвитку рибиництва на малих водоймах [3].

Ця загальна тенденція не обійшла і Черкаську область, де зокрема на річці Гнилий Тікич ще в 1954 році було створено Шушківське водосховище (рис. 1), яке є характерним представником малих водосховищ на річках України.

Річка Гнилий Тікич протікає в межах Ставищенського району Київської області та Лисянського, Звенигородського, Катеринопільського і Тальнівського районів Черкаської області. Злиття Гнилого Тікича з Гірським Тікичем дає початок річці Синюха, яка є притокою Південного Бугу.

За морфологічними ознаками Шушківське водосховище (рис. 2) можна віднести до проточних, неглибоких і нешироких штучних водойм.

В цілому, його параметри не сильно відрізняються від параметрів ділянки річки, на якій воно створене. Так, середня глибина водойми не перевищує 0,9 м, максимальна – 3,2 м. Площа водної поверхні становить 171 тис. м², об'єм – 153 тис. м³.



Рис. 1. Водосховище на р. Гнилий Тікич (біля с. Шушківка)



Рис. 2. Картосхема Шушківського водосховища

Результати досліджень. Відомо, що водний баланс будь-якої водойми лежить в основі врахування водних мас, розчинених і завислих речовин, біогенних елементів і водних організмів. Крім того, зовнішній водообмін визначає динаміку всередині водойми, а значить, безпосередньо позначається на характері та інтенсивності хімічних і біологічних процесів, що відбуваються у водоймі.

Тому при будь-яких екологічних оцінках і прогнозах, пов'язаних з вивченням умов формування якості вод і біопродуктивності водойм, при аналізі абіотичних компонентів екосистем в першу чергу слід звертати увагу на значення і співвідношення складових водного балансу водойм й інтенсивність їх зовнішнього водообміну [4]. Тобто, водний баланс та зовнішній водообмін є одними з провідних факторів формування екологічного стану водойми.

В Шушківське водосховище вода надходить переважно за рахунок поверхневого стоку та атмосферних опадів на водну поверхню.

Постійних спостережень за поверхневим стоком Гнилого Тікича в районі Шушківки не проводилося. Тому нами зроблено розрахунки цієї складової водного балансу методом аналогії. При цьому використано дані гідрологічного поста Лисянка [5]. Згідно з цими даними, в районі Лисянки середня річна витрата води, осереднена за 1944–1987 рр., складає $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ (річний об'єм стоку $78,8 \text{ млн. м}^3$). Максимальна спостережена витрата становить $170 \text{ м}^3/\text{с}$, але були випадки, коли стоку в цьому створі взагалі не було. З урахуванням співвідношення площ водозбору Гнилого Тікича до створу Шушківка і до створу Лисянка (624 і 1450 км^2) та того факту, що коефіцієнт стоку з вказаних водозборів приблизно однаковий, річний стік Гнилого Тікича в районі Шушківки можна оцінити в $33,9 \text{ млн. м}^3$.

У регіоні, де знаходиться водосховище, за рік в середньому випадає 590 мм атмосферних опадів [6]. З урахуванням площі водного дзеркала водойми, за рік до водосховища надходить в середньому $0,1 \text{ млн. м}^3$ води безпосередньо за рахунок опадів. По роках цей притік може змінюватися в межах $10\text{--}15\%$.

Безумовно, однією зі складових прибуткової частини водного балансу може бути притік підземних вод. Згідно з довідником [7] живлення підземним стоком річок району незначне. Гнилий Тікич до створення на ньому водосховища одержував підземне живлення за рахунок верхнього шару ґрунтових вод - типу верховодки. З підняттям рівня води (при створенні водосховища) цей вид живлення знизився – практично до нуля.

Таким чином, Шушківське водосховище за рік одержує приблизно $34,0 \text{ млн. м}^3$ води.

До видаткової складової водного балансу водосховища відноситься випаровування з його водного дзеркала. Кліматичні дані [6] свідчать про те, що за рік з водної поверхні водосховища випаровується шар води майже в 500 мм , що становить $0,0855 \text{ млн. м}^3$. Це досить мала величина.

Стік через греблю, що утворила водосховище, можна прийняти рівним поверхневому притоку плюс різниця між об'ємами опадів і випаровування: $33,9 + (0,1 - 0,0855) = 34,0 \text{ млн. м}^3$ за рік.

Таким чином, витратну частину балансу можна оцінити також в $34,0 \text{ млн. м}^3$ води за рік.

Аналіз складових водного балансу показав, що при сучасному об'ємі води в Шушківському водосховищі зовнішній водообмін, тобто повна заміна води у водоймі, відбувається за $1,64$ доби, або 221 разів за рік.

В багатоводні роки період водообміну може зменшуватися до однієї доби. В маловодні роки вода у водосховищі змінюється в середньому за $2\text{--}4$ доби.

Неоднорідними є сезонні показники водообмінних процесів в Шушківському водосховищі.

Так, навесні при проходженні водопілля річкові водні маси, що надходять у водойму, затримуються тут лише на півдобу. Взимку річкова вода перетинає водосховище в середньому за 2,5 -3,5 доби. В літньо-осінній період при відсутності дощових паводків водообмін подібний.

Таким чином, Шушківське водосховище можна віднести до водойм з інтенсивним водообміном. У гідрологічному режимі водойм такого типу проявляється схожість з річковим. У заростанні панує реофільний комплекс. Фітопланктон досить різноманітний у видовому відношенні, але кількісні його показники невеликі. Зоопланктон бідний, проте угруповання донних безхребетних дуже різноманітні і високопродуктивні [2].

Водойми даної групи відрізняються інтенсивним газовим режимом і значним вмістом біогенних речовин. В цілому, ці водойми характеризуються середньою та вище середньої градаціями гідроекологічних показників, що свідчить про їх сприятливий з точки зору водокористування трофічний статус. Таких водойм небагато. В Україні до них належать деякі заплавні водойми пониззя Дніпра - Собецький, Фролівський, Казначейський лимани і проточні ділянки окремих озер [4].

Проведені нами в 2013–2014 рр. натурні спостереження показали, що для Шушківського водосховища характерним є саме реофільний комплекс водної рослинності. В залежності від глибини гідрофіти утворюють тут прибережно-водні (очерет, рогіз, стрілолист тощо) та водні угруповання. Останні представлені куширом зануреним (*Ceratophyllum demersum* L.) та водоперицею колосистою (*Myriophyllum spicatum* L.). На замулених пісках розташовані зарості елодеї канадської (*Elodea Canadensis* Michx.).

Вздовж берегів водосховища домінують повітряно-водні рослини, серед яких найбільш поширений рогіз широколистий (*Typha latifolia* L.). Під час натурних спостережень було зареєстровано невелику куртину рогозу Лаксмана (*Typha Laxmannii* Leresch). Правий берег водосховища оточений суцільним поясом наземних рослин, серед яких домінує верба ламка (*Salix fragilis* L.). На лівому березі деревна рослинність менш розповсюджена.

Зазначимо, що прибережно-водні рослини чинять позитивний вплив на кисневий режим водосховища. Під впливом рослин, особливо занурених, збільшується вміст кисню у воді, в результаті чого відбувається швидке окислення органічної речовини, прискорюється процес самоочищення.

На наш погляд, саме висока проточність Шушківського водосховища обумовлює активний розвиток реофільних угруповань вищої водної рослинності, які в свою чергу забезпечують значний самоочисний потенціал водойми.

Для порівняння зазначимо, що більшість водойм України відрізняється досить слабким зовнішнім водообміном: період водообміну складає у них 15–20 діб (наприклад озера пониззя Дніпра: Бурякове, Назарово-Погоріле, Гнилуха, Горілля), а у деяких з них (озеро Чайка) період водообміну сягає 58 діб. Найбільш слабким водообміном характеризуються Шацькі озера Світязь та Пісочне – умовна зміна води в них здійснюється приблизно за 9 років, що довше навіть, ніж у закритих лиманах Північно-Західного Причорномор'я. Зазначимо, що Шацькі озера - найменш проточні серед всіх досліджених водойм України [4]. Для таких водойм характерним є лімнофільний комплекс водної рослинності.

Висновки.

1. Сучасне інтенсивне господарське використання водних ресурсів призвело до регулювання малих річок штучними водоймами - ставками та водосховищами. Ці штучні водойми мають велике господарське значення.

Однак, при всій очевидності позитивного впливу, їх створення порушує природний режим водотоків, що може призвести до небажаних екологічних наслідків. Тому збереження природного комплексу малих річок разом із спорудженими на них ставками і водосховищами є важливою задачею сучасної гідроекології.

2. Створене на річці Гнилий Тікич в Черкаській області в районі с.Шушківка водосховище, як раз є характерним представником водосховищ на малих річках України. Його середня глибина не перевищує 0,9 м, максимальна – 3,2 м. Площа водної поверхні становить 171 тис. м², об'єм – 153 тис. м³.

3. Шушківське водосховище ніколи не було об'єктом гідроекологічних досліджень, першим етапом яких повинна бути оцінка гідрологічних умов функціонування його екосистеми.

4. Серед екологічно значущих елементів гідрологічного режиму водних екосистем в першу чергу увага повинна звертатися на водний баланс та інтенсивність зовнішнього водообміну. Як раз ці елементи водного режиму Шушківського водосховища стали предметом наших досліджень.

5. Результати досліджень показали, що основними складовими водного балансу водосховища є поверхневий притік та стік, атмосферні опади та випаровування з його водної поверхні. Величини придаткової та видаткової частин водного балансу тут складають в середньому 34,0 млн. м³ за рік.

6. Указаний водний баланс забезпечує досить інтенсивний зовнішній водообміном Шушківського водосховища (повна заміна води тут відбувається в середньому за 1,64 доби). За рік водна маса змінюється тут 221 раз. В багатоводні роки період водообміну може зменшуватися до однієї доби.

7. Активний зовнішній водообмін сприяє підтриманню у водосховищі хороших екологічних умов. Тут характерним є реофільний комплекс фітоценозів, що підтверджено натурними спостереженнями. В залежності від глибини гідрофіти утворюють прибережно-водні (очерет, рогіз, стрілолист тощо) та водні угруповання. Вздовж берегів водосховища домінують повітряно-водні рослини.

8. Шушківське водосховище може бути придатним для багатьох галузей водокористування, в тому числі для рибного господарства та рекреації.

Список літератури

1. Михайлов В. Н. Гідрологія / Михайлов В. Н., Добровольский А. Д., Добролюбов С. А. – М. : Высш. шк., 2007. – 464 с. 2. Begemann W. Inżynieria ekologiczna w budownictwie wodnym i ziemnym / W. Begemann, H. M. Schiechl. – Warszawa : Wyd-wo Arkady, 1999. – 199 р. 3. Все про прибережні захисні смуги : Зб. наук.-популярних статей / за ред. Р. В. Бабко, Т. Г. Чорної. – Одеса : Альтпрес, 2007. – 112 с. 4. Тимченко В. М. Екологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко. – К. : Наук. думка, 2006. – 383 с. 5. Государственный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. II, вып.1. – К., 1987. 6. Клімат України / За ред. В. М. Липінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К. : вид-во Раєвського, 2003. – 344 с. 7. Справочник по водным ресурсам СССР. Т.8: Украинская ССР. Ч.1 – К. : Узд-во АН УССР, 1954. – 621 с. 8. Роль прибережно-водної рослинності у самоочищенні водойм.

Зовнішній водообмін як фактор функціонування екосистеми малого водосховища (на прикладі Шушківського – Гнилий Тікич)

Дзеціна Д.В.

В статті аналізуються водний баланс та зовнішній водообмін як ключові фактори функціонування екосистеми та формування екологічного стану Шушківського водосховища – Гнилий Тікич.

Ключові слова: складові водного балансу, зовнішній водообмін, трофічний статус.

Внешний водообмен как фактор функционирования экосистемы малого водохранилища (на примере Шушковского – Гнилой Тикич)

Дзецина Д.В.

В статье анализируются внешний водообмен и водный баланс как ключевые факторы функционирования экосистемы и формирования экологического состояния Шушковского водохранилища - Гнилой Тикич.

Ключевые слова: *составляющие водного баланса, внешний водообмен, трофический статус.*

External water exchange as factor functioning of the ecosystem small reservoir (on example Shushkivske reservoir – Gniliy Tikych)

Dzetsina D.V.

The article analyzes the external water exchange and water balance as key factors functioning ecosystems and the ecological condition of formation Shushkivske reservoir – Gniliy Tikych.

Keywords: *Components of water balance, external water exchange, trophic status.*

Надійшла до редколегії 10.06.2014

УДК 556.53

Винарчук О. О.

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНІВ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ ЗА СЕЗОНАМИ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК З ВОДНІСТЮ

Ключові слова: екологічна оцінка якості поверхневих вод, водність річок, інтегральна екологічна оцінка якості річкових вод

Стан проблеми. У сучасних умовах формування хімічного складу, гіdroхімічного режиму, рівня забрудненості річок Лівобережного Лісостепу визначається складним і багатогранним комплексом природних і антропогенних чинників. Найважливішу роль у цих процесах відіграють гіdroлогічний режим річок, особливості фізико-географічних, геологічних і гіdroгеологічних умов у різних частинах їх басейнів, характер і співвідношення промислового і сільськогосподарського виробництва, особливості та об'єми водокористування, соціально-економічна інфраструктура території басейну тощо [4]. Рівень забрудненості річок визначається не лише обсягами забруднювальних речовин, що надходять із стічними водами, а й водністю річки.

Матеріали та методика досліджень. Для виявлення впливу водності на формування якості річкових вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу було обрано для порівняння маловодний 1992 р., що характеризувався за водністю найгіршими умовами для формування якості води річки, середній за водністю 2000 р. та багатоводний 2006 р.

Зазначені роки були поділені на три сезони (весняна повінь, літньо-осіння та зимова межень), за якими розраховували середньосезонні блокові (I_1 , I_2 , I_3) (за осередненими значеннями відповідних гіdroхімічних показників) та інтегральний (I_E) індекси [2,3].

Виклад основного матеріалу. Про вплив водності на формування якості річкових вод басейну свідчать результати порівняльного аналізу середньосезонних значень блокових індексів (I_1 , I_2 , I_3) та інтегрального екологічного показника (I_E) багатоводного 2006 р. та середнього за водністю 2000 р. з маловодним 1992 р [4].

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Сули в багатоводний 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у 25% пунктів спостереження. Без змін якості річкових вод залишається на 75% пунктів спостереження (табл. 1);

- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод також спостерігається у 25% пунктів спостереження та без змін якості річкових вод залишається на 75% пунктів спостереження;

- під час зимової межені у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якості річкових вод басейну Сули залишається без змін (табл. 1).

Таблиця 1. Оцінка змін якості річкових вод басейну Сули у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	50	50	-	25	50	75	-	25	50	25	-	-
Без змін	50	50	50	75	50	25	50	75	50	75	50	100
Погіршення	-	-	50	-	-	-	50	-	-	-	50	-

Як видно з таблиці 1, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Сули за блоковими індексами (I_1 , I_2) у 2006 р. (порівняно з 1992 р.) спостерігається під час весняної повені та літньо-осінньої межені. А за показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3) спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони у 50 % створів.

Помітне покращення якості річкових вод за показником блоку еколого-санітарних показників (I_2) річок Лівобережного Лісостепу (75% пунктів спостережень) спостерігається під час літньо-осінньої межені. Це пояснюється більшими меженними витратами води багатоводного 2006 р. порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Сули в середній за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 50 % пунктів спостереження. Без змін якість річкових вод басейну Сули залишається на 50 % пунктах спостереження (табл. 2);

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік зменшилась кількість випадків (25% пунктів спостереження) покращення якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктах спостереження;

- під час зимової межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Сули залишається без змін.

Таблиця 2. Оцінка змін якості річкових вод басейну Сули у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	75	75	50	50	50	75	25	25	50	-	-	-
Без змін	25	25	-	50	50	25	50	75	25	100	50	100
Погіршення	-	-	50	-	-	-	25	-	25	-	50	-

Як видно з табл. 2, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Сули за блоковими індексами (I_1 , I_2) у середній за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992р.) спостерігався під час весняної повені та літньо-осінньої межені. Виключенням є показники блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), за яким спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони у 25% – 50% створів.

Сезонні відмінності у якості річкових вод басейну не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, впливом антропогенних чинників.

Під час весняної повені та в меженні періоди якість води басейну Сули характеризувалася 3-ю категорією II класом якості вод («добрі» за станом «досить чисті» за ступенем забрудненості), а в маловодний 1992 р. і 4-ою категорією III класом якості вод («задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем забрудненості).

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Псла у багатоводний 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися у наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Псла залишається без змін;

- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у 14,2% пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 85,8% пунктів спостереження;

під час зимової межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається також у 14,2 % пунктів, але такий же відсоток пунктів спостереження (14,2 %) характеризується погіршенням якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 71,6 % пунктів спостереження (табл. 3).

Як видно з табл. 3, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Псла за блоковими індексами (I_1 , I_2) в багатоводний 2006 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час літньо-осінньої та зимової межені. Виключенням є показники блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), для якого спостерігається погіршення якості річкових вод у відзначені сезони.

Таблиця 3. Оцінка змін якості річкових вод басейну Псла у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	14,2	14,2	-	-	42,8	28,6	14,2	14,2	57,2	42,8	-	14,2
Без змін	85,8	85,8	100	100	57,2	57,2	57,2	85,8	42,8	57,2	57,2	71,6
Погіршення	-	-	-	-	-	14,2	28,6	-	-	-	42,8	14,2

Під час зимової межені якість річкових вод досліджуваного басейну покращилася за показниками блоку сольового складу води (I_1) та блоку еколого-санітарних показників (I_2), відповідно у 57,2% та 42,8% пунктів спостереження. Зокрема, показники блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), відзначаються погіршенням якості річкових вод у 42,8% пунктів спостереження. Значно вищий відсоток випадків з покращенням якості річкових вод басейну Псла в меженні періоди багатоводного 2006 р. пояснюється більшими меженними витратами води цього року порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р. Витрати весняної повені у ці роки були близькими.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Псла середнього за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 14,2% пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 85,8% пунктів спостереження (табл. 4);

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Псла залишається без змін;

- під час зимової межені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається також у 14,2 % пунктів. Без змін якість річкових вод залишається на 85,8 % пунктів спостереження.

Таблиця 4. Оцінка змін якості річкових вод басейну Псла у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	42,8	42,8	-	14,2	42,9	28,4	-	-	14,2	14,2	14,2	14,2
Без змін	57,2	57,2	100	85,8	42,9	71,6	71,6	100	85,8	71,6	85,8	85,8
Погіршення	-	-	-	-	14,2	-	28,4	-	-	14,2	-	-

Як видно з табл. 4, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Псла за блоковими індексами (I_1 , I_2 , I_3) в середньому за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час весняної повені, що пояснюється гідрохімічним режимом річок. В меженні періоди, за трьома блоковими індексами, спостерігається погіршення якості річкових вод.

Якість річкових вод басейну Псла за сезонами характеризуються 3-ою категорією II класом якості вод («добрі» за станом, «досить чисті» за ступенем забрудненості). Виняток становить якість води р. Хорол (права притока р.Псел), яка характеризується 4-ою категорією III класом якості вод («задовільні» за станом, «забруднені» за ступенем забрудненості). Це явище викликано природними процесами, а саме, за рахунок значного поширення ґрунтів солонцюватого типу і наявності содових солончаків у долині річки.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Ворскли багатоводного 2006 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у багатоводний рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Ворскли залишається без змін (табл. 5);
- під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод також спостерігається у 25 % пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 75 % пунктів спостереження;
- під час зимової межені у багатоводний рік спостерігається беззмінна якість річкових вод на 100 % пунктів спостереження.

Таблиця 5. Оцінка змін якості річкових вод басейну Ворскли у багатоводний (2006) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	12,5	12,5	-	-	75	62,5	-	25	50	50	-	-
Без змін	87,5	87,5	100	100	25	37,5	50	75	50	50	75	100
Погіршення	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	25	-

Як видно з табл. 5, найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Ворскли за блоковими індексами (I_1 , I_2 , I_3) у багатоводний 2006 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час літньо-осінньої та зимової межені. Зокрема, під час літньо-осінньої межені якість річкових вод досліджуваного

басейну покращилася за показниками блоку сольового складу води (I_1) та блоку еколого-санітарних показників (I_2) відповідно у 75% та 62,5% пунктів спостереження.

За показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3) якість річкових вод басейну погіршилась у кількості 50% під час літньо-осінньої межені та 25% під час зимової межені. Вищий відсоток випадків з покращенням якості річкових вод басейну Ворскли в меженні періоди багатоводного 2006 р. пояснюється більшими меженними витратами води цього року порівняно з відповідними витратами маловодного 1992 р.

Зміни (в межах класу) якості річкових вод басейну Ворскли середнього за водністю 2000 р. (у порівнянні з маловодним 1992 р.), згідно інтегрального екологічного індексу відбулися в наступних відсоткових співвідношеннях:

- під час весняної повені у середній за водністю рік покращення якості річкових вод спостерігається у 12,5% пунктів спостереження та без змін якість річкових вод залишається на 87,5% пунктів спостереження (табл. 6);

- під час літньо-осінньої межені у середній за водністю рік зростає кількість випадків (25% пунктів спостереження) покращення якості річкових вод. Без змін якість річкових вод залишається на 62,5 % пунктів спостереження. Також спостерігається погіршення якості річкових вод у 12,5% пунктів спостереження;

- під час зимової межені у середній за водністю рік на всіх пунктах спостереження якість річкових вод басейну Ворскли залишається без змін.

Як видно з табл. 6 найбільший відсоток випадків покращення якості річкових вод басейну Ворскли за блоковими індексами (I_1 , I_2) у середній за водністю 2000 р. (порівняно з маловодним 1992 р.) спостерігався під час літньо-осінньої та зимової межені. Зокрема, під час літньо-осінньої межені якість річкових вод досліджуваного басейну покращилася за показниками блоку сольового складу води (I_1) та блоку еколого-санітарних показників (I_2) у 62,5% пунктів спостереження. За показниками блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3) спостерігається погіршення якості річкових вод в усі сезони: весняна повінь – 12,5% створів, літньо-осіння межень – 37,5% створів, зимова межень – 25% створів.

Таблиця 6. Оцінка змін якості річкових вод басейну Ворскли у середній за водністю (2000) рік порівняно з маловодним (1992) роком у різні сезони, % створів

Зміна якості води	Сезони											
	Весняна повінь				Літньо-осіння межень				Зимова межень			
	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E	I_1	I_2	I_3	I_E
Покращення	37,5	37,5	12,5	12,5	62,5	62,5	-	25	50	75	12,5	-
Без змін	50	62,5	75	87,5	37,5	37,5	62,5	62,5	50	25	62,5	100
Погіршення	12,5	-	12,5	-	-	-	37,5	12,5	-	-	25	-

Сезонні відмінності у якості річкових вод басейну не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, впливом антропогенних чинників. Під час весняної повені та в меженні періоди якість води басейну Ворскли характеризувалася 3-ю категорією II класом якості вод («добрі» за станом «досить чисті» за ступенем забрудненості).

Висновки.

1. *Сезонні відмінності* у якості річкових вод досліджуваних басейнів не відзначаються, що зумовлено, на наш погляд, стабільним впливом антропогенних чинників.

2. Аналіз зв'язку якості річкових вод з водністю шляхом порівняння екологічних оцінок за багатоводний (2006) рік з маловодним (1992) показав наступне. У період весняної повені у багатоводний рік (2006), порівняно з маловодним (1992) відбувалося певне покращення якості річкових вод Сули (по 25% пунктах спостереження на цій річці). Якість річкових вод Псла та Ворскли залишалася без змін. Під час літньо-осінньої межені у багатоводний рік покращення якості річкових вод спостерігається у басейнах Сули та Ворскли на 25% пунктів спостереження, у басейні р. Псел – на 14%. У зимовий меженний період у багатоводний рік порівняно з маловодним на всіх пунктах спостереження якість річкових вод досліджуваних басейнів залишається без змін.

Список літератури

1. Бойко І. А. Загальна характеристика та особливості умов формування підземних вод на території Полтавської області як основного джерела питного водопостачання / І. А. Бойко // Вісник Полтавської держ. аграрної академії. – 2011. – № 2. – С. 208–214.
2. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіук О. П. та ін. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
3. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води / Руденко Л. Г., Разов В. П., Жулинський В. М. та ін. – К., 1998. – 48 с.
4. Хільчевський В. К. Порівняльна оцінка якості річкових вод басейну Дніпра / Хільчевський В. К., Маринич В. В., Савицький В. М. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 4. – С. 167-178.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу за сезонами та її зв'язок з водністю

Винарчук О. О.

В статті наведено характеристику екологічної оцінки якості поверхневих вод басейнів річок Лівобережного Лісостепу за сезонами та її зв'язок з водністю шляхом порівняння маловодного 1992 р., середній за водністю 2000 р. та багатоводний 2006 р. Аналіз зв'язку якості річкових вод з водністю показав певне покращення якості річкових вод у багатоводний рік під час весняної повені та літньо-осінньої межені.

Ключові слова: екологічна оцінка якості поверхневих вод, водність річок, інтегральна екологічна оцінка якості річкових вод.

Экологическая оценка качества поверхностных вод бассейнов рек Левобережной Лесостепи за сезонами и ее связь с водностью

Винарчук О. А.

В статье приведена характеристика экологической оценки качества поверхностных вод бассейнов рек Левобережной Лесостепи за сезонами и ее связь с водностью путем сравнения маловодного 1992 г., среднего за водностью 2000 г. и многоводного 2006 г.

Анализ связи качества речных вод с водностью показал определенное улучшение качества речных вод в многоводный год во время весеннего половодья и летне-осенней межени.

Ключевые слова: экологическая оценка качества поверхностных вод, водность рек, интегральная экологическая оценка качества речных вод.

Ecological estimation of quality of superficial waters of pools of left bank forest-steppe zone rivers behind seasons and its communication with water level

Vynarchuk O. O.

In article the characteristic of an ecological estimation of quality of superficial waters of left bank forest-steppe zone rivers behind seasons and its communication with водностью by comparison of shallow 1992, average for водностью 2000 and 2006 abounding in water is resulted

The analysis of communication of quality of river waters with water level has shown certain improvement of quality of river waters in a year abounding in water during a spring high water and aestivo-autumnal межени.

Keywords: an ecological estimation of quality of superficial waters, water level the rivers, an integrated ecological estimation of quality of river waters.

Надійшла до редколегії 25.05.2014

УДК 551.49

Жирнов П. В.

ДП «НДПІ містобудування», м. Київ

ДЕТАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ ЗАБРУДНЕННЯ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

Ключові слова: джерела забруднення, техногенні системи, забруднюючі речовини, очищення вод

Постановка проблеми. Річка Сіверський Донець є одним із найважливіших природно-господарських об'єктів України, який вимагає постійної уваги до себе як з боку науковців, різних водогосподарських структур, так і суспільства в цілому. Важливість даного гідрологічного об'єкту для економіки нашої держави полягає у формуванні потужного промислового комплексу (гідроенергетика, видобувна, деревообробна, паперова, скляно-фаянсова, будівельна, харчова, хімічна, фармацевтична, гумова, легка промисловості, приладо- та машинобудування) в межах Харківської, Донецької, Луганської областей. Однак, разом з тим, річка привертає увагу гідрологів щодо екологічного стану поверхневих вод, оскільки вона є важливою ланкою водно-питного господарства, частково забезпечуючи питною та технічною водою тисячі домогосподарств східних регіонів України. Щорічно тільки на території України використовується більше 2 км³ води Сіверського Донця, з яких половина повертається у вигляді забруднених водоскидів, що еквівалентно скороченню стоку на 32 м³/с. Таким чином, 20% стоку Сіверського Донця безповоротно витрачається, ще 20 % сильно забруднюються, при тому що для інших великих річок України цей показник не перевищує 5 %. Індекс забруднення води (ІЗВ) коливається за течією Донця від IV (забруднена) до V (брудна).

Разом з тим варто підкреслити рекреаційне значення Сіверського Донця – на річці розташовані національний природний парк «Святі Гори», Станично-Луганський заповідник, заповідник «Крейдова флора», десятки ентомологічних, ботанічних та ландшафтних заказників місцевого значення, багато культурно-історичних та релігійних споруд. Моніторинг екологічного стану поверхневих вод річки та сприяння їх очищенню – нагальна потреба українського суспільства та обов'язок всіх без виключення промислових підприємств, що експлуатують у процесі виробничої діяльності гідроресурси Сіверського Донця. [1, 2, 7]

Аналіз останніх досліджень. Найбільш важливі гідроекологічні дослідження по даному природному об'єкту проводить Сіверсько-Донецьке басейнове управління водних ресурсів (м. Слов'янськ). Дане підприємство щорічно звітує про скиди стічних вод в акваторію Сіверського Донця та розробляє відповідні рекомендації щодо екологічного оздоровлення річки.

Значний внесок у вивченні гідроекологічного стану Сіверського Дінця належить вченим Київського національного університету імені Тараса Шевченка – В. К. Хільчевському, О. Г. Ободовському, С. В. Степанян, Одеського гідрометеорологічного інституту – М. В. Паламарчук.

Велике значення мають також роботи Беспечного Т. М., Вишневського В. І., Давидова В. Д., Демченко М. А., Жука Г. П., Замкового В. П., Мотієнко Я. В., Отіна,

Є. С., Я.В., Саратова І. С., Слюсарєва А. А., Шрамко Б. А. [1-8].

Мета статті – детально проаналізувати джерела забруднення поверхневих вод річки Сіверський Донець в межах двох транскордонних областей України – Харківській (річка бере початок в межах Білгородської області, Росія) та Луганської (впадає в річку Дон, Ростовська область, Росія), виділити типи техногенних систем, які впливають на екологічний стан поверхневих вод даного гідрологічного об'єкту, надати практичні рекомендації по очищенню стічних вод.

Виклад основного матеріалу. Ділянка річкової долини Сіверського Донця має досить інтенсивне техногенне навантаження в межах Харківської області. Розповсюджені наступні типи техногенних систем:

- 1) Промисловий тип;
- 2) Міський тип;
- 3) Водогосподарський тип;
- 4) Сільськогосподарський тип, землеробський та тваринницький підтип;
- 5) Енергетичний тип, теплоенергетичний підтип;
- 6) Транспортний тип: залізничний, автодорожній підтип;
- 7) Рекреаційний тип.

На річці Сіверський Донець в межах Харківщини розташовані наступні промислові народногосподарські об'єкти (табл.1).

Таблиця 1. Промислові підприємства Харківської області, що використовують гідроресурси р. Сіверський Донець у промисловому циклі

Населений пункт	Промислові підприємства	Галузь економіки
смт. Печеніги	ПП «Печенізьке»	харчова промисловість
	КСП «Донець»	машинобудування
смт. Есхар	Харківська ТЕЦ-2	теплоенергетика
	завод ЗБК	будівельна промисловість
	Тепличний комбінат	харчова промисловість
м. Зміїв	ТОВ «Кронекс Україна»	паперова промисловість
	Зміївський машинобудівельний завод	машинобудування
	Зміївський молокозавод	харчова промисловість
	Зміївська ГРЕС	гідроенергетика
	Дослідний електромонтажний завод	електроенергетика
	Зміївський експериментально-механічний завод	приладобудування
	ПАТ «Завод Флокс»	приладобудування
	ВТП «Овен»	харчова промисловість
м. Балаклія	Балаклійський ремонтний завод	машинобудування
	ЗАТ «ЗЗ корівки»	харчова промисловість
	ВАТ «Євроцемент-Україна»	будівельна промисловість
	ТОВ «Балаклійський шиферний комбінат»	будівельна промисловість
м. Ізюм	Ізюмський пивоварний завод	харчова промисловість
	Ізюмський оптико-механічний завод	приладобудування
	Ізюмський приладобудівний завод	приладобудування
	Тепловозремонтний завод	машинобудування
	Меблевий завод	деревообробна промисловість

Промисловий тип. Основними забруднювачами акваторії річки Сіверський Донець є такі індустриальні об'єкти: сільськогосподарське підприємство «Печенізьке» та КСП «Донець» (підвищений вміст магнію, сульфатів, хлоридів, ХПК, кальцію, БПК-5 у пробах води з Печенізького водосховища неподалік смт. Печеніги), завод ЗБК, тепличний комбінат (підвищений вміст магнію, хлоридів, ХПК, кальцію, фосфатів, солей амонію, БПК-5 у пробах води з акваторії Сіверського Донця в смт. Есхар), ТОВ «Кронекс Україна», Зміївський машинобудівельний завод, Зміївський експериментально-механічний завод, ПАТ «Завод Флокс» (підвищений вміст магнію, нітратів, сульфатів, хлоридів, ХПК, кальцію, фосфатів, БПК-5 у пробах води з акваторії Сіверського Донця в м. Зміїв), Балаклійський ремонтний завод, ТОВ «Балаклійський шиферний комбінат» (підвищений вміст магнію, нітратів, сульфатів, хлоридів, ХПК, кальцію, фосфатів, БПК-5 у пробах води з акваторії Сіверського Донця в м. Балаклея), Ізюмський оптико-механічний, Ізюмський приладобудівний, Ізюмський тепловозремонтний заводи (підвищений вміст магнію, нітратів, сульфатів, хлоридів, ХПК, кальцію, фосфатів, БПК-5 у пробах води з акваторії Сіверського Донця в м. Ізюм) [1,6,7].

Міський тип. На площі ділянки розташовані великі, середні та дрібні населені пункти. Це міста Вовчанськ, Чугуїв, Зміїв, Балаклія, Ізюм; селища міського типу – Червоний Донець, Зідьки, Есхар, Андріївка, Кочеток, Старий Салтів, Печеніги, Савинці, Малинівка і ряд дрібних населених пунктів. Урбанізоване середовище здійснює негативний вплив на екологічний стан, забруднюючи повітря, атмосферні опади, ґрунти зони аерації, поверхневі та підземні води.

Водогосподарський тип. Сіверський Донець – важливе джерело прісної води для сходу України. Головне джерело води для міст Харків, Донецьк, Луганськ та інших. Печенізьке водосховище побудоване, головним чином, для постачання міста Харкова прісною водою на місці невеликого Кочетокського водосховища, побудованого в 1936 році. Спорудження Печенізького водосховища відбувалося з 1958 по 1962 рік. З серпня 1962 почалося наповнення водосховища, яке поступово продовжувалося аж до весняної повені 1964 року. З того часу об'єм водосховища залишався незмінним близько 0.4 км³. Підпір водосховища зберігається до річки Вовча. Разом з тим Печенізьке водосховище забруднюється через потрапляння побутово-промислових стоків та активного рекреаційного освоєння території.

Сільськогосподарський тип. На території району робіт отримало розвиток молочно-товарне тваринництво, скотарство, птахівництво, свинарство. Негативним проявом функціонування тваринницького комплексу є забруднення ґрунтів і поверхневих вод р. Сіверський Донець. Забруднення відбувається через влаштовані на території ділянки скотомогильники, склади отрутохімікатів і добрив, склади відходів тваринництва, очисні споруди, дрібних накопичувачів стічних вод. Основні забруднюючі компоненти - нітроти, нітрати, органічні речовини, азотні сполуки [1, 5, 6] .

Енергетичний тип, теплоенергетичний підтип. У зв'язку з експлуатацією Харківської ТЕЦ-2 у смт. Есхар та Зміївської ГРЕС в однойменному місті, даний регіон відчуває певне техногенне навантаження. Як паливо на Харківській ТЕЦ-2 використовується вугілля, антрацит, мазут і газ, які містять в собі важкі метали і токсичні елементи. Антрацити збагачені кобальтом, молібденом, ванадієм, барієм, ртуттю, свинцем і нікелем. З мазуту виділяються і потрапляють у поверхневі води важкі метали: цинк, свинець, нікель, мідь, кобальт, ванадій, хром і молібден.

При згоранні палива частина з них разом з димовими уносами потрапляє в атмосферу і в ґрунти, а інша частина у вигляді шлаку і золи накопичується в золовідвалах, забруднюючи ґрунти, ґрунтові і підземні води навколо них. Дослідженнями встановлено, що при згоранні вугілля в атмосферу повністю

вносяться берилій, барій, частково марганець, кобальт і титан. Зола при цьому збагачується фосфором та хромом

Таблиця 2. Інформація про скиди в поверхневі води р. Сіверський Донець забруднюючих речовин у складі стічних вод в межах Харківської області за 2012 р.*

Забруднюючі речовини	Кількість	Забруднюючі речовини	Кількість
Алюміній, т	0,004	Хром загальний, т	0,004
Азот амонійний, тис. т	0,4	ХПК, тис. т	21,5
Залізо, т	0,15	Кальцій, т	88,8
Кобальт, т	0,02	Фосфати, т	1,6
Магній, т	102,3	Нафтопродукти, т	0,11
Марганець, т	0,022	ДДТ, т	0
Мідь, т	0,003	БПК-5, т	3
Нікель, т	0,008	Стронцій, кг	0,006
Нітрати, т	2,6	Цезій, кг	0,02
Нітрити, т	0,25	Атразін, кг	0
Ртуть, кг	0	Прометрин, кг	0
СПАВ, т	0,03	Сімазін, кг	0
Сульфати, тис. т	204,3	Проазін, кг	0
Хлориди тис. т	60	Трефлан, кг	0
Цинк, т	0,011	Амоній, т	0,51

*за [3]

Транспортний тип: залізничний та автодорожній підтипи. В межах річкової долини Сіверського Донця Харківської області проходить густа мережа автомобільних доріг місцевого значення, а також проходить залізниця, сполученням Харків – Донецьк, однак значного навантаження на гідроекосистему р. Сіверський Донець вони не чинять, лише на деяких ділянках спостерігається незначне забруднення свинцем, хлоридами та оксидами важких металів [2,7] .

Рекреаційний тип. Суттєве рекреаційне навантаження спостерігається вздовж берегової лінії Печенізького водосховища, забруднення річки відбувається через потрапляння у акваторію побутових відходів. Саме водосховище потребується промивання та розчищення від мулу, необхідно боротися з заростанням водосховища шляхом розведення рослиноїдних риб, водоплавних птахів, здійснювати очищення від водоростей. В межах водоохоронної зони необхідно ввести економічні санкції щодо засмічування берегів та пляжів р. Сіверський Донець.

Ділянка річкової долини Сіверського Донця має найбільш інтенсивне техногенне навантаження в Луганській області. Розповсюджені наступні типи техногенних систем:

- 1) Міський тип;
- 2) Промисловий тип, хімічний підтип;
- 3) Водогосподарський тип, іригаційний підтип;
- 4) Енергетичний тип, теплоенергетичний підтип;
- 5) Гірничо-видобувний тип, шахтний підтип.
- 6) Транспортний тип: залізничний, автодорожній підтип;
- 7) Рекреаційний тип.

На річці Сіверський Донець в межах Луганщини розташовані наступні промислові народногосподарські об'єкти (табл. 3):

**Таблиця 3. Промислові підприємства Луганської області,
що використовують гідроресурси р. Сіверський Донець у промисловому циклі**

Населений пункт	Промислові підприємства	Галузь економіки
1	2	3
м. Кремінне	завод «Хіммашавтоматика»	хімічна промисловість
	пивний завод «Пінта»	харчова промисловість
	молочний завод	харчова промисловість
	деревообробний цех	деревообробна промисловість
	видобуток газу	видобувна промисловість
м. Привілля	шахта «Привільнянська»	видобувна промисловість
	шахта ім. Капустіна	видобувна промисловість
	збагачувальна фабрика	видобувна промисловість
	завод «Електроприлад»	приладобудування
м. Рубіжне	завод «Зоря»	хімічна промисловість
	завод «Південний»	хімічна промисловість
	ПП «Інтергазсинтез»	хімічна промисловість
	Рубежанський трубний завод»	металургійна промисловість
	Картонно-тарний завод»	паперова промисловість
	ТОВ «Мікрохім»	фармацевтична промисловість
	ТОВ «Лізівест»	хімічна промисловість
	ТОВ «Рубежанський краситель»	хімічна промисловість
	ТОВ «БКФ»	хімічна промисловість
	ТОВ «Завод органічного синтезу»	хімічна промисловість/ будівельна промисловість
	ТОВ «Промінвест-Пластик»	хімічна промисловість
	ТОВ «Колор»	хімічна промисловість
	ЗАТ «Рубіжне-Агро»	харчова промисловість
	ТОВ «Рубіжанська панчішна мануфактура»	легка промисловість
м. Лисичанськ	ГЗК «Лисичанськвугілля»	видобувна промисловість
	завод «ЛІНІК»	хімічна промисловість
	завод «Лісмаш»	машинобудування
	фабрика технічних тканин	хімічна промисловість
	желатиновий завод	харчова промисловість
	Лисичанський ЗБК	будівельна промисловість
	завод рідких газів	хімічна промисловість
	хлібокомбінат	харчова промисловість
	ТОВ «Хімтехнологія»	хімічна промисловість
	ПАТ «Азот»	хімічна промисловість
	ВАТ «Склопластик»	хімічна промисловість
	ПАТ «ОРГХІМ»	хімічна промисловість
	ЗАТ «Укрхіменерго»	хімічна промисловість
	ЗАТ «Новоферт»	хімічна промисловість
	ПП «Хімпостачальник»	хімічна промисловість
	ТОВ «Хімекселен»	хімічна промисловість
	ТОВ «Укрзовтрейдінвест»	хімічна промисловість
	НВФ «Хіммашкомпресорсервіс»	хімічна промисловість
	завод нестандартизованого хімічного обладнання	хімічна промисловість
	завод «СХМЗ»	металургійна промисловість
	ПАТ «Імпульс»	машинобудування

1	2	3
м. Новодружеськ	шахта «Новодружеська»	видобувна промисловість
	завод «ЛісПі»	харчова промисловість
	шахта «Томашевська»	видобувна промисловість
м. Сєвєродонецьк	ТОВ «Сєвєродонецькі металовироби та конструкції»	приладобудування
	котельно-механічний завод	приладобудування
	приладобудівний завод	приладобудування
	БАТ «ВІКО»	приладобудування
	завод опору	машинобудування
	ТОВ «Мікротерм»	приладобудування
	ТОВ «АНТЕКС-автоматика»	машинобудування
	БАТ «Енергохіммаш»	машинобудування
	ДП «Авторемонтний завод»	машинобудування
	ТЕЦ	теплоенергетика
	ЗБК	будівельна промисловість
	ТОВ «Мрія-Інвест»	будівельна промисловість
	завод металевих матеріалів та конструкцій	будівельна промисловість
	деревообробний комбінат	деревообробна промисловість
	завод силікатної цегли	будівельна промисловість
	ЗАТ «Цегла-будматеріали»	будівельна промисловість
	завод будівельної кераміки	будівельна промисловість
	завод будівельних конструкцій	будівельна промисловість
	ПП «Ваш дах»	будівельна промисловість
	хлібокомбінат	харчова промисловість
	молокозавод	харчова промисловість
	консервний завод	харчова промисловість
	ПП «Соболь»	легка промисловість
	ТОВ «Ірія»	легка промисловість
смт. Тошківка	шахта «Тошківська»	видобувна промисловість
	ПП «Астра»	легка промисловість
м. Луганськ	тепловозобудівний завод	машинобудування
	Лугцентркуз	машинобудування
	Луганський енергозавод	машинобудування
	ТОВ «Аеромех»	машинобудування
	хлібозавод	харчова промисловість
	ТЕЦ	теплоенергетика

Міський тип, промисловий тип, хімічний підтип. На площі ділянки розташовані великі, середні та дрібні населені пункти – міста Рубіжне, Сєвєродонецьк, Лисичанськ, Щастя, Слав'яносербськ, Кремінне, Новодружеськ, Привілля; великі поселення – Тошківка, Нижнє, Боровське, Станично-Луганське та Північний і декілька сіл.

Район є інтенсивно напруженим промисловим вузлом. Основним типом промисловості є хімічна, що сконцентрована на площах лівобережної заплави р. Сіверський Донець – в містах Рубіжне, Сєвєродонецьк, а також правобережної заплави – в м. Лисичанськ. Тут розташовані великі заводи, перерахунок яких подано вище у табл. 3 [1, 2, 5].

Рубіжансько-Лисичанський промисловий вузол здійснює негативний вплив на навколишнє середовище, забруднюючи повітря, атмосферні опади, ґрунти зони аерації, поверхневі та підземні води.

В акваторію Сіверського Донця, з промислових підприємств м. Кременне потрапляють залізо, сульфати, хлориди, нітрати, БПК-5, поблизу м. Привілля – нафтопродукти, мідь, сульфати, хлориди, цинк, амоній, в районі м. Новодружеська річка забруднюється сульфатами, в акваторію гідрооб'єкту з промислових підприємств м. Рубіжне потрапляють нітрати, фосфати, магній, хлориди, залізо, кальцій, ХСК, СПАР, цинк, марганець, натрій, амоній та нікель; в м. Лисичанськ в поверхневій воді забруднюються магнієм, залізом, марганцем, БСК, нафтопродуктами, хлоридами, магнієм, СПАР, амонієм, алюмінієм та фосфатами. В поверхневих водах Сів. Донця поруч з м. Северодонецьк спостерігається висока концентрація амонію, нітратів, нафтопродуктів та натрію. З промислових підприємств Тошківки та Луганська в поверхневій воді потрапляють нітрати, натрій, нікель, магній, ХСК, амоній, алюміній, кальцій, БСК, цинк, хлориди та хром [1, 2, 7].

Водогосподарський тип, іригаційний підтип. До 1954 р. господарське і промислове водопостачання району дослідження здійснювалося за рахунок поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець, поверхневих вод ставків і водосховищ. Подальший розвиток промисловості і сільськогосподарського комплексу потребував розв'язати проблему збільшеного дефіциту води на новому рівні. Вирішення проблеми намічене за рахунок будівництва каналу «Дніпро-Донбас» і використання підземних вод.

На сьогоднішній день поверхневі води і частина використовуваних підземних вод не відповідають вимогам щодо господарських питних вод. Вони забруднені мінеральними залишками, органічними сполуками, азотом, важкими металами. Середньорічна кількість відібраних поверхневих вод була наступною: з р. Сіверський Донець - 11,3 м³/доба, з р. Червона - 0,015 м³/доба, з р. Борова - 0,13 м³/доба. Найбільша кількість води відбирається для хімічної промисловості та іригації в районі міст Рубіжне і Северодонецька - 3,47 м³/доба. Відбір для іригації - 3,52 м³/доба [6, 7].

Енергетичний тип, теплоенергетичний підтип. У зв'язку з будівництвом і вступом в експлуатації Луганської, Рубіжанської, Северодонецької ТЕЦ, цей регіон постійно випробовує техногенне навантаження.

Луганська ТЕЦ розташована біля р. Щастя. У комплекс об'єктів Луганської ТЕЦ входять 3 ставки - охолоджувачі, розташовані в заплаві р. Айдар, золівідвал №1 закритий і рекультивований, №2 - діючий, №3 - що вводиться в експлуатацію.

Із ставок-охолоджувачів оборотна вода через водоскид поступає в водовідвідний канал і по ньому в р. Айдар, а потім в р. Сіверський Донець. Біля електростанції рівень води в р. Сіверський Донець підведений греблею для функціонування оборотної системи водопостачання ТЕЦ. Хімічний склад води в ставках - охолоджувачах ідентичний хімічному складу води в р. Сіверський Донець.

Золівідвал № 2 почав вводиться в експлуатацію по черзі з 1976 р, повністю експлуатується з 1978р. Дно і греблі золовідвалу екрановані асфальтобетоном. Освітлена вода із золівідвалу №2 поступає через шахтні колодязі по трубах у водоприймальний резервуар освітленої води. Подача освітленої води здійснюється насосами по трубопроводу. Навколо золівідвалу №2 виконана відкрита дренажна канава для видалення поверхневого стоку і підтримки ґрунтових вод в зоні підпору. Води дренажної канави через канаву аварійного скидання у кількості 7200 м³/доба поступають у р. Сіверський Донець [2, 5].

Небезпека забруднення поверхневих вод представляє велике мазутосховище ТЕЦ, розташоване біля золівдвалу №1. Були випадки розливу великої кількості мазуту на піщаній терасі.

Забруднюючими чинниками ТЕЦ є зольні відходи і техногенні води, які фільтруються із золівдвалу № 2, скидних каналів і інших комунікацій.

Як паливо на Луганській ТЕЦ використовується вугілля, антрацит, мазут і газ, які містять в собі важкі метали і токсичні елементи. Антрацити збагачені кобальтом, молібденом, ванадієм, барієм, ртуттю, свинцем і нікелем. З мазутом також потрапляють важкі метали: цинк, свинець, нікель, мідь, кобальт, ванадій, хром і молібден.

Також поступово відбувається забруднення поверхневих вод рр. Евсуг і Ковсуг, що являють собою невеликі притоки р. Сіверський Донець. Кількість води цих річок в порівнянні з 1976 р. (введення в експлуатацію золівдвалу №2) дещо поменшала. Збільшилася мінералізація з 1,2 до 1,4 г/дм³, жорсткість - з 12,5 до 14,6 ммоль/дм³, хлоридів - з 276 до 460 мг/дм³, сульфатів - з 311 до 420 мг/дм³. Ці річки випробовують вплив від скидання техногенних вод Луганської ТЕЦ по скидному каналу. Мінералізація техногенних вод в скидному каналі 2,0 мг/дм³, вміст сульфатів в них 742 мг/дм³, хлоридів - 468 мг/дм³.

Рубежанська ТЕЦ розташована на північний захід від промплощадки ТОВ "Рубежанський краситель". Об'єктом ТЕЦ є також золошламонакопичувач, розташований в 2,5 км на північ від р. Рубіж (притока р. Сіверський Донець). У цей накопичувач здійснюється скидання техногенних вод ТЕЦ у кількості 0,864-1,296 тис. м³/доба з мінералізацією 1,3 мг/дм³. На сьогоднішній день вплив відходів золошламонакопичувача на гідродинамічний, гідрохімічний режим поверхневих вод не спостерігається. Розташовані на північ від р. Рубіж дачні селища за допомогою двох цистерн викачують воду з цього накопичувача і здійснюють полив із загального водопроводу.

Севєродонецька ТЕЦ розташована в південно-західній частині проммайданчика ПАТ "Азот". Скидання техногенних вод ТЕЦ складає 2,493 тис.м³/доба, мінералізація - 1,2 г/дм³. Основні забруднюючі елементи – важкі метали: марганець, нікель, алюміній, цинк, кадмій. В результаті ненадійної гідроізоляції золівдвалу ТЕЦ, відбувається фільтрація промстоків у водоносні горизонти, що веде до забруднення поверхневих вод. Вміст в марганцю в пробах води складає 0,415 мг/дм³, що в 4,15 разу перевищує норму, вміст свинцю 0,041 мг/дм³, що також перевищує норму, вміст хлоридів підвищений до 456 мг/дм³, спостерігається також значний вміст сумарного заліза (Fe²⁺⁺; Fe³⁺) - 49,65 мг/дм³, що в 165 разів перевищує норму [5–7].

Гірничо-видобувний тип, шахтний підтип. На площі Рубежансько-Лисичанської ділянки, розташовано 14 шахт: "Кремінна", ім. Капустина, "Привільна", "Новодружеська", ім. Мельникова, ім. Войкова, "Томашевська", ім. 60-років Радянської України, "Матроська", "Чорноморця", "Пролетарська", "Гірська", "Веселка", "Тошківська".

Загальне скидання шахтних вод в гідромережу складає 73,3 тис.м³/доба. Мінералізація шахтного стоку змінюється в межах від 1,35 г/дм³ до 54,5 г/дм³.

По мірі мінералізації самі високомінералізовані води в окремих виробленнях дренує шахта ім. Капустіна до 110 мг/дм³. Вміст CO₂ досягає 83,6 мг/дм³, концентрації мікроелементів Br - до 137,2, Li - до 6,5, Ba - до 19, Zr - до 1294, Ti - до 19, Mn до 19 мг/дм³. У шахтних водах виявлені органічні сполуки: формальдегід - 0,24 мг/дм³, дифенилопропан - 0,19, фенол 0,001 мг/дм³. По шахті ім. Капустіна жорсткість досягає величини 110 мг/екв/дм³.

**Таблиця 4. Об'єм і мінералізація шахтних вод, що скидаються у
р. Сіверський Донець**

Виробниче об'єднання	Найменування шахт	Загальношахтне скидання т. м³/доба	Мінералізація
"Лисичанськвугілля"	"Кремінна"	20,0	19,25
	ім. Капустіна	8,38	54,5
	"Новодружеська"	2,11	1,9
	ім. Мельникова	2,71	3-6
	ім. Войкова	3,6	2,4
	"Томашевська"	1,2	17,0
	ім. 60 років України	18,08	2,0
	"Матроська"	1,09	1,35
	"Чорноморка"	1,0	4,25
"Первомайсквугілля"	"Пролетарська"	3,56	23,54
	"Горська"	9,86	9,2
	"Веселка"	9,86	9,2
	"Тошківська"	2,71	2,5

**Таблиця 5. Інформація про скиди в поверхневі води р. Сіверський Донець
забруднюючих речовин у складі стічних вод
в межах Луганської області за 2012 р. [3]**

Забруднюючі речовини	Кількість	Забруднюючі речовини	Кількість
БСК, тис. т	5,7	Олово, тони	0,2
Нафтопродукти, т	179,1	Свинець, тони	0,8
Завислі речовини, тис. т	8,7	Сірководень, тони	0,009
Сухий залишок, тис. т	688,8	Сурма, тони	0,06
Сульфати, тис. т	215,8	Кадмій, тони	0,053
Хлориди, тис. т	106,9	Кобальт, тони	0,3
Азот амонійний, тис. т	1,1	Магній, тони	14,82
Феноли, т	0,5	Марганець, тони	11,84
Нітрати, тис. т	11,7	Метанол, тони	0,2
СПАР, т	76,7	Молібден, тони	0,4
Жири, масла, т	1,3	Миш'як, тони	0,17
Залізо, т	158,2	Нітроти, тони	0,3
Мідь, т	2,5	Фтор, тони	6,4
Цинк, т	12,6	Формальдегіди, тони	0,02
Нікель, т	6,4	Ціаніди, тони	0,063
Хром, т	1,6	Роданіди, тони	0,04
Ртуть, кг	0,4	ХСК, тис.тон	17,5
Алюміній, т	8,1	Кальцій, тони	3438
Анілін, т	0,06	Натрій, тони	46,19
Ванадій, т	0,43	Фосфати, тони	1286
Вісмут, т	0,074		

Високомінералізовані води скидає також шахта "Пролетарська" (23,54 г/дм³). По загальній жорсткості шахтні води в основному жорсткі і дуже жорсткі, водневий показник рН стічних вод: від кислих 6,7 до лужних, рН =9. Сухий залишок практично усіх вод, що скидаються, вищий за норму - 34,564 г/дм³ по шх. Капустина, 23,541 г/дм³ по шх. "Пролетарська".

Основними мікрокомпонентами-забруднювачами стічних шахтних вод є титан, кадмій, літій і бром. Основними водоприймачами шахтних вод слугують р. Сіверський Донець і її праві притоки р. Верхня Біленька і Нижня Біленька. В результаті забруднення поверхневі води мають підвищену мінералізацію 1,5-2,8 г/дм³ і загальну жорсткість 10-18 ммоль/дм³.

Для притоків басейну річки Сіверський Донець характерні підвищені концентрації і підвищене поширення бромю. Середній вміст в поверхневих водах складає 0,5-1,5 мг/дм³. Забруднення бромом пов'язане із скиданням в поверхневі води стічних вод шх. "Пролетарська", де вміст Br досягає 53,54 мг/дм³.

Висновки. Таким чином, проаналізувавши стан поверхневих вод річки Сіверський Донець в межах Харківської (її початок на території України) та Луганської (вихід її з території України) областей, можна стверджувати, що за рахунок сильного техногенного навантаження в останній адміністративно-територіальній одиниці, гідроекологічна ситуація річки є катастрофічною за рахунок появи додаткових джерел забруднення – відходів хімічної, видобувної, металургійної та фармацевтичної галузей промисловості, що формують відповідні типи техногенних систем у межах Лисичансько-Рубіжанського промислового району. Зі стічними водами в межах Луганщини в акваторію Сіверського Донця у десятки разів більше потрапляють сполуки алюмінію, заліза, магнію, міді, нафтопродуктів, нікелю, СПАВ, цинку, хрому, фосфатів порівняно з Харківською областю. Також підвищені значення мають показники азоту амонійного, нітратів, нітритів, ртуті, хлоридів, кальцію, БПК. На відміну від результатів гідрохімічного аналізу проб води у межах Харківщини, в межах Луганської області в поверхневих водах р. Сіверський Донець з'являються такі небезпечні речовини та сполуки як феноли, ртуть, анілін, ванадій, вісмут, олово, свинець, сурма, кадмій, молібден, миш'як, фтор, формальдегіди, ціаніди та роданіди.

Для сприяння покращення гідроекологічної ситуації р. Сіверський Донець необхідно вдаватися до наступних заходів по очищенню стічних вод:

1). Застосування методів прояснення води (коагуляція, відстоювання, фільтрування), знебарвлення та знезараження рідким хлором, хлорним вапном, озоном. Для пом'якшення води необхідно обробляти воду вапном, содою або пропускати через іонітні фільтри. Вміст важких металів у воді можна зменшити за рахунок аерації з наступним фільтруванням. Дегазацію води (видалення розчинних у ній сірководню, вуглекислого газу, надлишків фтору) здійснюють аерацією, фільтруванням крізь активований оксид алюмінію. Для дезодорації води необхідно застосовувати активоване вугілля, озон, двооксид хлору або перманганат калію. При наявності у воді радіоактивних речовин вдаватися до дезактивації. Використовувати такі очищені води бажано для зрошування с/г земель, у системах зворотного водопостачання промислових підприємств або в замкнутих циклах водопостачання. Осад з відстійників і надлишковий активний мул (бактерії-мінералізатори), що утворюються при біологічному очищенні, після обробки рекомендовано використовувати як добриво;

2). На промислових підприємствах необхідно впроваджувати сучасні методи очищення стічних вод, безстічні системи водокористування, безводні та безвідходні технологічні процеси. Необхідно ввести суворі штрафні санкції щодо промислових підприємств, які порушують міжнародні та державні екологічні норми та правила по охороні природних вод;

3). На основі врахування рельєфу місцевості, ґрунтів, рослинного покриву встановити чіткі межі водоохоронної зони р. Сіверський Донець для запобігання забруднення, засмічення та вичерпання вод. Також необхідне впровадження у

межах водоохоронної зони агротехнічних заходів, а також системи захисних лісонасаджень і будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд;

4). Після проведення вище згаданих інженерних заходів варто розробити проект рекреаційного освоєння р. Сіверський Донець, сприяти поширенню інформації про унікальні ландшафтні комплекси, визначні архітектурні та релігійні споруди вздовж берегів об'єкту серед населення України, таким чином формуючи екологічну культуру українців і усвідомлення своїх обов'язків по охороні вод даного гідрологічного об'єкту [8].

Список літератури

1. Вишневецький В. І. Річки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневецький. – К. : Віпол, 2000. – 376 с. 2. Вишневецький В. І. Гідрологічні характеристики річок України / В. І. Вишневецький – К.: Ніка-Центр, 2003. – 412 с. 3. Державний водний кадастр. Дані про стан поверхневих вод по створах р. Сіверський Донець у межах Харківської області за 2012 рік. Ч. 1 і 2, т. І, вип. 3. – Слов'янськ : вид-во Сіверсько-Донецького БУВР, 2013. – 96 с. 4. Жук Г. П. Северский Донец – Донбасс / Г. П. Жук. – Донецк : Донбасс, 1982 – 125 с. 5. Мотиенко Я. В. По Северскому Донцу / Я. В. Мотиенко. – Донецк : Донбасс, 1982. – 105 с. 6. Основні показники використання водних ресурсів в Україні за 2012 рік / Держагентство водних ресурсів України. – К., 2012. – 257 с. 7. Саратов И. С. Рассказ о Северском Донце / И. С. Саратов // Наука и техника. – 2007. – № 1. – С. 57-66. 8. Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія / В. К. Хільчевський, В. І. Пелешенко. – К. : Либідь, 1997. – 384с .

Детальна характеристика джерел забруднення річки Сіверський Донець

Жирнов П.В.

Детально проаналізовані джерела забруднення поверхневих вод річки Сіверський Донець в межах двох транскордонних областей України – Харківській та Луганській, виділено типи техногенних систем, які впливають на екологічний стан поверхневих вод, подано рекомендації щодо екологічного оздоровлення річки, відображені кількісні характеристики основних компонентів-забруднювачів, їх вміст у складі стічних вод від міських підприємств, показані галузі народного господарства, які чинять найбільший вплив на екологічний стан річки.

Ключові слова: джерела забруднення, техногенні системи, забруднюючі речовини, очищення вод.

Детальная характеристика источников загрязнения реки Северский Донец

Жирнов П.В.

Детально проанализированы источники загрязнения поверхностных вод реки Северский Донец в пределах двух трансграничных областей Украины - Харьковской и Луганской, выделены типы техногенных систем, влияющих на экологическое состояние поверхностных вод, даны рекомендации по экологическому оздоровлению реки, отображены количественные характеристики основных загрязняющих веществ, их содержание в составе сточных вод от городских предприятий, показаны отрасли народного хозяйства, которые оказывают наибольшее влияние на экологическое состояние реки.

Ключевые слова: источники загрязнения, техногенные системы, загрязняющие вещества, очистка вод.

Detailed Description of Seversky Donets River's Pollution Sources

Zhyrnov P.V.

Detailed analysis of Seversky Donets river's pollution sources has been analyzed within two transboundary regions of Ukraine - Kharkiv and Luhansk, highlighted types of man-made systems that affect on the ecological status of surface waters, given recommendations for the environmental rehabilitation of the river, shown quantitative characteristics of major pollutants, their content as a part of wastewater from urban enterprises, shown sectors of the economy that have the greatest impact on the ecological status of the river.

Keywords: pollution sources, man-triggered systems, pollutants, water purification.

Надійшла до редколегії 27.08.2014

УДК 551.551.8

Скриник О. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ПЕРІОД АКТИВНОЇ ВЕГЕТАЦІЇ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Ключові слова: температурний режим, період активної вегетації, Українські Карпати, кліматичні зміни

Вступ. Активний ріст та розвиток теплолюбивих сільськогосподарських культур відбувається за середньої добової температури повітря 10 °С і вище [1, 2]. Саме тому частину року між датами *стійких* переходів середньої добової температури через 10 °С весною і осінню називають періодом активної вегетації. У цей час відбувається найбільше споживання вологи і дозрівання плодів. Тому настання температури повітря 10 °С і вище має велике практичне значення для сільськогосподарського виробництва і є важливою характеристикою агрокліматичних ресурсів у різних фізико-географічних зонах [1].

Крім того, дати настання та закінчення періоду активної вегетації (як і дати стійких переходів температури через інші порогові значення), а також і його тривалість є важливими індикаторами стану регіонального клімату. Досліджуючи часові ряди вказаних кліматичних характеристик можна отримати важливу інформацію і про кліматичні зміни [1, 3–5].

Метою публікації є оцінка сучасного стану періоду активної вегетації у регіоні Українських Карпат та оцінка його можливих змін у порівнянні з кліматичною нормою за 1961-1990 рр.

Передумовою появи представленого дослідження було успішне завершення міжнародного дослідницького проекту CARPATCLIM [6], метою якого було створення електронного кліматичного атласу Карпатського регіону. Саме якісний (який пройшов контроль якості) емпіричний матеріал, отриманий в рамках проекту CARPATCLIM, був основою отриманих результатів.

Матеріали та методи досліджень. Якісні та гомогенізовані емпіричні дані є необхідною умовою для проведення будь-якого кліматологічного дослідження [7]. Тільки на їх основі можна сподіватись отримати достовірні оцінки поточного стану кліматичної системи і, тим більше, з'ясувати наявність чи відсутність кліматичних змін.

Проект CARPATCLIM. Як було зазначено вище у представленому дослідженні використано дані, отримані в рамках проекту CARPATCLIM. Основною метою проведення проекту було отримання електронної бази даних якісної і гомогенізованої кліматичної інформації з подальшою її просторовою інтерполяцією та побудовою on-line електронного атласу Карпатського регіону. В проекті брали участь 9 країн: Польща, Чехія, Словаччина, Угорщина, Румунія, Хорватія, Сербія, Україна та Австрія. Часовий проміжок, охоплений проектом – з 1961 по 2010 рр., часова роздільна здатність даних – 1 доба.

Опрацьовувались значення 13 кліматичних характеристик: мінімальна та максимальна температура повітря, середня добова температура (розраховувалась як середнє арифметичне мінімальної та максимальної

температури), атмосферний тиск на рівні станцій, сума опадів, напрям та швидкість вітру, тривалість сонячного сяйва, сумарна радіація, хмарний покрив, відносна вологість, парціальний тиск водяної пари та глибина снігового покриву.

У рамках проекту кожна країна-учасник за єдиною методикою здійснювала контроль якості та перевірку на кліматологічну однорідність часових рядів, отриманих на метеорологічних/кліматологічних станціях, що знаходяться на її території. Для цього використовувалося програмне забезпечення MASH v3.03 [8], створене в Угорській метеорологічній службі. Для гармонізації розрахунків (узгодження результатів між країнами-сусідами) використовувались також дані найближчих станцій сусідніх країн. Інтерполяція гомогенізованих і гармонізованих даних у вузли регулярної сітки з просторовою роздільною здатністю $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ здійснювалась на основі спеціального алгоритму та відповідного програмного забезпечення MISH v1.02 [9], яке теж розроблене в Угорській метеорологічній службі. Інтерполяційний метод спеціально розроблений для інтерполяції кліматологічних даних. Більш детальнішу інформацію щодо проекту можна отримати на його офіційному сайті [6].

Використані дані. Отже, для розрахунків дат стійких переходів температури повітря через 10°C було використано значення середньої добової температури у вузлах інтерполяційної сітки за період з 01.01.1961 р. по 31.12.2010 р. Вихідний емпіричний матеріал, який було опрацьовано за вище описаною схемою, складався із даних 39 метеорологічних станцій України, 2 станцій Польщі, 3 – Словаччини, 3 – Угорщини та 6 – Румунії. Область дослідження, географічне розташування метеорологічних станцій та вузлів інтерполяційної сітки представлено на рис. 1.

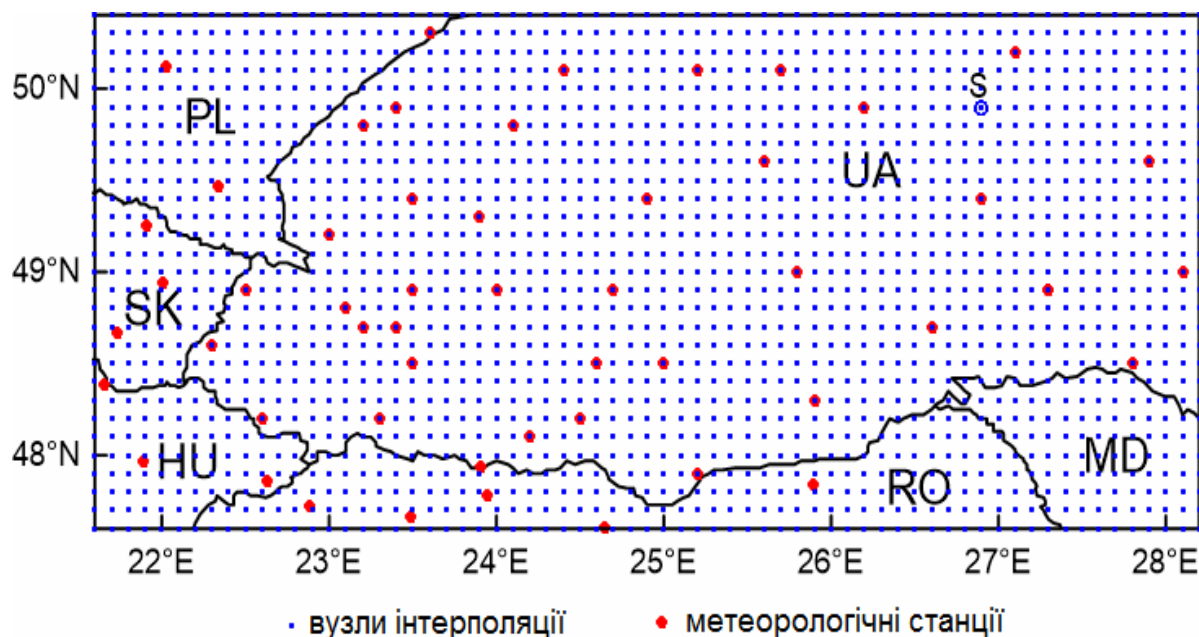


Рис. 1. Область дослідження, інтерполяційна сітка та просторовий розподіл метеорологічних станцій

Методи визначення дат стійких переходів. Існує декілька методів визначення дат стійких переходів [10]. Оскільки різні методи нерідко дають різні результати, то для більшої достовірності та обґрунтованості висновків, а також з метою певного порівняння, у дослідженні було використано три різних методи. Перший (I) – це метод, який зазвичай використовується у країнах Центральної та

Західної Європи [11]. Другий (II) – отримав широке використання у країнах колишнього СРСР, і який відомий як метод Педя [12]. У дослідженні використане узагальнення цього методу [13], яке дозволяє автоматизувати процес розрахунку. Третій (III) – кліматологічний метод [14]. Два перших методи дають змогу розраховувати дати стійких переходів температури повітря для кожного окремого року досліджуваного періоду. На основі кліматологічного методу можна розрахувати стійкі дати, що характеризують деякий період років, як правило 30 років.

На рис. 2, як приклад, представлено часові ряди дат стійких переходів розрахованих I та II методами у інтерполяційній точці S з географічними координатами $\lambda=26.9$, $\varphi=49.9$ (див. рис. 1). Крім того, тут також представлені часові ряди першого (найранішого) переходу температури через 10°C весною і останнього (найпізнішого) осінню. Як видно із рис. 2, для деяких років розраховані методами I та II дати стійких переходів суттєво відрізняються.

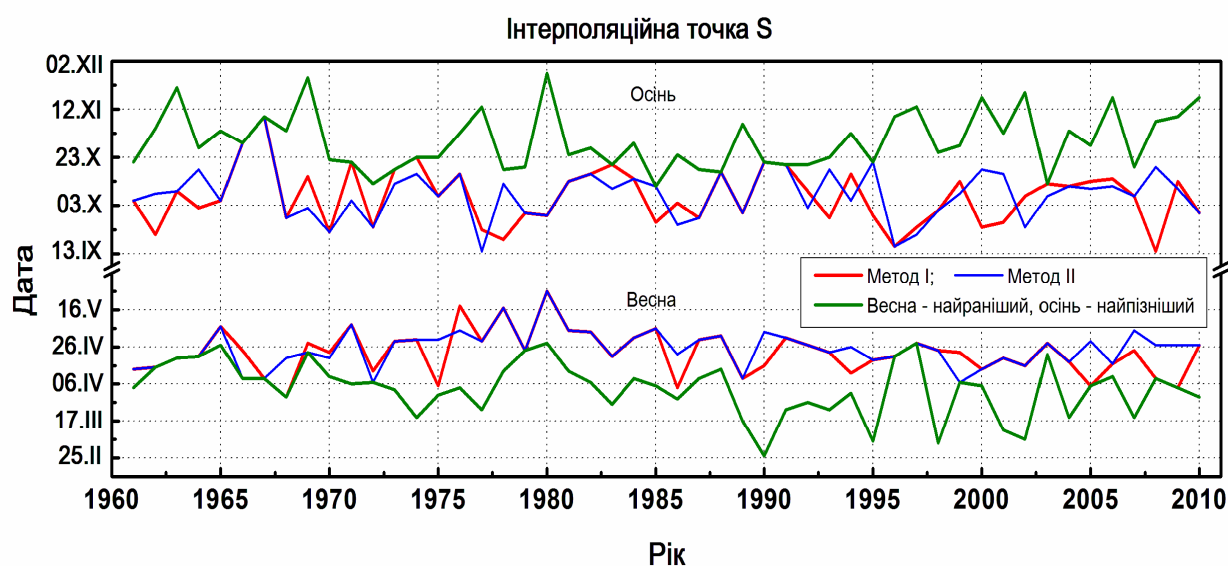


Рис. 2. Приклад часових рядів розрахованих дат переходів температури повітря через 10°C

Результати розрахунків. З метою оцінки сучасного стану періоду активної вегетації розрахунки проводились для часового проміжку 1981-2010 рр. тривалістю 30 років. Такий період є рекомендований ВМО для оцінки сучасного стану кліматичної системи. Дати весняного, осіннього стійких переходів температури повітря через 10°C та тривалість періоду активної вегетації розраховувались методами I і II для кожного року вказаного часового проміжку для кожної точки регулярної інтерполяційної сітки. Після чого, було проведено часове осереднення отриманих рядів з подальшою побудовою карт осереднених характеристик періоду. Інші статистичні характеристики часових рядів не розраховувалися.

Слід зазначити, що існує декілька інтерполяційних вузлів із значними висотами, для яких у певні роки взагалі не відбувався перехід через 10°C . Такі роки не враховувались у проведенні розрахунків осереднених характеристик періоду активної вегетації.

Далі для кожного вузла регулярної сітки та для кожної календарної дати року були осереднені значення середньої добової температури. Тобто, для кожного вузла отримані кліматологічні річні ходи середньої добової температури, що

характеризують період 1981-2010 рр. На їх основі також розраховувались дати стійких переходів. Такий підхід до розрахунку дат температурних переходів і становить суть методу III [15].

Крім того, на основі розрахованих кліматологічних річних ходів температури були побудовані карти просторового розподілу, осередненої за вказані періоди, температури повітря для кожного календарного дня року (365 карт). В подальшому отримані карти об'єднувались у мультимедійний файл (динамічна карта), використовуючи який можна прослідкувати часову динаміку температурного поля та переміщення повітряних мас із певними температурними властивостями. Аналогічні динамічні карти просторового розподілу середньої добової температури будувались також і для кожного окремого року періоду. Використання динамічних карт у сукупності із розрахованими датами стійких переходів дозволило більш докладніше і ґрунтовніше проаналізувати процес здійснення стійких переходів весною та осінню і визначити відносний вклад циркуляційного фактору при їх формуванні.

З метою оцінки можливих кліматичних змін, аналогічні розрахунки були проведені також і для періоду 1961-1990 рр., який залишається базовим періодом, по відношенню до якого здійснюється оцінка кліматичних змін. На основі отриманих, осереднених за вказані періоди, характеристик були розраховані аномалії дат початку, закінчення та тривалості періоду активної вегетації та побудовані відповідні карти. Зауважимо, що на картах аномалій «теплі» кольори і додатні аномалії вказують на відносне «потепління» характеристики, а «холодні» і від'ємні аномалії – на «похолодання». Наприклад, для початку теплого періоду додатні аномалії означають, що дати стійкого переходу середньої добової температури через 0 °C змістились на раніші строки, від'ємні – на пізніші. Для дати закінчення теплого періоду – навпаки.

Початок періоду активної вегетації. Результати розрахунків осереднених за період 1981-2010 рр. дат початку періоду активної вегетації та їх аномалій представлені на Рис. 3. У верхній частині рисунку – результати отримані методом (I), у середній частині – методом (II), у нижній – методом (III).

Незважаючи на певні відмінності у картах, побудованих на основі розрахунків різними методами, їх спільні риси чітко помітні. Це дає можливість стверджувати достовірність отриманих висновків.

Початок періоду активної вегетації у регіоні Українських Карпат характеризується визначальним впливом гірського масиву. Причому вплив гір проявляється не тільки у зміщенні дати стійкого переходу на пізніші терміни з вистою над рівнем моря, але і у тому, що потужний гірський хребет відіграє роль природного бар'єру на шляху переміщення повітряних мас весною: теплих з півдня та південного-заходу, та холодних з півночі та північного-сходу. Такий висновок випливає із аналізу динамічних карт, що показують річну динаміку середньої добової температури повітря.

Отже, найраніше весняний перехід через 10 °C відбувається у Закарпатті, що підтверджується всіма трьома методами (рис. 3 а), в), д)). Методи I та II дають приблизно однаковий результат: 9–14 квітня. Проте кліматологічний метод дає значно ранішні дати 1–4 квітня.

Найпізніше початок періоду активної вегетації здійснюється безпосередньо у горах – перша декада червня. Як вже відмічалось вище, існують роки, коли на найвищих вершинах взагалі не відбувається переходу температури повітря через 10 °C. Частота появи таких років не є великою. За період 1981-2010 рр. їх було не більше 5.

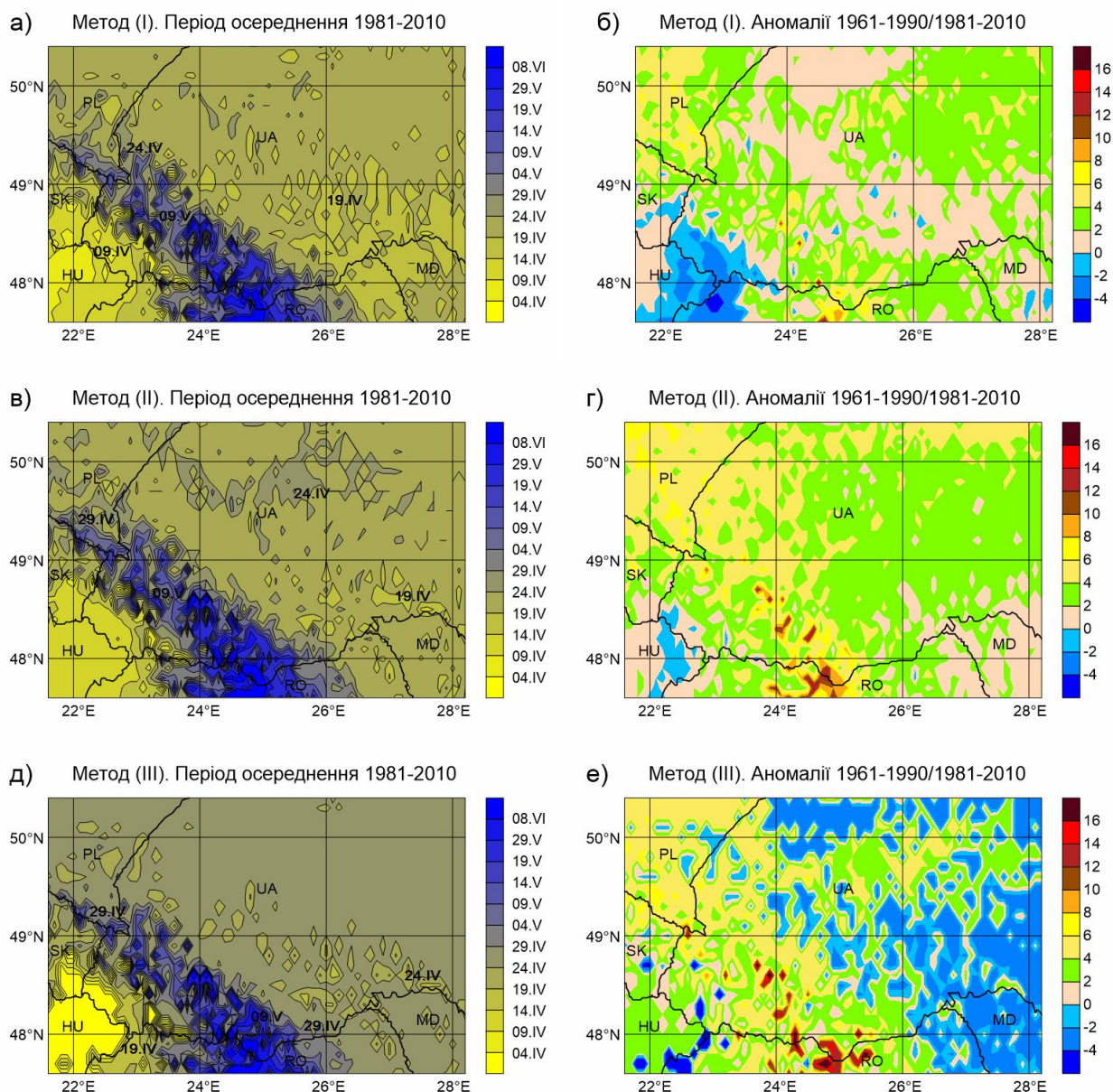


Рис. 3. Дата початку періоду активної вегетації та її аномалії (дні)

Спільною рисою всіх трьох методів є також і дещо раніший початок періоду у Передкарпатті (в основному у басейні/низовині річки Дністер; 14–19 квітня) у порівнянні із територією, що лежить на Подільській височині (19–24 квітня). Різниця складає близько 5–10 днів. Очевидно, що причиною відмінності є орографічний фактор.

Зауважимо, що кліматологічний метод дає більш різкий контраст у датах весняного переходу між Закарпаттям та Передкарпаттям (20 днів), в той час як методи I та II дають лише близько 10 днів. Кліматологічний метод дає початок періоду у Закарпатті більш ранній (близько 5–10 днів), а у Передкарпатті більш пізній (близько 5 днів) у порівнянні із методами I та II. Просторовий розподіл дат, розрахованих методом III, на рівнинній території є більш однорідним у порівнянні з результатами методів I та II.

Аналіз карт аномалій дати початку періоду активної вегетації (рис. 3 б, г, е) показує, що на більшій частині досліджуваної території суттєвих змін не відбулося. У Передкарпатті та на Подільській височині методи I та II дають незначне

зміщення (до 6 днів) на раніші строки. У Закарпатті – незначне зміщення (до 4 днів) на більш пізніші строки. Метод III в основному показує такі ж несуттєві зміни, але з протилежною просторовою тенденцією. Лише безпосередньо у горах всі три методи дають однаковий «напрямок» зміщення дати весняного переходу температури повітря на більш ранні терміни (до 16 днів). Причому спостерігається тенденція чим вища місцевість, тим суттєвіше зміщення (тим більша аномалія).

Закінчення періоду активної вегетації. Аналогічні результати у вигляді карт (рис. 4) отримані і для дат закінчення періоду активної вегетації.

Як і для початку періоду, для його закінчення визначальний вплив має потужний гірський хребет, як природний бар'єр, що призупиняє чи сповільнює переміщення повітряних мас. Проте аналіз динамічних карт просторового розподілу середньої добової температури разом із аналізом графіків річного ходу температури дозволяє зробити висновок, що осінній перехід через 10°C відбувається більш плавніше ніж весняний. Осінню опускання температури повітря відбувається із меншою кількістю затоків теплого повітря у порівнянні із затоками холодного повітря під час підвищення температури весною (під час здійснення весняного переходу). Така поведінка температури свідчить про те, що циркуляційні фактори у порівнянні із радіаційними відіграють важливішу роль при формуванні стійкого весняного переходу температури, а осінню – навпаки, більший вплив мають саме радіаційні фактори. Це також підтверджується і тим фактом, що дисперсія рядів весняних переходів є дещо більшою від дисперсії рядів осінніх переходів.

Слід зазначити, що карти просторового розподілу дати стійкого осіннього переходу температури через 10°C , які отримані на основі результатів методів I та II, є практично ідентичними. Аналогічна карта на основі результатів методу III має певні відмінності. Просторовий розподіл розрахованих дат методом III є більш однорідним на рівнинній території досліджуваного регіону.

Найраніше осінню стійкий перехід температури повітря через 10°C відбувається у високогірних районах (кінець серпня – початок вересня). На Подільській височині закінчення періоду активної вегетації здійснюється 5–10 жовтня (методи I та II) та 10–15 (метод III). У Передкарпатті закінчення періоду відбувається 10–15 жовтня, а на півдні Чернівецької області період активної вегетації може тривати до 20 жовтня. Такий результат дають всі три методи.

Найпізніше закінчення періоду відбувається у Закарпатті (15–25 жовтня – методи I та II, 15–20 жовтня – метод III).

Спільні риси на картах аномалій осінніх переходів, розрахованих різними методами, проявляються більш чіткіше у порівнянні з картами аномалій дат весняних переходів. Всі три методи показують зміщення дати закінчення періоду на пізніші терміни лише безпосередньо у горах, а на рівнинній місцевості – практично незмінність (з відхиленням ± 2 дні, метод II), або не значне зміщення на більш раніші строки (до 6 днів, методи I та III). Величина зміщення у горах – різна у різних методів. Найбільш суттєві зміни дає метод III – до 12 днів, метод I – до 10 днів, метод II – до 8 днів.

Тривалість періоду активної вегетації. Очевидно, що дати весняних і осінніх переходів температури через 10°C визначають тривалість періоду активної вегетації. Тому, враховуючи певну подібність карт дат весняного і осіннього переходів температури повітря через 10°C , отриманих на основі методів I, II та III, можна апіорі констатувати, що всі три методи будуть давати приблизно однакову картину просторового розподілу тривалості періоду активної вегетації. Зроблений висновок підтверджується побудовою карт представлених на рис. 5.

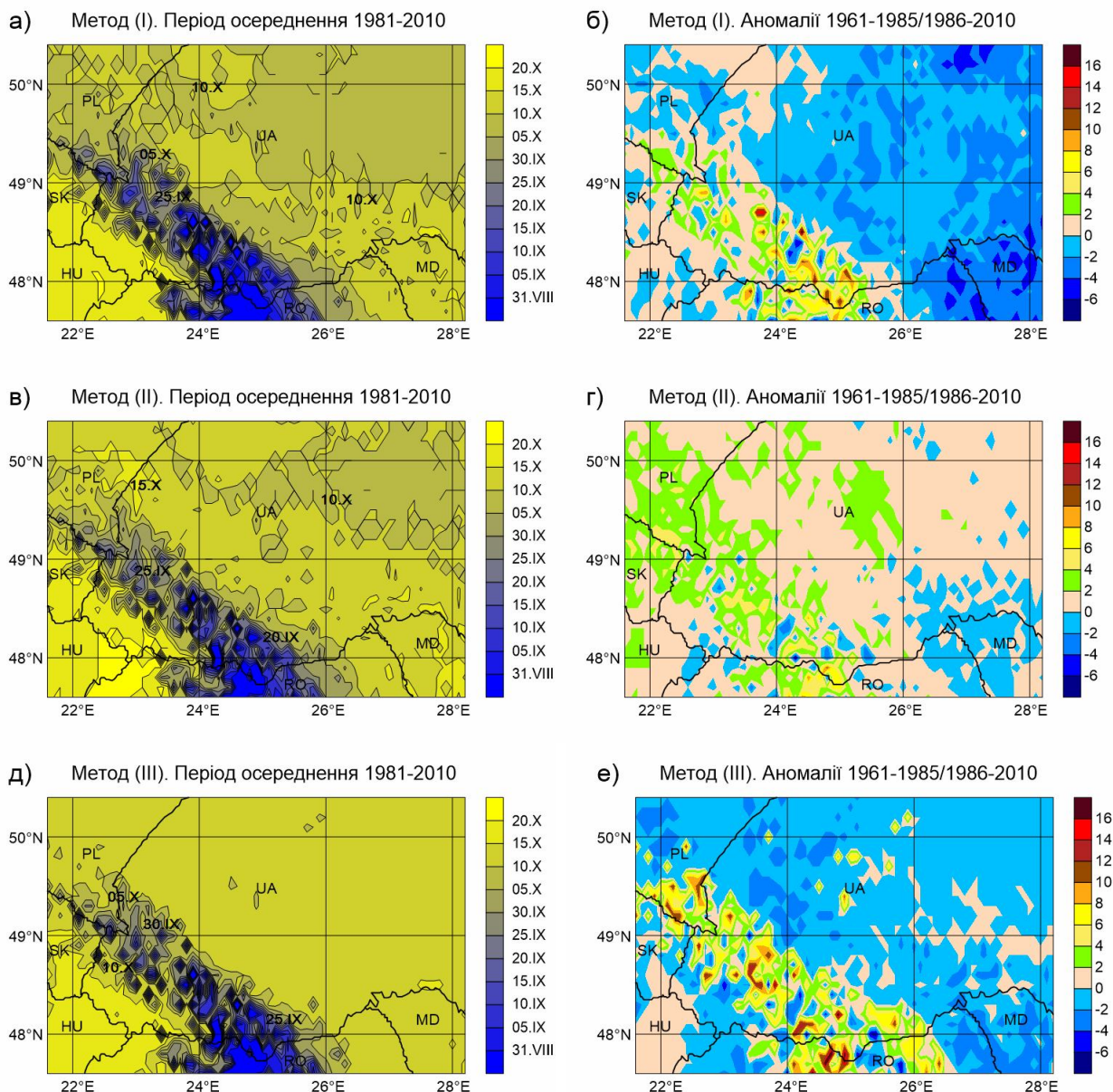


Рис. 4. Дата закінчення періоду активної вегетації та її аномалії (дні)

Найтриваліший період активної вегетації спостерігається у Закарпатті (190 – 200 днів). У Передкарпатті тривалість періоду зменшується, і становить 170–180 днів. Хоча на півдні Чернівецької області тривалість може досягати 190 днів. Ще на 10 днів зменшується тривалість на Подільській височині, і становить 160–170 днів. Найменша тривалість періоду активної вегетації спостерігаються у гірських районах.

Карти аномалій тривалості періоду активної вегетації, отримані на основі методів I та III, мають схожі якісні просторові особливості (тенденції змін). Метод II дає дещо інший результат. Єдиною спільною рисою всіх трьох методів є суттєве збільшення тривалості періоду активної вегетації безпосередньо у гірських районах (до +18 днів). На більшій частині рівнинної території методи I та III дають від'ємну аномалію тривалості (метод III – до -6 днів, метод I – до -4 днів), з вкрапленнями не значних по площі територій де аномалія додатна (до +4 днів). Метод II для рівнинної території дає в основному додатні аномалії (до +8 днів на

північному-заході і +4 на південному-сході). У Закарпатті аномалії найменші – ± 2 дні.

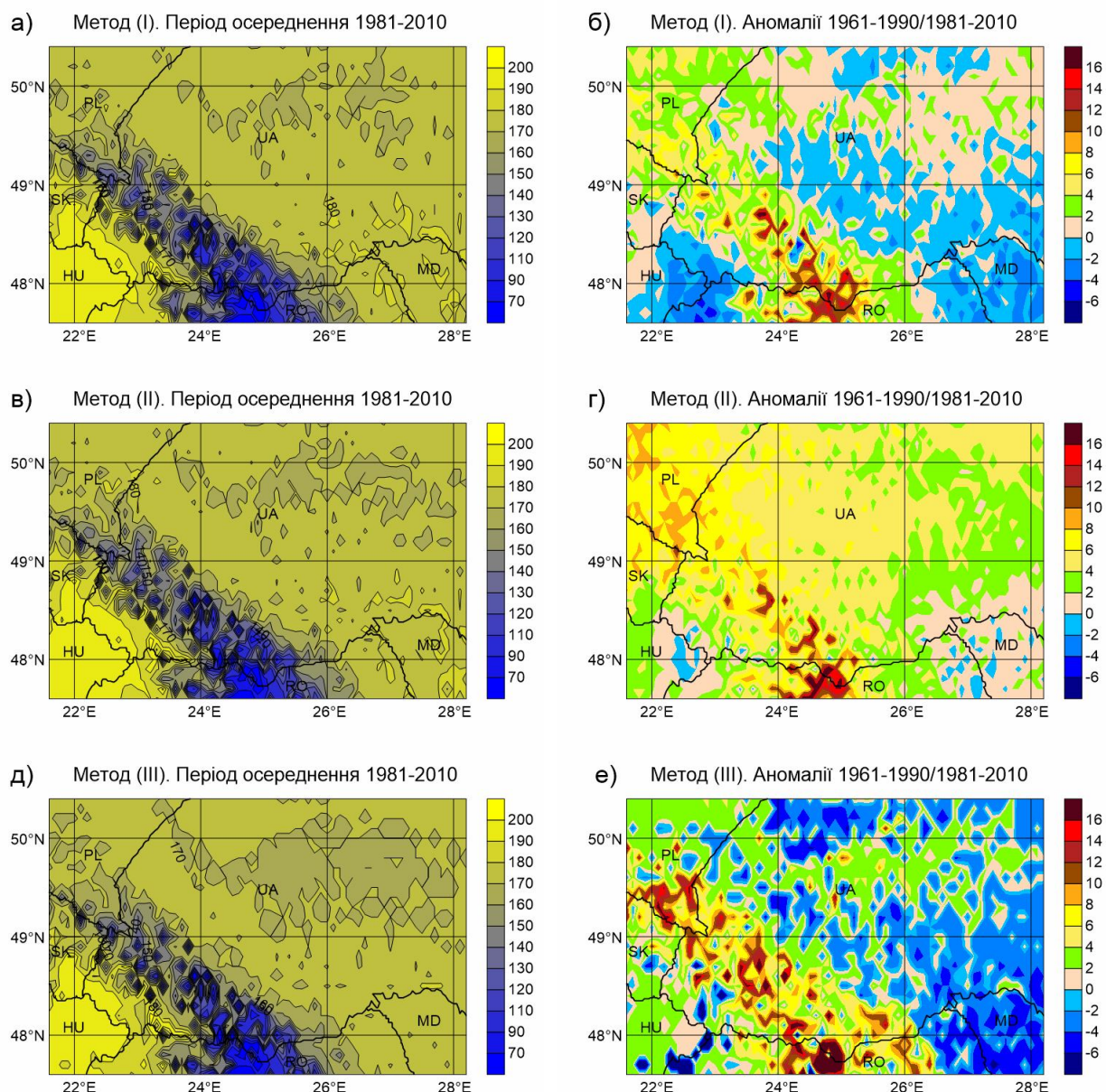


Рис. 5. Тривалість періоду активної вегетації (дні) та її аномалії (дні)

Висновки. Проведені розрахунки дозволили отримати наступні висновки.

Характеристики періоду активної вегетації залежать від методу, який використовується для розрахунку дат стійких переходів температури повітря через 10°C весною та осінню. Відмінності залишаються навіть після осереднення по 30-річному періоді. Проте спільні риси просторового розподілу досліджуваних характеристик спостерігаються, що дозволяє стверджувати обґрунтованість отриманих висновків.

Найбільш важливий фактор, який визначає особливості періоду активної вегетації у досліджуваному регіоні – це наявність потужного гірського масиву. Основна його роль – роль природного бар'єру, який призупиняє рух теплих повітряних мас з південного-заходу весною, і холодних повітряних мас з північного-сходу осінню.

Циркуляційні фактори відіграють важливішу роль у порівнянні із радіаційними факторами при формуванні весняного переходу, і навпаки – при формуванні осіннього переходу.

Найбільш суттєві зміни періоду відбулися безпосередньо у горах (гірських районах). Чим вища місцевість, тим більші зміни. Збільшення тривалості у горах (до +18 днів) відбулося як за рахунок зміщення початку періоду на раніші терміни, так і за рахунок зміщення закінчення періоду на пізніші терміни.

На рівнинній території досліджуваного регіону, зміни характеристик періоду активної вегетації не є такими ж суттєвими. Методи I та III дають в основному зменшення тривалості періоду (до -6 днів), а метод II – не значне збільшення (до +6 днів).

Автор виражає вдячність Ю.Б. Набиванцю, керівнику групи науковців Українського гідрометеорологічного інституту, які приймали участь у проекті CARPATCLIM, за можливість використовувати дані середньої добової температури.

Список літератури

1. Дати переходу температури повітря в Україні за сучасних умов клімату / [за ред. В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко] – К. : Ніка-Центр, 2010. – 304 с.
2. *Дмитренко В. П.* Погода, клімат і урожай польових культур / В. П. Дмитренко. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 620 с.
3. *Скриник О. А.* Метод визначення дат стійких переходів температури повітря через фіксовані значення та тенденції їх змін в умовах сучасного клімату : дис. на канд. геогр. н. / О. А. Скриник. – К., 2009. – 124 с.
34. *Linderholm H. W.* Growing season changes in the last century / H. W. Linderholm // *Agricultural and Forest Meteorology*. – 2006. – 137. – P.1–14.
5. *Груза Г. В.* Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // *Метеорология и гидрология*. – 2004. – №4. – С. 50-66.
6. CARPATCLIM. Climate of the Carpathian region – [Електрон. ресурс] – Режим доступу : <http://www.carpatclim-eu.org/pages/home/>. – Назва з еркану.
7. *Кобышева Н. В.* Климатологическая обработка метеорологической информации / Н. В. Кобышева, Г. Я. Наровлянский. – Л. : Гидрометеиздат, 1978. – 296 с.
8. *Szentimrey T.* Manual of homogenization software MASHv3.03 / T. Szentimrey // *Hungarian Meteorological Service*. – 2010. – 66 p.
9. *Szentimrey T.* Manual of software MISH / T. Szentimrey // *Hungarian Meteorological Service*. – 2011. – 32 p.
10. *Сніжко С. І.* Задача визначення дати стійкого переходу приземної температури повітря через певне фіксоване значення (аналіз методів) / С. І. Сніжко, О. А. Скриник // *Укр. гідрометеорологічний журн.* – 2008. – № 3 – С. 56-66.
11. European Climate Assessment & Dataset – [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://eca.knmi.nl/images/indices/GSL.png>. – Назва з еркану.
12. *Педь Д.* Определение дат устойчивых переходов температуры воздуха через определенные границы / Д. Педь // *Метеорология и гидрология*. – 1950. – №10. – С. 38-39.
13. *Sladek I.* Urcovani nastupu a ukoncení svorených teplot vzduchu metodou souctových rad odchylek / I. Sladek // *Meteorologické zpravy*. – 1989. – Vol. 42. – P. 10-15.
14. *Скрыник О. Я.* Климатологический метод определения дат устойчивых переходов через фиксированные значения / О. Я. Скрыник, О. А. Скрыник // *Метеорология и гидрология*. – 2008. – №3. – С. 112-116.

Період активної вегетації в Українських Карпатах

Скриник О. А.

На основі даних про середню добову температуру повітря за 1961-2010 рр., отриманих в рамках міжнародного кліматичного проекту CARPATCLIM, проведено дослідження сучасного стану періоду активної вегетації в Українських Карпатах. Виявлено зміни початку, закінчення та тривалості вегетаційного періоду у 1981-2010 рр. у порівнянні із 1961-1990 рр. Встановлено залежність виявлених змін від методу розрахунку дат стійких переходів температури повітря.

Ключові слова: вегетаційний період, Українські Карпати, кліматичні зміни

Период активной вегетации в Украинских Карпатах

Скрыник О. А.

Используя данные о среднесуточной температуре воздуха за период с 1961 по 2010 гг., полученные в рамках международного климатического проекта CARPATCLIM, проведено исследование особенностей периода активной вегетации в Украинских Карпатах. Выявлено изменение дат начала, окончания и продолжительности вегетационного периода в 1981-2010 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. Установлена зависимость выявленных изменений от метода расчета дат устойчивых переходов температуры воздуха.

Ключевые слова: вегетационный период, Украинские Карпаты, изменения климата

The growing season of heat-loving plants in Ukrainian Carpathian region

Skrynuk O. A.

Using the daily air temperature data for the period 1961-2010 which were obtained in the frame of the CARPATCLIM project the features of growing season of heat-loving plants in Ukrainian Carpathian region were studied. A change of the beginning, the end and the length of the growing season in 1981-2010 comparing to 1961-1990 have been revealed. Depending of the changes revealed on calculating method for the beginning and the end of the growing season has been shown.

Keywords: growing season of heat-loving plants, Ukrainian Carpathians, climate change

Надійшла до редколегії 03.07.2014

Suligowski Roman

Институт географії, Університет Яна Кухановського в Кельцах (Польща)

THE USE OF SPLINE FUNCTION IN THE DETERMINATION OF GENETIC TYPES OF RAINFALL IN POLAND

Keywords: extreme rainfall events, types of rainfall, spline function

Numerous studies concerning precipitation differ significantly depending on the purpose of the study. Meteorological and climatological studies are usually focused on the processes acting in the atmosphere. Hydrologists are mostly interested in the effects of these processes, in other words, in the rainfall reaching the surface of the earth. The combination of these two research fields is required for hydrological prognoses. Developing methods of quantitative rainfall forecasting has been an important but still unsolved problem.

The primary idea of this study was to analyse the time structure of precipitation at the selected rain-gauge stations within the territory of Poland. However, the results of first attempts of statistical rainfall analyses have proven that rainfall events of various duration cannot be regarded as a homogeneous process.

Definition of genetic types is not an easy task due to the significant diversity of rainfall inducing processes. The more recent classifications (Herzogh and Hobbs 1980, Hobbs et al. 1980, Atkinson 1981, Sumner 1988) combine the genesis of rainfall with its general characteristics: duration, intensity, and areal extent. According to different precipitation producing mechanisms Sumner (1988) identified three genetic types of rainfall, i.e. convection, cyclonic and orographic.

Convection type rainfall arises as the result of rapid uplift of masses of air. Intense rainfall cells produced by such processes are not large in size. They are most often limited to tens or hundreds of square kilometres. Convection cells in the form of vertically developed clouds, cause a very intense rainfall and are limited to a relatively small area about 100 km². Multi-cell convection configurations consist of two or more convection cells functioning within the same system. Large scale convection complexes are organized into groups or squall line systems with axes perpendicular to the direction

of configuration shift. In the moderate climate linear configuration of convection cells occurs quite often in the zone preceding the cold front. Each of the cells may produce very intensive rainfall. In the case of such configuration the convective processes have a mesoscale extent and the area of precipitation reaching hundreds of km².

Cyclonic type of rainfall is associated with circulation systems of the atmosphere at mezo- or macroscale. In temperate climates, atmospheric depressions have low-pressure centres and a well-formed systems of fronts. The main precipitation producing process in horizontal convergence of air masses at considerable areal scale. A typical range usually includes hundreds to tens of thousands square kilometres. Intensity of this type of rainfall is rarely high.

Typical frontal depressions reaching Europe are formed over the Atlantic, as the eastern coast of the United States of America and Canada. It takes 2-3 days to pass over Atlantic, then they move for the next 2-3 days over the sea at the coastal part of western Europe. They decay over the continental distance from the Atlantic, which is the source of humidity, becomes longer, precipitation intensity and total depth decrease. Precipitation induced by Atlantic depression may relocate by as many as 1000 to 10 000 kilometers. In the summer in southern and eastern Poland high depth rainfall may also be induced by depressions genetically associated with the Mediterranean sea and coming to Poland from the Hungarian lowland and southern Ukraine (Michalczewski and Mycielska 1972, Kupczyk and Suligowski 2011, Suligowski 2013).

Generation of orographic precipitation defined by Sumner (1988) and other authors depends on a specific relief configuration. The area affected by the rainfall is connected with the orographic barrier and the formation of clouds and rain mainly happens on the windward side. As the rainfall area does not relocate, a significant rainfall totals may reach a very limited area.

Rainfall intensity differs depending on the nature of the local circulation near the orographic barrier, atmosphere stratification, and air humidity. These processes are clearly visible in the areas where topographic barriers occur relatively near to the sea-shore, for example in western and north-western Europe. In Poland orographic type of rainfalls have been observed in the Podkarpacie region even though their occurrence are not clearly defined due the transformation of air masses and low intensity of humidity inflow.

Thus the nature of precipitation producing mechanisms forms the temporal structure of rainfall, amount and territorial extension.

The problem of classification of rainfall data according to the type of rainfall is important for this study. Rainfall could be subdivided on the basis of synoptic analysis and local meteorological conditions of each storm event, or by the statistical analysis of rainfall characteristics depicting the genetic type feature. The first method required additional information and is very time-consuming, so it was found not useful in practice. The most important task in the statistical approach was to identify the fundamental rainfall characteristics reflecting the main feature of distinguished type of rainfall. After several attempts it was found that the key characteristic is the functional relation of total depth of rainfall events to its time of duration.

Basic precipitation data derived from selected 40 polish meteorological stations (fig. 1) in the years 1961-90 and concerning only summer season (V-X) rainfalls, were subdivided into 13 classes of duration (tab. 1).



Figure 1. Location of rain gauges stations used in the study

Table 1. Rainfall classes, selected with respect to time of its duration

Class number	Rainfall duration (t_r) in hours
0	$t_r \leq 0.5$
1	$0.5 < t_r \leq 1.5$
2	$1.5 < t_r \leq 2.5$
3	$2.5 < t_r \leq 3.5$
4	$3.5 < t_r \leq 4.5$
5	$4.5 < t_r \leq 5.5$
6	$5.5 < t_r \leq 6.5$
7	$6.5 < t_r \leq 7.5$
8	$7.5 < t_r \leq 8.5$
10	$8.5 < t_r \leq 11.5$
12	$11.5 < t_r \leq 13.5$
18	$13.5 < t_r \leq 24.0$

Changes in the depth – duration relationship were tested with the spline function method (Suits et al. 1978, Smith 1979) with the use of the computer programme. The programme makes it possible of subdividing the whole range of function variability into sectors with different courses of functional dependence, to perform the zoning in the optimum way and to determine parameters of regression equations in the selected sectors. The division of the whole range of the observed characteristics into sectors was optimized using minimum mean deviation criterion:

$$\sum_{i=1}^n [f(x_i) - y_i]^2 = \min$$

where: n – number of all measurements, y_i – measurement of the characteristics, x_i – time of measurement, $f(x_i)$ – spline function value.

The search of optimum division into sectors is carried out by determination of standard value for all possible cases subsets, and the selection of the one with the smallest value. In the result of analysis of the $h = f(t_r)$ function the whole range of rainfall duration has been divided into three sectors: 90 minutes (or less – depending on stations) (tab. 2), from 91 minutes to 4.5 hours or up to 13.5 hours, and longer rainfall.

Table 2. Time range occurrence of genetic types of rainfall at meteorological stations in Poland

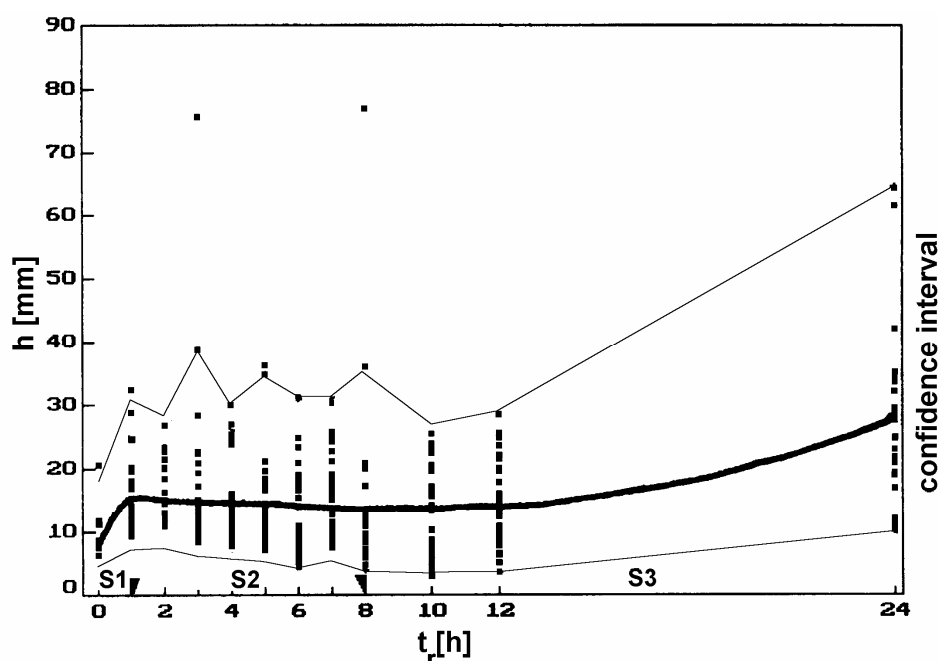
Station name	Rainfall duration (t_r)		
	Convection (sector S1) [min]	Frontal (sector S2) [h]	Atmosph. depression (sector S3) [h]
Białystok	1 – 90	1,5 – 5,5	> 5,5
Chełm Lubelski	1 – 90	1,5 – 4,5	> 4,5
Częstochowa	1 – 210	3,5 – 10,5	> 10,5
Elbląg	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Gdańsk	1 – 90	1,5 – 13,5	> 13,5
Gniezno	1 – 90	1,5 – 8,5	> 8,5
Gorzów Wlkp.	1 – 150	2,5 – 7,5	> 7,5
Hala Gąsienicowa	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Jarczew	1 – 90	1,5 – 5,5	> 5,5
Jelenia Góra	1 – 150	2,5 – 5,5	> 5,5
Kielce	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Kołobrzeg	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Legnica	1 – 90	1,5 – 7,5	> 7,5
Lębork	1 – 150	2,5 – 6,5	> 6,5
Lublin	1 – 150	2,5 – 5,5	> 5,5
Łódź	1 – 90	1,5 – 7,5	> 7,5
Mieroszów	1 – 150	2,5 – 6,5	> 6,5
Międzyzlesie	1 – 90	1,5 – 4,5	> 4,5
Nowy Sącz	1 – 90	1,5 – 4,5	> 4,5
Opole	1 – 90	1,5 – 6,5	> 6,5
Ostrołęka	1 – 90	1,5 – 5,5	> 5,5
Płock	1 – 150	2,5 – 10,5	> 10,5
Poznań	1 – 90	1,5 – 3,5	> 3,5
Rabka	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Rzeszów	1 – 90	1,5 – 3,5	> 3,5
Suwałki	1 – 90	1,5 – 6,5	> 6,5
Szczecin	1 – 90	1,5 – 13,5	> 13,5
Szczecinek	1 – 210	3,5 – 7,5	> 7,5
Terespol	1 – 90	1,5 – 3,5	> 3,5
Toruń	1 – 90	1,5 – 6,5	> 6,5
Warszawa	1 – 90	1,5 – 6,5	> 6,5
Wieluń	1 – 90	1,5 – 3,5	> 3,5
Wisła	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Wrocław	1 – 90	1,5 – 8,5	> 8,5
Zakopane	1 – 150	2,5 – 13,5	> 13,5
Zielona Góra	1 – 90	1,5 – 6,5	> 6,5

In the case of rainfall classified to the first sector their depth increases rapidly with the duration increase. This is because of a high average intensity of all rainfall events in this sector, regardless of whether their duration is 10 or 60 minutes.

The second sector with a very diversified rainfall duration shows lack of dependence between rainfall depth and its duration in the initial section (duration 1,5-8.5 hours), and at many stations reveals a negative dependence – the depth of rainfall decreases in the 9.5-13.5 hours duration class. This means that the mean intensity of rainfall with the duration longer than 8,5 hours is significantly smaller than those of shorter duration (for example 6 hours; fig. 2). These results, however suprising, have been confirmed in the works of others authors, outside Poland. It was expressed in the $h = f(t_r)$ function analysis and resulted in negative correlation coefficient of two characteristics: depth and duration of rainfall in this class.

The third group – long duration rainfalls with the time exceeding 13.5 and 24 hours reveal a distinct depth increase accompanying the increase of duration.

The examples of formulae describing rainfall depth – duration relationship and division in the sectors (S1, S2, S3) according to the spline function method have been presented in Figures 2.



S1	S2	S3
$h = -10.53t_r^2 + 20.75t_r + 6.72$	$h = -0.31t_r + 17.25$	$h = 0.044t_r^2 - 0.83t_r + 18.81$

Figure 2. Maximum depth of rainfall events against time of its duration at Toruń

In the first and third sector (S1 and S3 in figure 2) a parabolic form of the relationship between rainfall duration and its depth was obtained. Thus the spline function in these sectors has been described by the following second degree polynomial:

$$y = cx^2 + dx + e$$

In the second sector (S2 in figure 2) the following linear approximation turned out to be sufficient:

$$y = ax + b$$

Function parameters of the second section were calculated using least square method, by minimization the following function:

$$\sum_{i=1}^k [y_i - (ax_i + b)]^2 = \min$$

Values of parameters in the first and third sector were obtained by the introduction of continuity at the borders of sectors, which resulted in the condition of equality of the first derivatives at the borders of these sectors:

$$\sum_{i=p}^q [y_i - (cx_i^2 + dx_i + e)]^2 = \min$$

where: $p = 1, q = 1$ (sector 1); $p = k, q = n$ (sector 3).

Parameters values of the $h = f(t_r)$ function were determined assuming the 0.95 confidence level. The actual bias error which we made while preserving continuity of function at the sector border only at some stations was slightly higher than the optimum bias error.

In the result of the described statistical analysis we obtained a division of the whole set of rainfall events at each station into three subsets with different relationships of two basic rainfall characteristics: depth and duration. A rapid change of this dependence occurring in particular at transition from the first to the second sector is a proof that the processes which form rainfall events are not homogeneous. Thus it can be believed that rainfall in the defined duration sectors are induced by different mechanisms. Inflection points for the $h = f(t_r)$ function (in an averaging picture) determine domains, where the precipitation process can be regarded as homogenous. This argumentation in connection with the established rainfall classifications (after Sumner 1988) made it possible to identify three types of rainfall in Poland where the objective criterion of the identification is the duration of rainfall.

Convective rainfalls. They are induced by singular convection cells or sets of cells with intense ascending and descending currents which rarely form squall line configurations under our climatic conditions. The most frequent and most intense convection rainfalls have been observed in the central part of Poland, forced by considerable diversification of thermal features of the substratum, for example the area near Gniezno, Plock, Toruń. High frequency of convection rainfalls is also observed in eastern Poland (Terespol, Białystok, Chełm Lubelski) which is connected with continental climate characteristics of these area.

Frontal rainfalls. They make quite a distinct group of rainfalls in Poland with a very diversified duration, ranging from 1.5 to 13.5 hours (Table 2). They differ in intensity and duration in comparison to rainfalls identified as cyclonic for the territory of western Europe. The differences are related to transformation of air masses over the western part of the continent, lower speeds of frontal zones relocation as well as a weakening of the dynamics of processes in the zone of fronts. Rainfalls preceding a warm front, in particular in the summer, do not give large precipitation depth. Rainfall area connected with warm front is very large and relocates slowly thus, long duration rainfalls (7.5 – 13.5 hours) are of low intensity. The stable thermal stratification behind a front does not offer good conditions for clouds and rainfall development. For this reason the next rainfall zone connected with a cold front is recorded as a separate event. Generally a cold front usually relocates faster, processes in front zone occur more dynamic, which leads to a higher intensity of rainfall of the 1.5 – 5.5 hours duration.

After a passage of a cold front, due to a high air transparency and good conditions for air masses heating from the ground, a very unstable air stratification is produced, in particular in the spring and early summer. As the polar and sea air masses a cold front are unstable and local heating processes occur, cloud forming processes become very active. Rainfalls of relatively high intensity connected with those processes are often occur as the extension of cold front rainfall (with the duration of 1.5 to 7.5 hours) shows a higher depth than that of long duration rainfalls (9.5-13.5 hours) connected with the passage of a warm front.

Atmospheric depression rainfall. They are connected with the passage of a deep atmospheric depression centres or series of depression with two active frontal surfaces or with large convergence zone in synoptic scale. These types of process produce of long duration rainfall with altered intensity. In continuous rainfall records observed at sites, a weakened intensity of rain or some breaks occur after passage of warm front. The hyetograph of rainfall connected with passing of whole depression configuration with active fronts system over Poland shows a definite intensity increase in the duration sector 10.5 - 24 hours, caused by intensive rain-inducing mechanisms of the cold front.

Conclusions. Three genetic types of rainfall were separated from whole series of rainfall events: convection, frontal and atmospheric depression rainfall. The best statistical criterion which, made it possible to divide rainfall events into genetic groups, turned out to be inflection points at the curve, reflecting functional relation of rainfall depth and its time of duration. The each group of events is connected with different precipitation producing mechanisms, thus rainfall characteristics differ considerably, which can be seen at maximum rainfall intensity quantiles values. The temporal patterns of rainfall intensity along time of its duration are also differentiated.

References

1. *Atkinson B. W.* Mesoscale atmosphere circulations. – London : Academic Press, 1981.
2. *Herzogh P. H.* The mesoscale and microscale structure and organization of clouds and precipitation in midlatitude cyclones. II: warm-frontal clouds / Herzogh P. H., Hobbs P. V. // J. of the Atmospheric Sciences. – 1980. – 37(3). – P. 597–611.
3. The mesoscale and microscale structure and organization of clouds and precipitation in midlatitude cyclones. I: A case study of a cold front / Hobbs P. V., Matejka T. J., Herzogh P. H. etc // J. of the Atmospheric Sciences. – 1980. – 37(3). – P. 568–596.
4. *Johnson A. R.* Applied multivariate statistical analysis / A. R. Johnson, D. W. Wichern. – Prentice Hall, New Jersey, 1982.
5. *Kupczyk E.* Statistical description of the rainfall structure as the input to hydrological models / Kupczyk E., Suligowski R. // Prediction of the design storms and floods ; U. Soczyńska (ed.). – University of Warsaw, 1997. – P. 191–212.
6. *Kupczyk E.* Temporal and spatial patterns of high intensity rainfalls in Poland / Kupczyk E., Suligowski R. // Miscellanea Geographica. – 2000. – 9. – P. 77–84.
7. *Kupczyk E.* Rainfall types for hydrological purposes / Kupczyk E., Suligowski R. // Przegląd Geofizyczny. – 2011. – 3–4. – P. 235–246.
8. *Michalczewski J.* Meteorological causes of floods in July 1970 / Michalczewski J., Mycielska H. ; Instytut Gospodarki Wodnej. – Warszawa : Wyd. Komunikacji i Łączności, 1972.
9. *Smith P. L.* Splines as a useful and convenient statistical tool / P. L. Smith // The American Statistician, 1979. – 33(2). – P.57–62.
10. *Suits D. B.* Spline functions fitted by standard regression methods / Suits D. B., Mason A., Chan L. // The Review of Economics and Statistics. – 1978. – 60(1). – P. 132–139.
11. *Suligowski R.* Temporal and spatial structure of the rainfall in Poland. Attempt at the regionalization / R. Suligowski // Prace Instytutu Geografii Akademii Świętokrzyskiej. – 2004. – 12. – P. 3–110.
12. *Suligowski R.* Maximum credible precipitation at the Kielce Upland (Poland) / R. Suligowski. – Kielce : Jan Kochanowski University, 2013.
13. *Sumner G.* Precipitation. Process and analysis / G. Sumner. – London : John Wiley and Sons Ltd., 1988.

Suligowski Roman

The use of spline function in the determination of genetic types of rainfall in Poland

A large number of studies has been undertaken by meteorologists and climatologists on precipitation phenomenon in many aspects, depending on the goal of investigation. Some of them classified precipitation events with respect to the different scale of atmospheric processes which cause the formation of clouds and precipitation. On the basis of 40-year (1961–2000) rainfall series analysis in Poland it has been stated that the whole range of rainfall duration cannot be regarded as genetic homogenous sample. Three genetic types of rainfalls were separated within the territory of Poland: convection, frontal and atmospheric depression rainfalls. Rainfall characteristics differ according to separated genetic groups. The best statistical criterion which made it possible to divide rainfalls into genetic classes turned out to be the inflection points at the curve reflecting functional relation of rainfall depth, and its duration. Changes in this relationship were tested with the spline function method.

Keywords: extreme rainfall events, types of rainfall, spline function.

Суліговські Роман

Використання сплайн-функції у визначенні генетичних типів дощових опадів у Польщі

Проведено велику кількість досліджень дощових опадів у різних аспектах. У деяких з них запропоновані класифікації опади відповідно до масштабу атмосферних процесів, що спричиняють формування хмар та опадів. На основі аналізу 40-річних спостережень у Польщі (1961-2000 рр.) стверджується, що тривалість опадів не може розглядатися як генетично гомогенна вибірка. На території Польщі виділяється три генетичні типи опадів: конвективні, фронтальні та пов'язані з атмосферними депресіями. Характеристики опадів розрізняються залежно від генетичних груп. Найточнішим статистичним критерієм, що дозволив виділити генетичні класи опадів, виявилися точки вигину на кривій, що відображає функціональне співвідношення інтенсивності опадів та їх тривалості. Зміни в цих співвідношеннях були перевірені за допомогою методу сплайн-функції.

Ключові слова: дощові опади, типи опадів, сплайн-функція.

Сулиговски Роман

Использование сплайн-функции в определении генетических типов осадков в Польше

Проведено большое количество дождевых осадков в разных аспектах. В некоторые из них предложены классификации осадков в зависимости от масштабов атмосферных процессов, которые вызывают образование облаков и осадков. На основании анализа 40-летних наблюдений в Польше (1961-2000 гг.) утверждается, что продолжительность осадков не может рассматриваться как генетически гомогенная выборка. На территории Польши выделяются три генетические типы осадков: конвективные, фронтальные и связанные с атмосферными депрессиями. Характеристики дождей различаются в зависимости от генетических групп. Самым точным статистический критерием, который позволил выделить генетические классы дождей, является точка изгиба на кривой, отражающей функциональное соотношение интенсивности осадков и их продолжительность. Изменения в этих отношениях проверены с помощью метода сплайн-функции.

Ключевые слова: дождевые осадки, типы осадков, сплайн-функция.

Надійшла до редколегії 05.08.2014

УДК 551.54+551.542+5

Білаш В. І.,

Лабораторія повірки приладів атмосферного тиску ГЦТО УкрГМЦ, м. Київ

Пясецька С. І.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИЛАДІВ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ У ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СЛУЖБІ УКРАЇНИ

Ключові слова: барометри, повірка, методика

Вступ. Відомо, що у синоптичних прогнозах вимірюванню атмосферного тиску відводиться вирішальна роль. Від точності барометричних вимірювань залежить точність метеорологічних прогнозів, а в авіації це впливає ще й на безпеку польотів.

Об'єкт, предмет та мета роботи. *Об'єктом дослідження є прилади вимірювання атмосферного тиску, які застосовуються на мережі метеостанцій України. Предметом дослідження є розробка напрямків удосконалення схем повірок цих приладів.*

Мета роботи полягає в узагальненні існуючих методик повірки/калібрування приладів атмосферного тиску на мережі метеорологічних станцій України та їх удосконалення.

Огляд стану проблеми. На метеостанціях України, які підпорядковані Українському гідрометеорологічному центру (УкрГМЦ), вимірювання атмосферного тиску здійснюється за допомогою ртутних барометрів, анероїдів та сучасних електронних барометрів. Всі ці прилади, за сучасною термінологією, називаються *Засобами Вимірювальної Техніки* (надалі ЗВТ). У ртутних найстаріших ЗВТ, атмосферний тиск визначається як еквівалент висоти ртутного стовпа. У анероїдних ЗВТ коливання атмосферного тиску сприймаються герметичними мембранними барокоробками (анероїдами), з яких відкачено повітря і передаються на стрілку барометра. У електронних ЗВТ вимірювання атмосферного тиску здійснюється особливими датчиками, які створюють електричний сигнал, пропорційний атмосферному тиску. Усі ЗВТ атмосферного тиску, які використовуються у метеоспостереженнях розраховані, в основному, на вимірювання тиску від 600 до 1100 гПа, але деякі, наприклад, барометр-анероїд М-110 морського призначення, мають розширений діапазон – від 5 до 810 мм рт ст, або від 6 до 1080 гПа. У табл. 1 наведено порівняльні характеристики ЗВТ атмосферного тиску.

У кожному барометрі під час виготовлення та експлуатації може виникнути інструментальна похибка, котра буде впливати на достовірність результатів вимірювання, тому для забезпечення принципу єдності вимірювань, у метрології здійснюється повірка/калібрування ЗВТ.

Операція з повірки/калібрування здійснюється за допомогою еталонів атмосферного тиску. Державний еталон атмосферного тиску знаходиться у Національному науковому центрі "Інститут метрології" у м. Харків. УкрГМЦ здійснює повірку/калібровку ЗВТ атмосферного тиску за допомогою неелектронних та електронних еталонів. До неелектронних вихідних еталонів відносяться

Таблиця 1. Основні характеристики засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) атмосферного тиску

Робочі Характеристики ЗВТ	Діапазон вимірю- вання тиску	Темпера- турний інтервал	Допустимі похибки	Точність відліку по приладу	Темпера- турна похибка	Додаткова похибка	Компен- саційний тиск	Міжпів- рочний інтервал
М-67 (контрольний) анероїд	610 - 790 мм рт ст	-10 + 50 °C	±0,8 мм рт ст	≤0,1 мм рт ст	≤0,12 мм рт ст	-2,0+0,9 мм рт ст	73 мм рт ст	24 місяці
МД-49-2 анероїд	610-790 мм рт ст	-10 + 50 °C	±0,8 мм рт ст	0,1 мм рт ст	±0,08 мм рт ст	+0,7 мм рт ст		12 місяців
БАММ-1 анероїд	80- 106 кПа	0+ 40 °C	±0,2 кПа	0,05 кПа	+0,01 кПа	+0,5 кПа	97,6 кПа	12 місяців
БАММ анероїд	600- 800 мм рт ст	-10+40 °C	±1,5 мм рт ст	0,5 мм рт ст	+0,05 мм рт ст	+0,7 мм рт ст		12 місяців
М-98 анероїд	300- 810 мм рт ст	-20+ 50 °C	±1,0 мм рт ст	0,5 мм рт ст	±0,15 мм рт ст	±2,0 мм рт ст	75 мм рт ст	24 місяці
М-110 анероїд	5- 800 мм рт ст	+5 +50 °C	±2,5 мм рт ст	≤0,1 мм рт ст				24 місяці
СР-А ртутний	810-1070 гПа	+10+40 °C	±0,5 гПа			+0,05 гПа		5 років
СР-Б ртутний	680-1070 гПа	+10+40 °C	±0,5 гПа			+0,05 гПа		5 років
БОП-1 електронний	300-1100 гПа	+5+ 50 °C	±0,1 гПа					12 місяців
СТРАТОСФЕРА електронний	13- 1100 гПа	+15+ 30 °C	±0,08 гПа					12 місяців
БАР електронний	650- 1080 гПа	+5 +40 °C	±0,3 гПа					24 місяці
МПА-15 грузопоршневий	1- 3000 мм рт ст	до +40 °C	±0,1 мм рт ст					24 місяці

грузопоршневі манометри абсолютного тиску типу МПА-15 (виробник Росія). Еталони цього типу побудовані на принципі врівноваження атмосферного тиску грузами відкаліброваними у мм рт.ст. До електронних відносяться високоточні еталони типу БОП (виробник Росія), "Стратосфера" (виробник "Добрий шлях", Україна), а також робочі електронні еталони типу БАР-И (виробник "Добрий шлях"). За допомогою БОП-1, "Стратосфера" і МПА-15 повіряються / калібруються робочі еталони БАР-И, а за допомогою БАР-И - робочі ЗВТ атмосферного тиску: електронні вимірювачі БАР, а також ртутні барометри СР-А, СР-Б і барометри - анероїди. На рисунках 1-4 наведено пневмоелектричні схеми для повірки / калібрування інспекторських електронних барометрів БАР-И. Кожній з цих схем притаманна своя особливість підтримання заданого тиску в основі якої покладено другий закон термодинаміки:

$$PV = RT, \quad (1)$$

де P - тиск в пневмосистемі, V - об'єм повітря в пневмосистемі, R - газова константа, T - температура повітря в пневмосистемі.

На рисунку 1 наведено схему повірки / калібрування робочого еталону БАР-И по електронному вихідному еталону БОП.

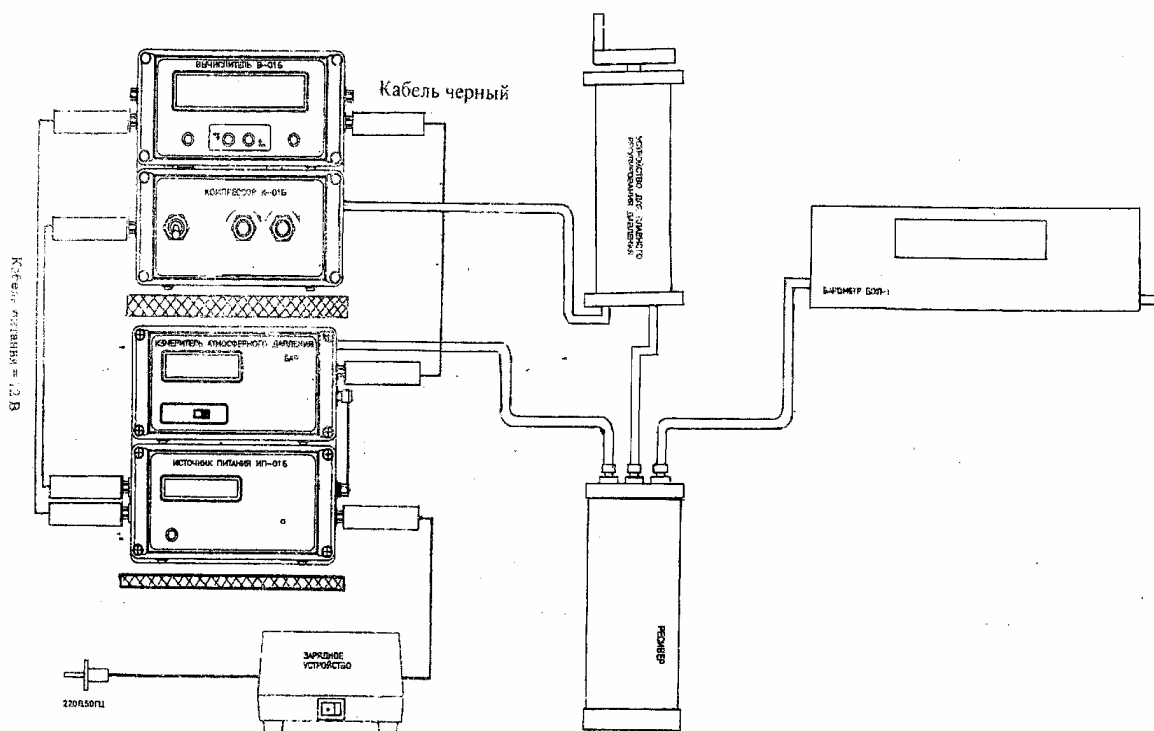


Рис.1. Схема повірки робочого еталону БАР-И по вихідному електронному еталону БОП

Необхідний тиск " P " у цій пневмосхемі підтримується за допомогою приладу "УИДС" - герметичного циліндру з пересувним поршнем. При постійній температурі " T " повітря у пневмосхемі, тиск " P " залежить від зміни об'єму " V ".

На рисунку 2 наведено схему повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по вихідному грузопоршневому еталону.

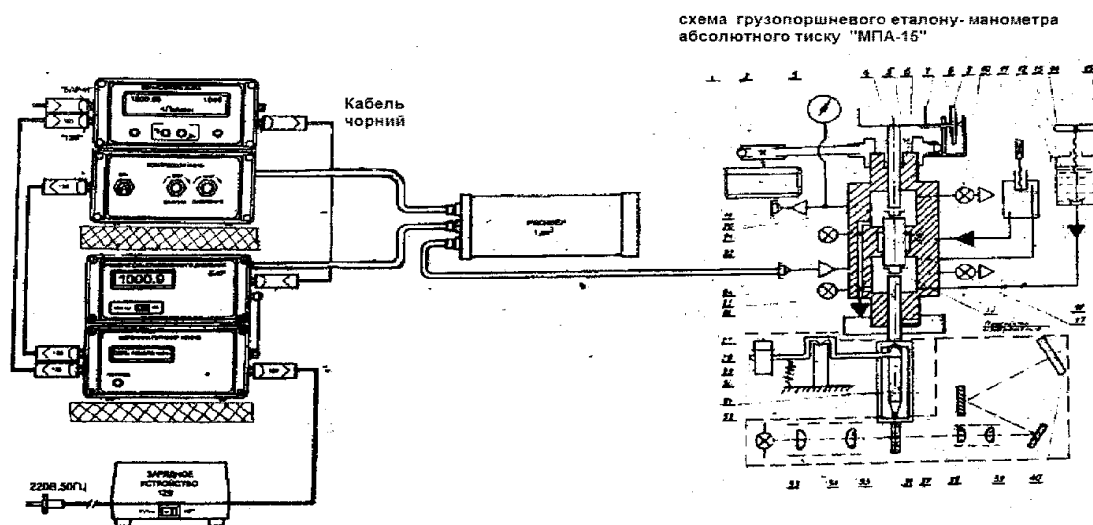


Рисунок 2

Рис.2. Схема повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по вихідному грузопоршневому еталону МПА-15

Необхідний тиск в цій схемі задається каліброваними грузами, які врівноважуються зміною об'єму повітря "V" у порівняльній камері МПА-15.

На рисунку 3 наведено схему повірки/калібрування робочого еталону БАР-И по барометричному повірочному комплексу «Стратосфера».

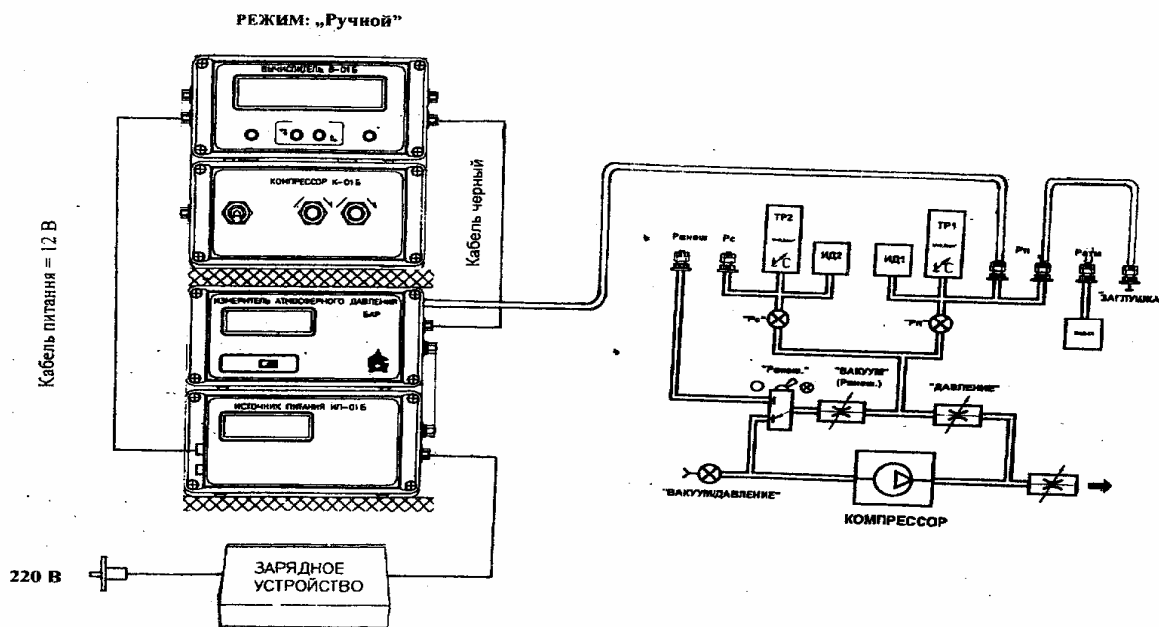


Рис.3. Схема повірки робочого еталону БАР-И по барометричному повірочному комплексу «Стратосфера»

У цій схемі застосовано принципово новий спосіб підтримання необхідного тиску: при незмінному об'ємі повітря в пневмосхемі заданий тиск підтримується спеціальними термостабілізаторами.

На рисунку 4 наведено схему повірки/калібрування вимірювача атмосферного тиску БАР по робочому еталону БАР-И.

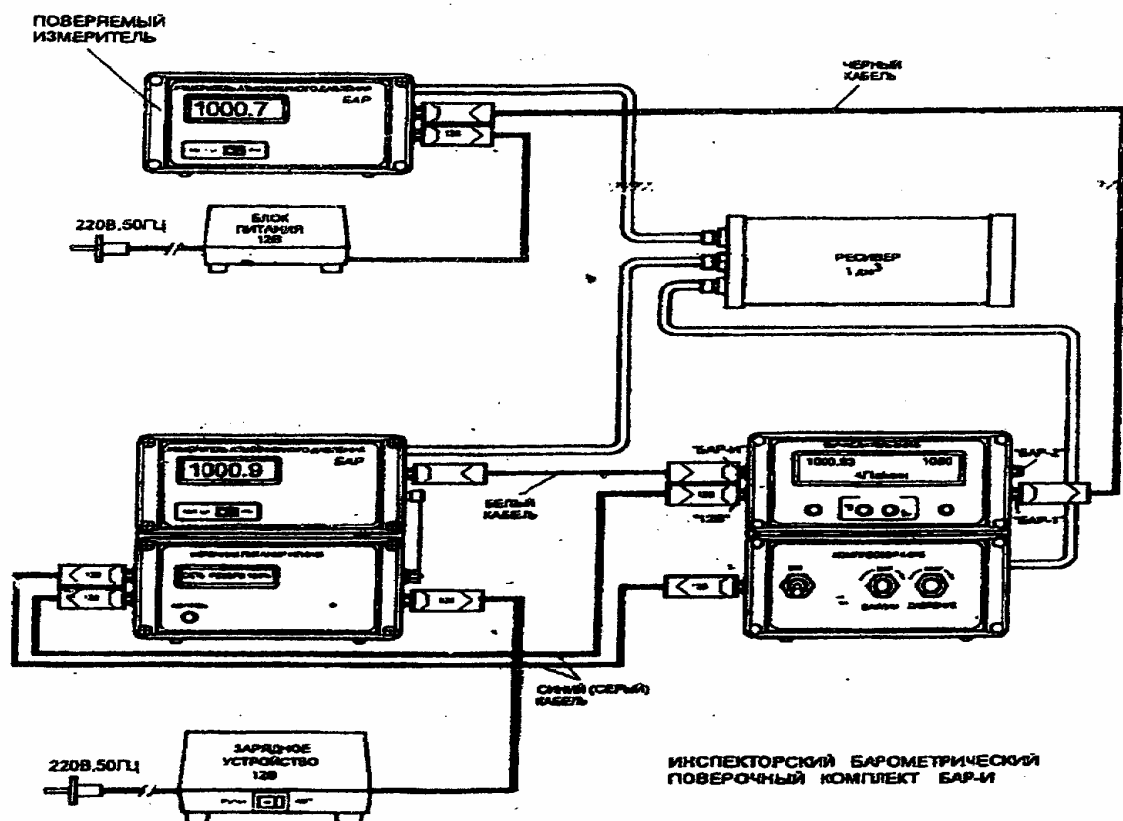
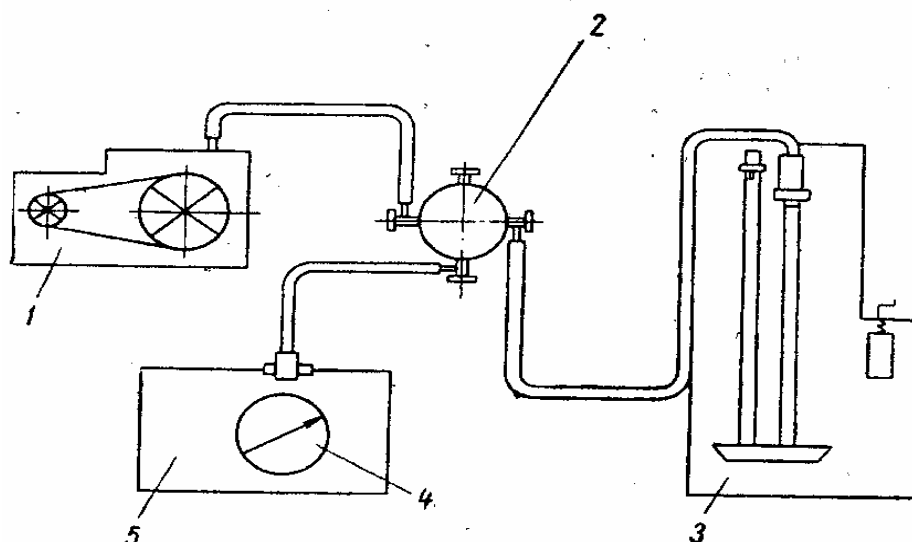


Рис.4. Схема повірки/калібрування вимірювача атмосферного тиску БАР по робочому еталону БАР-И

Повірка найстаріших ртутних ЗВТ атмосферного тиску типу СР-А здійснювалась за ртутними еталонами типу КР шляхом порівняння результатів вимірювання при температурі повітря 20 С°[1].

Повірка барометрів-анероїдів до 80-х років ХХ ст. здійснювалась за методикою, розробленою в 30-х роках [2]. Ця методика перезатверджена без змін у 1987 році [2]. Згідно з цією методикою у схему повірки, наведений на рисунку 5, входять: вихідний еталон-ртутний барометр СР-А, герметична скляна камера, у якій знаходиться барометр-анероїд та насос/компресор для створення необхідного тиску.

Згідно з цією методикою, візуально порівнюються результати при підвищенні та пониженні тиску в камері при постійній температурі оточуючого середовища. Графоаналітичним способом середньоарифметичні дані повірки приводяться до нормальних умов (НУ) і розраховуються похибки, які вносяться у повірочний сертифікат. В наш час анероїди повіряють за методикою МИ 2705-2001 [3], прийнятій у Росії і яка нічим не відрізняється від попередніх. У якості робочого еталону тут використовують електронні БОП-1, або БРС-1.



1 — насос; 2 — распределительный коллектор; 3 — манометр МБП;
4 — МД-49-2; 5 — барокамера

Рис. 5. Схема повірки анероїдів по вихідному еталону- ртутному барометру

Мета подальших досліджень. При повірці/калібруванні ЗВТ атмосферного тиску додержуються правила: якщо ЗВТ, що повіряється, і еталон одного принципу дії, то повірка здійснюється простим порівнянням показань при кімнатній температурі 20°C. Якщо ж ЗВТ, що повіряється, і еталон побудовані за різними принципами, то результати повірки необхідно штучно приводити до нормальних умов (НУ): на широту 45 градусів, на рівні моря $H=0$ м абс і при нульовій температурі оточуючого середовища.

Оскільки у сучасних умовах повірка усіх ЗВТ атмосферного тиску здійснюється за електронними еталонами, виникає необхідність у додаткових дослідженнях для розробки нової методики повірки.

Висновки.

- На мережі метеостанцій України, які підпорядковані УкрГМЦ, спостереження проводяться за допомогою ртутних, анероїдних і електронних барометрів.

- Повірка цих приладів здійснюється в спеціальних повірочних лабораторіях, які оснащено сучасними грузопоршневими і електронними еталонами атмосферного тиску.

- В зв'язку з тим, що всі вони побудовані за різними принципами дії, виникла необхідність штучного приведення результатів вимірювання до нормальних умов, для чого необхідна розробка нової методики повірки.

Список літератури

1. Кедроліванский В. Н. Метеорологические приборы / В. Н. Кедроліванский. — Л. : Гидрометеиздат, 1947. — 437 с.
2. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки МИ 1802-873. — 14 с.
3. Государственная система обеспечения единства измерений (Россия). Барометры мембранные метеорологические. Методика поверки МИ 2705-2001. — 15 с.
4. Фатеев Л. Д. Поверка гидрометеорологических приборов / Л. Д. Фатеев. — Л. : Гидрометеиздат, 1975. — 320 с.

Метрологічне забезпечення приладів атмосферного тиску у гідрометеорологічній службі України

Білаш В.І., Пясецька С.І.

На метеостанціях України на обслуговуванні знаходяться ртутні, aneroidні і електронні барометри. Для забезпечення принципу єдності вимірювань, проводиться повірка /калібрування цих приладів. В зв'язку з переоснащенням метеостанцій новими приладами спостережень, виникла необхідність в розробці нових методик повірки.

Ключеві слова: барометри, повірка, методика.

Метрологическое обеспечение приборов атмосферного давления в гидрометеорологической службе Украины

Белаш В.И., Пясецкая С.И.

На метеостанциях Украины на обслуживании находятся ртутные, aneroidные и электронные барометры. Для обеспечения принципа единства измерений, проводится поверка /калибровка этих приборов. В связи с переоснащением метеостанций новыми приборами наблюдений, возникла необходимость в разработке новых методик поверки.

Ключевые слова: барометры, поверка, методика.

Metrological support of devices atmospheric pressure in the hydrometeorological service of Ukraine

Bilash V.I., Pyasetska S.I.

On the meteorological stations of Ukraine, which are subject to Ukrainian, hydrometeorological service, meteorological observations are carried on mercury, aneroid and electron barometers. Verification of these instruments is carried out special calibration laboratories that are equipped with modern deadweight and electron standards. Due to the fact that all he does considering different methods of action, there is a need to bring artificial measurements to normal condition which is necessary to develop a new method of calibration.

Keywords: means of measuring atmospheric pressure, calibration

Надійшла до редколегії 25.04.2014

УДК 504.42.064

Цуранич В.В.

Киевская государственная академия водного транспорта, г. Киев

ХАРАКТЕР ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА НА ЭКОСИСТЕМУ ДЕЛЬТЫ ДУНАЯ

Ключевые слова: водный транспорт, экосистема, загрязняющие вещества, дельта Дуная

Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес в общем объеме транспортной работы, водный транспорт является одной из наиболее активной и значительной отраслью в дельте Дуная.

Наряду с поддержанием обычных технических параметров судоходного пути, крайне заинтересован водный транспорт в нормативном качестве вод, как важном экономическом компоненте его деятельности. Имеется в виду, что от этого показателя зависят эффективность и долговечность эксплуатации флота, его энергетических установок, а также производственные условия работы, быт и отдых судовых команд и пассажиров.

Сбрасываемые водным транспортом с водой отработанные продукты, отходы, остатки грузов горюче-смазочных материалов, охватывают, практически, все группы классификации сточных вод [5]:

- первая группа - россыпи, распыления, продукты зачистки грузовых помещений и площадок от остатков руды, удобрений и пр., использованные СПАВ - ведут к изменению рН, щелочности, жесткости, отравлению водных организмов сероводородом и др. токсинами, горюче-смазочные материалы;
- вторая группа - остатки угля, минеральных строительных материалов и др. грузов, продукты стока ливневых и талых вод, дноуглубительных и русловыправительных работ - ведут к появлению взвешенных минеральных веществ, мелких частиц породы;
- третья группа - сухой мусор, пищевые отходы, фекалии и др., нетоксичные органические вещества - ведут к повышению окисляемости и БПК, изменению рН, нарушению гидрохимического режима реки;
- четвертая группа - остатки нефтехимических грузов, нефтепродуктов - ГСМ, прочих органических примесей с токсическими свойствами - ведут к появлению флюоресцирующей пленки, фекального запаха и вкуса, прекращению поступления кислорода, гибели живых организмов, непригодности воды для применения.

Наиболее ощутимо на сохранении водных ресурсов и качестве вод сказываются, в плане экологии, технологические нарушения, возникающие в процессе перевозки и перегрузки нефти, нефтепроизводных и пылящих грузов, русловой добычи песка и землечерпаний, форсированной эксплуатации мелководных фарватеров, аварийных потерях химически агрессивных грузов и разливах нефтепродуктов, сбросах промстоков и хоз-фекальных вод непосредственно в реку.

Детальный анализ структуры и производственно-конструктивных особенностей основных звеньев водного транспорта позволяет выявить следующие конкретные источники загрязнения водной среды бассейнов рек.

Первый источник – это флот:

- поверхностный сток с палуб и надстроек судна с механическими, масло и нефтесодержащими примесями;
- нефте- и маслосодержащие подсланевые воды машинного отделения;
- балластные нефтесодержащие воды;
- льяльные воды грузовых помещений с механическими и пр. примесями;
- промывные воды с продуктами зачистки трюмов, льяльных и балластных танков;
- утечки, разливы нефтепродуктов при шланговке, приеме и перекачке бункера / бункеровочных операциях /;
- аварийные выбросы топлива и грузов при чрезмерных кренах, повреждения корпуса и судовых систем;
- хозяйственно-бытовые и фекальные стоки фановых систем;
- твердые отходы пищеблока и сухой мусор производственно-бытового характера.

Второй источник - это порты:

- утечка нефтепродуктов на бункерных базах и нефтепричалах при погрузке-выгрузке танкеров, бункеровке судов, зачистке емкостей и танков от остатков жидкого топлива, а также горюче – смазочных материалов;
- утечка с очистных плавстанций и береговых сооружений загрязненных сточных и подсланевых вод, принимаемых с судов;

- утечка загрязненных нефтесодержащих вод при зачистке и мойке судов перед зимним отстоем, текущим и навигационным ремонтом;
- утечка загрязненных вод с различными примесями при обработке грузовых помещений судов на зачистных станциях после выгрузки груза;
- распыление, россыпи навалочных грузов и замутнение воды при грузовых операциях в порту, на рейде и переработке песка гидро-перегрузателями;
- замутнение воды и увеличение в ней концентрации взвешенных веществ при проведении землечерпательных, скалоуборочных и прочих путевых работ;
- сток технологических загрязненных и фекально-хозяйственных вод с производственных, административных и коммунально-бытовых объектов порта;
- сток загрязненных талых и ливневых вод с площадок открытого хранения грузов;
- сброс производственного, строительного, бытового мусора и твердых отходов в акватории портов.

Суммируя негативное воздействие флота и его береговых объектов на водный бассейн р. Дунай, необходимо однако отметить, что порождаемое ими загрязнение несопоставимо мало по сравнению с другими отраслями промышленности, но оно наносит ощутимый урон водным ресурсам. Так, концентрации примесей в судовых сточных и подсланевых водах находятся в пределах:

по взвешенным веществам /ВВ/	350-650 мг/дм ³
по БПК ₅	350-650 мг/дм ³
по коли - индексу	10 ⁷ -10 ¹³ ед./л
по содержанию нефти и масла	до 500 мг/дм ³

За последние 20 лет интенсивность биологических процессов самоочищения в р. Дунай [4] снизилась на 30%. Наиболее опасными для речных экологических систем являются: нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы, хлороорганические пестициды (ХОП), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и фенолы. Нефтепродукты и нефть, накапливаясь в воде, постепенно переходят в грунты. В них обнаружено максимальное количество нефтепродуктов (698 мг на 100 г сухого грунта). Определенная доля в этом негативном явлении принадлежит и водному транспорту. Средний возраст всех транспортных судов, находящихся под надзором Регистра судоходства Украины (данные 2012 года) составляет 32,1 года. В частности, возраст сухогрузных судов самоходных – 32,7 лет и несамоходных – 26 лет, наливных судов самоходных 36,4 лет и несамоходных – 35 лет; пассажирских судов – 35,3; буксирного флота для обслуживания несамоходных сухогрузных и наливных судов – 41,3 года.

Решение задач защиты водной среды от негативного воздействия водного транспорта указывает на разработку новых проектных судов для перевозки различных видов груза по Дунаю.

Согласно стратегии Европейского Союза для Дунайского региона планируется его усиленное развитие. Так, к 2020 году планируется увеличить перевозки на 20% по сравнению с 2010 годом и создать эффективные мультимодальные терминалы; устранить к 2015 году узкие места, мешающие судоходству. Это при том, что накануне начала мирового экономического кризиса, в 2008 году, объем украинского экспорта, идущего по реке, был выше на 32.8%

(8390 тыс.т). Это говорит о том, что судоходство по Дунаю остается перспективным для Украины.

Суммарная грузоподъемность украинских сухогрузных судов – 750 тыс. тонн, или 5.5% от общего тоннажа, эксплуатируемого по внутренним водным путям Европы. Украина занимает 7–е место (из 17) по числу сухогрузных судов и 6–е по тоннажу.

Судоходство - главная забота Дунайской комиссии:

- гидротехническое – составление планов основных работ на Дунае в интересах судоходства;
- экологическое – предотвращение загрязнения вод Дуная от судоходства.

По статистике Дунайского судоходства (данные Дунайской комиссии) статистика основных показателей дунайского судоходства за 1960-2012 годы с 10-летними интервалами приведена в таблице.

Таблица. Статистика основных показателей дунайского судоходства за период 1960-2012 годы

Показатели	годы				
	1960	1970	1980	1987	1990
Флот: Количество судов	3142	4296	4675	5448	5652
общая грузоподъемность, тыс.т	1807,5	2787,8	3699,0	4740,7	5153,6
общая мощность,тыс.кВт	230,6	452,0	672,9	824,8	886,1
Грузооборот портов, тыс.т	41732	933691	150413	146530	113036

Показатели	годы			
	2000	2005	2011	2012
Флот: Количество судов	4626	3887	3753	3814
общая грузоподъемность, тыс.т	4480,6	3802,7	3974,1	4001,7
общая мощность,тыс.кВт	912,0	739,6	8249,8	789,0
Грузооборот портов, тыс.т	54176	75646	49023	44142

Дополнительно в статистическом ряду выделен 1987 год – наиболее результативный за всю историю дунайского судоходства, когда на реке было перевезено 91841 тыс. т грузов.

Последующее, продолжавшееся более десяти лет значительное снижение перевозок на Дунае, было обусловлено двумя основными факторами:

- общим снижением экономической активности в странах Восточной Европы, в связи с известными политическими процессами и объективными трудностями на современном этапе развития этих стран, также мировым экономическим кризисом;
- событиями в Югославии, крайне негативно повлиявшими на дунайское судоходство.

Морские и пассажирские суда, в соответствии с конвенцией "МАРПОЛ" 73/78, оборудованы автономными средствами очистки загрязненной водной среды, печами-инсеператорами, но в связи с возрастом судов их нужно усовершенствовать.

Технические требования к водозащитным средствам по глубине переработки сточных - подсланевых вод и твердых отходов регламентируются рядом нормативных актов, Конвенции:

- "Санитарными правилами для речных судов» ,
- "Международными нормами очистки для установок по обработке сточных вод";
- "Международной конвенцией по предотвращению загрязнения с судов" /"МАРПОЛ 73/78"/;
- по водными кодексами, СНиП.

Согласно указанным документам сбрасываемая в бассейны рек вода должна иметь после очистки показатели не выше чем [3]:

по БПК	- 50 мг/дм ³
по ВВ	- 50 мг/дм ³
по коли-индексу	- 100 ед/см ³
по нефте-, маслосодержанию	- 10 мг/дм ³
по остаточному хлору	1,5 - 5 мг/дм ³

К настоящему времени все суда водного транспорта рассматриваемых, оснащены закрытыми системами для накопления и сдачи подсланевых вод и хозяйственных стоков, а также контейнерами для мусора.

Дальнейшее совершенствование средств защиты экосистемы Дуная на флоте должно идти по направлениям:

- внедрение на судах устройств по закрытому приему топлива и масла, исключающему утечки нефти и нефтепродуктов при их перекачке, бункеровке и погрузке - выгрузке;
- строительство нефтеналивных и сухогрузных судов с двойным корпусом и изолированными балластными танками;
- усовершенствование технологии и механизации зачистки нефтеналивного и сухогрузного тоннажа;
- разработка эффективных организационных мер по предотвращению загрязнения водной среды;
- внедрение интегрального ряда новых прогрессивных высокопроизводительных средств защиты водной среды, включающих: автономные / самоходные и несамоходные / плавстанции для глубокой очистки сточных - подсланевых вод и утилизации мусора;
- специализированные суда - сборщики и нефте-мусоросборщики;
- суда - амбары и плавцистерны для приемки с судов загрязненной среды;
- оперативные боновые ограждения для локализации аварийных разливов нефти.

Решение выше перечисленных задач позволит уточнить и значительно сократить степень влияния водного транспорта на экосистему р. Дунай.

Список литературы

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78). 2. Санитарные правила для речных судов. – М., 1979. – 53 с. 3. Настанова по запобіганню забруднення з суден внутрішніх водних шляхів України. – К. : Нормативний документ, 2001. – 50 с. 4. Статистический ежегодник Дунайской комиссии, – 2012. 5.

Характер влияния водного транспорта на экосистему дельты Дуная

Цуранич В.В.

Водный транспорт, включающий флот, порты, судоремонтные и судостроительные заводы, представляет собой источник образования загрязняющих веществ: нефти, нефтепродуктов, тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов, синтетических поверхностно-активных веществ и фенолов. Все загрязняющие вещества влияют на качественный состав вод рек. В аварийных ситуациях водный транспорт наносит наибольшие убытки экологии водных объектов.

Ключевые слова: водный транспорт, экосистема, загрязняющие вещества, дельта Дуная.

Характер впливу водного транспорту на екосистему дельти Дуная

Цураніч В.В.

Водний транспорт, що включає флот, порти, судноремонтні і суднобудівні заводи, являє собою джерело утворення забруднюючих речовин: нафти, нафтопродуктів, важких металів, хлорорганічних пестицидів, синтетичних поверхнево-активних речовин і фенолів. Усі забруднюючі речовини впливають на якісний склад вод річок. В аварійних ситуаціях водний транспорт наносить найбільші збитки екології водних об'єктів.

Ключові слова: водний транспорт, екосистема, забруднюючі речовини, дельта Дуная.

Character of the influence of water transport on the ecosystem of the Danube Delta

Churenich V.V.

The sea transport that includes vessels, ports, ship-repair and shipbuilding yards, is a source of formation polluting substances: oil, heavy metals, chloral-organic pesticides, synthetic surface-active substances and phenols. All polluting substances render negative influence for structure of waters of the rivers. The most appreciable loss of ecology of water objects renders in an emergency of the sea transport.

Keywords: water transport, ecosystem, polluting substances, the Danube Delta.

Надійшла до редколегії 16.05.2014

ЛЕВКІВСЬКОМУ СТЕПАНУ СТЕПАНОВИЧУ - 80



23 серпня виповнилося 80 років Степану Степановичу Левківському – колишньому доценту кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Понад 30 років Степан Степанович віддав університету, виховав цілу плеяду студентів, які стали визнаними фахівцями в галузі гідрології в Україні та за її межами. Серед нинішніх працівників кафедри старшого покоління теж працюють його учні.

С. С. Левківський народився 23 серпня 1934 р. у с. Ширмівці Погребищенського району Вінницької області.

У 1958 р. закінчив Київський державний університет ім. Т.Г. Шевченка за спеціальністю «гідрологія суші».

У 1958–1959 рр. – інженер проектного інституту, у 1959–1960 рр. – інженер Київської гідрометеорологічної обсерваторії.

У 1960–1965 рр. – аспірант, з 1963 р. – інженер, молодший науковий співробітник Українського гідрометеорологічного інституту.

У 1965 р. захистив кандидатську дисертацію на тему «Дослідження річного стоку річок рівнинної території України» за спеціальністю «географія».

У 1965–1998 р. – доцент кафедри гідрології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Читав спецкурси: «Водний стік», «Раціональне використання та охорона водних ресурсів», «Гідротехніка, водні меліорації».

Наукові інтереси: дослідження водних ресурсів України, їх раціонального використання та охорони; вивчення водогосподарського комплексу та водогосподарське районування території країни.

Автор понад 80 наукових праць, у тому числі 5 монографій, 7 навчальних посібників, зокрема: «Водные ресурсы Украины. Использование и охрана» (1979 р.); «Комплексное использование и охрана водных ресурсов СССР» (1982 р.), як співавтор – «Природная среда и хозяйственная деятельность человека» (1985 р.); «Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды» (1987 р.); «Загальна гідрологія» (2000 р.), «Раціональне використання і охорона водних ресурсів» (2006 р.).

Нагороджений медалями «В пам'ять 1500-річчя Києва» (1982 р.), «Ветеран праці» (1986 р.).

*Колектив кафедри гідрології та гідроекології
географічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка*

СОСЄДКУ МИХАЙЛУ МИКИТОВИЧУ – 90



3 жовтня 2014 року виповнилося 90 років Михайлу Микитовичу Сосєдку – відомому вченому-гідрологу, який понад 60 років присвятив гідрометеорологічній службі та має 19 державних нагород.

М. М. Сосєдка народився 3 жовтня 1924 року у с. Бурячки Казанківського району Миколаївської області.

Під час Великої Вітчизняної війни був учасником бойових дій. Нагороджений орденом «Вітчизняної війни I ступеня», медаллю «За відвагу», орденом «За мужність III ступеня», відзнакою «Отличный минометчик»

Закінчив у 1957 р. Ленінградський гідрометеорологічний інститут за спеціальністю «гідрологія суші».

У 1950-1951 роках працював старшим техніком гідрометеостанції Алмазна (Луганська область), у 1951-1954 роках – інженером-гідрологом, начальником гідрометеостанції м Луцьк, у 1955-1966 роках – начальником Волинського гідрометеобюро.

У 1966-1970 роках був заступником начальника Управління гідрометслужби України. З 1970 до 2011 року працював старшим інженером, старшим науковим співробітником, завідувачем лабораторії гідрологічних прогнозів відділу гідрологічних досліджень, провідним науковим співробітником Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ).

Кандидат географічних наук, у 1977 році захистив дисертацію на тему «Прогноз перебігу дощового стоку в басейні Дністра на основі врахування процесів, що відбуваються в русловій мережі» за спеціальністю «гідрологія суші».

Наукові інтереси пов'язані з розвитком та удосконаленням методичної бази та створенням новітніх технологій прогнозування водопіль та паводків на річках України на засадах дослідження та математичного моделювання процесів їх формування з урахуванням ландшафтних умов, з розробкою басейнових інформаційно-прогностичних систем. Методичні розробки з гідрологічного прогнозування М. М. Сосєдка широко використовуються та впроваджені в оперативну практику служби гідрометеорологічного забезпечення.

Вагомий внесок М. М. Сосєдка зробив у міжнародне співробітництво, приймав активну участь у виконанні проектів з Міжнародної гідрологічної програми (МГП) ЮНЕСКО з регіонального співробітництва Дунайських країн.

Підготував шістьох кандидатів наук.

Автор 150 наукових праць, зокрема: *методичний посібник* «Применение математических моделей в задачах расчета и прогноза дождевого стока» (1990 р., у співавторстві); деякі *статті* – «Особенности применения математической модели формирования дождевого стока для расчета паводков в горной местности» (1980 р.); «Опыт применения математического моделирования дождевого стока на горных реках Болгарии» (1984 р.), у співавторстві; «Особенности моделирования процессов формирования тало-дождевого стока

на горном водосборе» (1987 р.); «Особенности применения метода декомпозиции при идентификации систем формирования стока» (1988 р.); «Методичні засади ймовірнісного прогнозування сельових явищ в Українських Карпатах» (1999 р., у співавторстві), «Ймовірнісне прогнозування сельових явищ у Карпатах: методичні та технологічні рішення» (2006 р.), Математична модель формування дощового стоку на гірському водозборі: результати використання в прогностичних системах (2008 р.); *наукове видання* «Карпати – паводконебезпечний регіон України. Комплексна басейнова система. Прогнозування паводків в Закарпатті: методична та технологічна база її складових» (2009 р.).

За довголітню сумлінну працю нагороджений медаллю «Ветеран праці», знаком «Отличник гидрометслужбы СССР», чотирма медалями «Учасника Всесоюзной сельскохозяйственной выставки», знаком «Почесний працівник гідрометслужби Україні».

*З повагою,
учні, колеги та колежанки*

ПОРЯДОК ПОДАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ ДО ПЕРІОДИЧНОГО НАУКОВОГО ЗБІРНИКА “ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ”

з урахуванням вимог нормативних документів ВАК України: Постанови ВАК України за №7-05/1 від 15 січня 2003 р., Наказу ВАК України №63 від 26 січня 2008 р. та Наказу ВАК України № 30 від 24 січня 2009 р.

Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” запланований до чотирьох випусків на рік. Він є міжвідомчим, готується до видання на базі кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також Комісії з гідрології та гідроекології Українського географічного товариства. Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. він включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями “Географічні науки”.

Наукова тематика збірника визначена його назвою і є досить широкою. Вона охоплює насамперед такі питання: теоретичні та експериментальні гідрологічні, гідрохімічні та гідроекологічні дослідження водних об'єктів; оцінка впливу господарської діяльності на гідрологічний і гідрохімічний режим та якість природних вод; аналіз катастрофічних гідрологічних явищ на водних об'єктах, методи їх прогнозування та попередження; раціональне використання та охорона водних ресурсів, якість питної води; водні меліорації; моніторинг забруднення природних вод; методи спостережень, методи хімічного аналізу природних вод, гідробіологічні аспекти стану природних вод; географічні аспекти гідрологічних досліджень.

Редакційна колегія приймає матеріали та інформацію про діяльність відомих вчених в області гідрології, гідрохімії та гідроекології, які будуть присвячені їх ювілейним датам, матеріали про фахові конференції, що відбулися в Україні і за рубежом, анотації монографій і навчально-методичних видань.

Редакційна колегія просить звернути увагу авторів статей на Постанову ВАК України “Про підвищення вимог до фахових видань, внесених до переліків ВАК України” за №7-05/1 від 15 січня 2003 р. Зокрема, на пункти 3 і 4 цієї Постанови:

“3. Редакційним колегіям організувати належне рецензування та ретельний відбір статей до друку. Зобов'язати їх приймати до друку у виданнях, що виходитимуть у 2003 році та у подальші роки, лише наукові статті, які мають такі необхідні елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

4. Спеціалізованим ученим радам при прийомі до захисту дисертаційних робіт зарахувати статті, подані до друку, починаючи з лютого 2003 р., як фахові лише за умови дотримання вимог до них, викладених у п.3 даної постанови”.

Відповідно до постанови ВАК України статті повинні мати такі чітко означені в тексті структурні елементи:

Вступ (постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями);

Вихідні передумови (аналіз останніх досліджень і публікацій);

Формулювання цілей статті, постановка завдання;

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому науковому напрямі;

Список літератури (7-10 джерел, в т.ч. інтернет-джерел, оформлених згідно з ДСТУ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації...»). Посилання на джерела у тексті подаються у квадратних дужках із зазначенням порядкового номера і використаних сторінок.

Мова публікацій – українська. Можуть бути статті російською та іншими іноземними мовами. Текст повинен бути відредагованим і оформленим без помилок.

Для одноосібних статей, поданих студентами, аспірантами, здобувачами обов'язковим є відгук наукового керівника.

Автори несуть повну відповідальність за зміст і достовірність викладених у статті матеріалів. Редколегія залишає за собою право відхилення статей, що не відповідають вимогам до наукових публікацій або у разі негативних рецензій.

Статті обсягом **5-10 сторінок** (разом із резюме, таблицями, рисунками (рисунки чорно-білі) та списком літератури) необхідно надсилати на адресу редколегії на **електронному носії** (з назвою файлу – прізвище автора латинськими літерами), а також у роздрукованому вигляді у 2-х примірниках (для рецензування), один – із підписами авторів; другий – копія першого без підпису. Шрифт Arial, кегль 12, Word 6-8. Поля всі по 2.5 см; інтервал – 1, абзац – 1,00.

Подані до збірника рукописи, обсягом **менше 5 сторінок**, а також ті, що не мають відповідної рубрикації, будуть розміщуватись у розділі **"Наукові повідомлення"**.

Необхідно мати на увазі, що одиниці вимірювання величин і характеристик у статтях треба наводити згідно системи СІ. Зокрема, концентрацію хімічних компонентів у воді – в **мг/дм³** (а не в мг/л).

До тексту статті додаються **3 анотації** – українською, російською і англійською мовами за схемою: 1) назва статті, прізвище та ініціали автора; 2) короткий текст анотації; 3) ключові слова (до 5 слів, розділених крапкою з комою).

Крім того, до статті додаються відомості про авторів згідно зразка:

Прізвище, ім'я, по батькові;

Науковий ступінь та вчене звання;

Місце роботи;

Посада;

Службова адреса;

Контактний телефон, E-mail.

Зразок оформлення статті (обов'язково ставити УДК, дотримуватися виділення шрифту і абзаців):

УДК 551.49

(кегель 12)

Петренко М.І.

(кегель 12, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

(кегель 11, нахилений)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА

(кегель 12, напівжирний)

Через інтервал – **Ключові слова:** не більше 5 слів (кегель 11, нахилений)

Далі через інтервал починається текст статті (кегель 12). Усі підписи до рисунків та таблиці виконуються кеглем 11.

Після тексту через інтервал підзаголовок **"Список літератури"** (кегель 10, напівжирний), а потім власне список за його наявності (також кегль 10). Список літератури має бути оформлений згідно вимог ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 та вимог ВАК України («Бюлетень ВАК України», № 3 від 2008).

Після "Списку літератури" через інтервал – анотації українською, російською і англійською мовами: назва статті, прізвище та ініціали автора, короткий текст анотації, ключові слова (усі – кегль 10).

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2014 рік

Том 3 (34)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – Є. Цвелих

Підписано до друку 19.09.2014

Формат 60х90/8. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman. Друк різнограф.

Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.

Наклад 300 прим. Зам. № 52-014.



Видавництво географічної літератури “Обрії”

Свідоцтво Держкомінформ України

ДК № 23 від 30.03.2000 р.

Київ, вул. Старокиївська, 10

Тел.: (096) 882-30-30

e-mail: vgl_obrii@ukr.net

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.3(34)