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

Українське географічне товариство

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник
ТОМ 18

Присвячений 60-річчю заснування
кафедри гідрології та гідроекології
(1949–2009)

Київ
2010

УДК 551.49

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:
Наук. збірник / Відп. ред.В.К.Хільчевський. – К.: ВГЛ "Обрії", 2010. – Т. 18. – 320 с.
HYDROLOGY, HYDROCHEMISTRY AND HYDROECOLOGY:
The scientific collection / The managin editor V.K.Khilchevskiy. – Kyiv: Obrii, 2010. – The vol. 18. - 320 p.

У збірнику вміщені статті, в яких викладені методичні розробки, а також результати теоретичних та прикладних гідрологічних, гідрохімічних і гідроекологічних досліджень, що виконані в різних установах України.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В.К.Хільчевський, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка (**відповідальний редактор**);
В.П.Гандзюра, д-р. біол. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
Є.Д.Гопченко, д-р геогр. наук, Одеський ДЕУ;
П.Я.Кілочицький, д-р біол. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
П.М.Линник, д-р хім. наук, ІГБ НАН України;
О.Г.Ободовський, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
В.І.Осадчий, д-р геогр. наук, УкрНДГМІ МНС України та НАН України;
Т.В.Паршикова, д-р біол. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
В.І.Пелешенко, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
М.І.Ромась, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
В.М.Самойленко, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
С.І.Сніжко, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
В.М.Тімченко, д-р геогр. наук, ІГБ НАН України;
П.Г.Шищенко, д-р геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
В.І.Щербак, д-р біол. наук, ІГБ НАН України;
В.М.Якушин, д-р біол. наук, ІГБ НАН України;
А.В. Яцик, д-р тех. наук, УкрНДІВЕП;
В.В.Гребінь, канд. геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка;
О.І.Лук'янець, канд. геогр. наук, КНУ ім. Т.Шевченка (**відповідальний секретар**).

Науковий збірник "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія" заснований у 2000 р. Зареєстрований Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5). Постановою Президії ВАК України № 1-01/10 від 13 грудня 2000 р. включений до переліку фахових періодичних наукових видань за спеціальностями "Географічні науки".

Рекомендовано до друку Вченими радами географічного (8 грудня 2009 р.) та біологічного (15 грудня 2009 р.) факультетів Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Адреса редколегії: м. Київ, МСП 680, проспект Глушкова, 2А, географічний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кафедра гідрології та гідроекології, Хільчевському Валентину Кириловичу (з позначкою "Науковий збірник"). *Телефон редколегії*: (044) 521-32-29.
E-mail: hilchevskiy@mail.univ.kiev.ua

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ободовський О.Г.
Теоретичне та прикладне руслознавство в Київському університеті: стан і перспективи наукового та освітнього розвитку…….. **9**

Бойко В.М., Кульбіда М.І, Адаменко Т.І.
Використання геоінформаційних технологій в оперативній гідрометеорології… **25**

Дубняк С.С.
Методологічні основи еколого-гідроморфологічного аналізу екосистем великих рівнинних водосховищ……... **30**

Лук'янець О.І.
Питання моделювання та прогнозування в гідрології…… **42**

Приймаченко Н.В.
Узагальнення параметрів математичної моделі формування дощового стоку на прикладі малих водозборів басейну Дністра…… **47**

Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.
Моделювання процесів формування якості питної води в місті Чернівці…… **56**

ГІДРОЛОГІЯ. ВОДНІ РЕСУРСИ

Лобода Н.С.
Закономірності коливань річного стоку річок України при змінах клімату на початку XXI сторіччя. ……... **62**

Ромась М.І., Чунарьов О.В., Шевчук І.О., Сукач Л.В.
Вплив атомних електростанцій на водогосподарський стан басейнів річок……..… **70**

Kovalchuk I., Quast J., Ehlert V., Mykhnovych A., Steidl J., Fritsche S.
Modelling of dike relocation scenarios for flood risk mitigation in the upper Dnister valley……. **77**

Ющенко Ю.С., Кирилюк А.О., Опеченик В.М.
Аналіз гранулометричного складу руслоформуючих наносів Верхнього Пруту…. **84**

Лобода Н.С., Коробчинська А.О.
Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань на гідрометеорологічні характеристики України…… **91**

Чорноморець Ю.О, Гребінь В.В..
Внутрішньорічний розподіл окремих елементів водного балансу річок басейну Десни (в межах України) та їх багаторічні коливання…… **98**

Горбачова Л.О.
Просторове узагальнення норм річного стоку води..…….. **107**

Мельник С.В., Лобода Н.С.
Динаміка періодичних складових багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик, виявлених на основі методу "гусениця"-SSA…… **112**

Василенко Є.В., Гребінь В.В.
Зміна термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Прип'яті (в межах України) в сучасний період…… **119**

Москаленко С.О.
Гідрометеорологічні умови та багаторічні характеристики дощових паводків на річках Правобережжя Прип'яті……. **125**

Керечан Д.М.
Переваги та недоліки найбільш типових видів берегоукріплювальних споруд, що використовуються на малих та середніх річках Закарпатської області……... **133**

ГІДРОХІМІЯ. ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Осадчий В.І., Мостова Н.М., Осадча Н.М., Чернишова Л.О.
Особливості розподілу і трансформації хімічних речовин в умовах підігрітих вод (на прикладі водойми-охолоджувача Запорізької АЕС)……. **143**

Курило С.М., Хільчевський В.К.
Оцінка трансформації хімічного складу води р. Десна……... **155**

Лобода Н.С., Романенко В.П.
Оцінка хімічного складу води р. Південний Буг на протязі 1996-2006 рр…… **160**

Ухань О.О., Осадчий В.І.
Закономірності формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Донця…….. **166**

Бєлов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М.
Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення…….. **180**

Клименко М.О., Залеський І.І.
Екогеохімічний стан донних відкладів р.Устя……. **187**

Колодеєв Є.І., Гриб О.М., Захарова М.В., Яров Я.С.
Методи обчислення іонного стоку гірських та рівнинних річок і перспективи їх подальшого розвитку……..…… **191**

Осадча Н.М., Білецька С.В.
Вертикальний розподіл гумусових речовин у донних відкладах дніпровських водосховищ…….. **201**

Осадча Н.М., Білецька С.В., Саливон-Пєскова В.Я., Литвин М.Ю.
Особливості виносу гумусових речовин з поверхні водозбору…… **212**

Винарчук О.О., Хільчевський В.К.
Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного лісостепу……...…….. **219**

Притула Л.М.
Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Десни у 2000–2007 роках……... **230**

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

Зуб Л.М.
Споруди берегоукріплення дніпровських водоймищ як резервати біотичного різноманіття гідробіонтів…….. **238**

Зуб Л.М.
Особливості трансформації заростей вищої водної рослинності заплавних водойм р. Прип'ять у зоні відчуження Чорнобильської АЕС (на прикладі оз. Глибоке)…….. **242**

Вовченко М.М., Зуб Л.М., Васильківська О.Б.
Трансформація структури біогеографічних комплексів гідробіонтів лиманів Північного Приазов'я як результат посилення антропогенного впливу..... **246**

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Бєлоусова Н.В.
Сучасні проблеми водокористування в Луганській області…….. **253**

Данильченко О.С.
Гідролого-географічна структура водних ресурсів Сумської області…….. **260**

Дідич І.Б.
Трансформаційні процеси у річкових системах басейну Сяну……. **266**

Зеленська Л.І.
Рекреаційне використання гідрологічного та гідроекологічного потенціалу території Дніпропетровської області……... **275**

Кирилюк О.В.
Оцінка перетвореності малих річкових басейнів як крок до визначення антропогенних змін гідроморфологічних умов…….. **283**

НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

Васильківська О.Б.
Сучасний гідробіологічний стан басейнів малих річок Дніпровсько-Дністровського межиріччя ……... **290**

Діденко Г.В., Самойленко Н.А.
Стан та перспективи вивчення водного стоку на мережі спостережень Гідрометслужби України …….. **293**

Мольчак Я.О., Фесюк В.О., Мисковець І.Я.
Теоретико-методологічні аспекти конструктивно-географічної оцінки гідрохімічного режиму річок ……...…… **298**

Тимченко З.В.
Расчёт модуля стока рек северного макросклона Крымских гор с малыми расходами карстовых источников при отсутствии гидрометрических наблюдений.. **301**

Ющенко Ю.С., Паланичко О.В.
Дослідження закономірностей руслоформування річок Передкарпаття …… **306**

Памяті Є.С. Цайтца…… **311**
Памяті М.І. Ромася……. **313**

CONTENTS

THE GENERAL METHODS ASPEGTS OF SNVESTIGATION

Obodovskiy A.G.
Theoretical and applied riverbed science at Kyiv University: state and perspective of scientifical and educational development…….. **9**

Boyko V., Kulbida M., Adamenko T.
Use of geoinformational technology in the operative hydrometeorology……..... **25**

Dubnyak S.S.
Methodological bases of ecohydromorphological analysis of large flat reservoir ecosystem…… **30**

Luk'yanets O.I.
Modelling and forecasting questions in the hydrology…..……. **42**

Pryimachenko N.V.
Generalisation of parametres of mathematical model of formation of a rain drain on an example of small reservoirs of Dnister's basin ……..……...… **47**

Shevchuk Yu., Shevchuk An.
The Process of Quality formation of Potable Water of Chernivtsi ……... **56**

HYDROLOGY. WATER RESOURSES

Loboda N.S.
Mechanism of development annual flow fluctuations under climatic changes in the XXI century beginning ……... **62**

Romas N.I., ***Chunarev A.V., Shevchuk, I.A., Sukach L.V.***
Effect of nuclear power plants in the Water of river basins ……... **70**

Kovalchuk I., Quast J., Ehlert V., Mykhnovych A., Steidl J., Fritsche S.
Modelling of dike relocation scenarios for flood risk mitigation in the upper Dnister valley……..... **77**

Yushchenko S., Kyrylyuk A., Opechenyk V.
Analysis of granulometric composition of the Upper Prut riverbed-forming alluviums…… **84**

Loboda N.S., Korobchinskaya A.A.
Assessing the impact of variability of the North Atlantic and Scandinavian fluctuations in the hydrological and meteorological characteristics of the Ukraine ……..... **91**

Chornomoretz Yu., Grebin' V.
Elements of water river balance annual distribution of Desna Basin and their annual fluctuations…….. **98**

Gorbachova L.O.
The space generalization of the normal annual runoff……...…. **107**

Melnyk S., Loboda N.
Dynamics of periodic making long-term fluctuations of hydrometeorological characteristics revealed on the basis of a method SSA……...…. **112**

Vasylenko E.V., Grebin' V.V.
Change of terms of passage of a spring flood in the Prypyat river basin (within Ukraine) during the modern period…….…….…….. **119**

Moskalenko S.A.
Hydrometeorological conditions and long-term descriptions of rain floods on the rivers of Pripyat…… **125**

Kerechan D.M.
Advantages and disadvantages of the most common types Coast facilities that are used for small and medium-sized rivers, Transcarpathian region.……. **133**

HYDROCHEMISTRY. HYDROEKOLOGY

Osadchy V.I., Mostova N.M., Osadcha N.M., Chernyshova L.O.
Features of distribution and transformation of chemical compounds in conditions of thermally enriched water (on an example of the cooling pond of the Zaporizhya NPP) … **143**

Kurilo S., Khilchevsky V
Research transformation of chemical composition of the Desna river……...……... **155**

Loboda N.S., Romanenko V.P.
Evaluation of the chemical composition of Southern Boog water for 1996-2006 years…….……..... **160**

Ukhan O.O., Osadchy V.I.
Peculiarities of Siverskyy Donets' basin surface water chemical composition forming…. **166**

Belov V.V., Grib O.N., Kilimnik A.N.
Gidroekologscal situation of lower Dnister and prospects of his improvement ……. **180**

Klymenko M.O., Zalesskyy I.
Hydroecologi of the basin of the river Ustia…… **187**

Kolodeev E.I., Grib O.N., Zakharova M.V., Yarov Y.S.
The methods of calculation of ionic flow from the mountain and flat rivers and prospect of further development……. **191**

Osadcha N., Bilets'ka S.
Vertical distribution of humic acids in the sediments of Dnipro reservoirs……...…. **201**

Osadcha N., Bilets'ka S., Salivon-Peskova V., Litvin N.
Features of humic substances emission from the catchment area…… **212**

Vinarchuk O.A., Khilchevskiy V.K.
Conditions of water chemical composition formation and research of hydrochemical regime of left bank forest-steppe zone rivers……...…… **219**

Prityla L.M.
Features of forming of surface water chemical composition of river basin of Desna……. **230**

HYDROEKOLOGY. HYDROBIOLOGY

Zub L.M.
The coastal fortifications of the Dnieper reservoirs as of hydrobionts habitats. ……. **238**

Zub L.M.
Peculiarities of high water plant vegetation transformation of flooded water bodies of Prypiat River in Chernobyl area (in Glyboke Lake as example) ……..……... **242**

Vovchenko M.M., Zub L.M., Vasilkovska O.B.
Structure transformation of hydrobiont biogeographical complexes of Northern part of Azov sea as a result of strengthening of the anthropogenic influence..... **246**

GEOGRAPHSGAL ASPECTS OF HYDROLOGICAL RESEARCH

Belousova N.
The modern problems of water-use in Lugansk region ……..... **253**

Danylchenko E.S.
Hydrology-geographical structure of water resources of Sumy region…….……..... **260**

Didych I.
Transformation processes in the river systems of Syan basin…...……..... **266**

Zelenska L.
Recreation use hydrological and gidroekological potential of territory of the Dnepropetrovsk area……...…... **275**

Kyrylyuk O.V.
Estimation of small river basins transformation as step to determination of anthropogenic changes of hydromorphological terms……..……... **283**

SCIENTIFIC REPORTS

Vasilkovska O.B.
Modern the hydrobiological state of water reservoir of small Dniper-Dniper rivers…..... **290**

Didenko G., Samoylenko N.
Being and prospects of study of water flow in the network of supervisions of Hydromet department of Ukraine…….…... **293**

Molchak J.A., Fesyuk V.A., Myskovets I.J.
Theoretical and methodological aspects of structural-geographical estimation of the gidrochemical mode of rivers…… **298**

Timchenko Z.V.
Calculation of the module of flow of rivers of north macro hillside of the Crimean mountains with the small consumption of the karst spring without the hydrometric observers……..... **301**

Yuschenko Yu.S., Palanychko O.V.
Research of conformities to law of the riverbed-formation rivers on the Before-Carpathians territory. ……..……. **306**

E. Zeitz's memory……..... 311
M.Romas′ memory …… 313

УДК 556.537

ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРИКЛАДНЕ РУСЛОЗНАВСТВО В КИЇВСЬКОМУ УНІВЕРСИТЕТІ: СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ НАУКОВОГО ТА ОСВІТНЬОГО РОЗВИТКУ

Ободовський О.Г.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: руслознавство, руслові процеси, рівнинні та гірські річки, паводки, класифікація, гідролого-екологічні умови

Вступ. До написання цієї статті мене спонукало бажання зробити певний зріз проведених за останні майже три десятиліття досліджень руслознавчого спрямування на кафедрі гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. За цей період відбулася зміна поколінь науковців, які чимало зробили, активно працюють зараз над цією проблематикою і, сподіваюсь, зможуть у майбутньому вдосконалити руслознавчі наукові доробки та здійснити певні "прориви" в науці, що опікується "життям" річкових русел.

Ретроспективний огляд досліджень. На появу перших узагальнюючих матеріалів стосовно наукових досліджень руслових процесів на кафедрі безперечно вплинула можливість проходження практик її студентами в руслових експедиціях Московського державного університету ім.М.В.Ломоносова. На базі зібраних в експедиціях МДУ матеріалів в 1982 році виходить стаття "О влиянии расходов воды на русловой процесс в реках" (автори Ободовський О.Г. та Цайтц Є.С.) [1], з якої і починається вивчення руслових процесів в Київському університеті.

На той час аналіз досліджень процесів руслоформування на річках України виявив досить неоднозначну ситуацію. Зокрема, для річок Українських Карпат траплялись окремі публікації, які пов'язані з типізацією руслових форм [2], дослідженням гідравлічних показників потоку [3], оцінкою явища самовимощення [4] тощо. Стосовно рівнинних річок, то при глибокій їх вивченості, з огляду на гідрологічні характеристики, руслові дослідження стосувалися здебільшого розрахунків судноплавних прорізей та днопоглиблювальних робіт [5]. Тому проведення комплексних узагальнень щодо процесів руслоформування на рівнинних річках України взагалі і, з урахуванням активної господарської діяльності зокрема, виявилось доволі актуальним.

Серед першорядних задач, які стояли перед університетськими науковцями були наступні: оцінка впливу руслоформуючих витрат води на процеси руслоформування рівнинних річок України (в тому числі і

зарегулюваних), аналіз гідравлічних характеристик річок як фактора руслових процесів, натурні дослідження руслових процесів Північно-Кримського каналу та інші. Успішна реалізація вказаних завдань та науково-обґрунтоване осмислення отриманих результатів дозволили встановити певні закономірності розвитку руслових процесів на зарегульованих річках, визначити умови проходження руслоформуючих витрат та обґрунтувати інтенсивність прояву руслових деформацій у великих незакріплених каналах півдня України. Біля керма цих робіт стояв доцент кафедри гідрології та гідрохімії (тоді кафедра мала таку назву), кандидат технічних наук Цайтц Єрмінінгельд Стефанович, якому допомагав інженер Ободовський О.Г.

У цей період починається активне плідне наукове співробітництво з ученими Московського університету і, зокрема, з професором, доктором географічних наук Чаловим Романом Сергійовичем, творчі поради якого безперечно допомогли закласти початки ерозійно – акумулятивного вчення (одним з розробників якого він є) в дослідженнях науковців кафедри.

Певним рубежем "початкової" фази розвитку робіт з даної проблематики став успішний захист в 1988 році на географічному факультеті МДУ ім. М.В.Ломоносова кандидатської дисертації Ободовським О.Г., тема якої мовою оригінала звучить так " Руслоформирующие расходы воды рек равнинной части Украины" [6]. Мабуть глибоко символічним був той факт, що науковими керівниками цієї дисертаційної роботи були професор кафедри гідрології суші Московського університету, доктор географічних наук Чалов Р.С. та доцент кафедри гідрології і гідрохімії Київського університету, кандидат технічних наук Цайтц Є. С. Такий керівний симбіоз дозволив аспіранту не лише довершити дисертаційне дослідження, а й заклав глибокі підвалини творчої співпраці в галузі руслознавства між двома славетними вузами, яка продовжується і нині.

В кінці 80-х років минулого століття на кафедрі були заключені госпдоговірні теми, в яких розроблялись питання покращення умов судноплавства на р.Десна та дослідження руслоформуючих витрат води малих річок України. Виконання цих досліджень обумовили розгляд ще однієї проблеми, яка була вже давно на часі для річок України – екологічні аспекти прояву руслових процесів. Саме на початку 90-х років (1991 рік) О.Г.Ободовським [7] була опублікована робота "Методика определения экологически допустимых расходов воды как фактора руслоформирующий деятельности рек", в якій чи не вперше розглядалась залежність екологічного стану річки від гідравлічних умов річкового потоку. Це була віхова публікація, яка поклала початок формування нових підходів, а зрештою і нового напрямку, що охоплював екологічні аспекти прояву руслових процесів. Слід відзначити, що майже одночасно з вказаною публікацією в науковому світі країн СНД з'явилась стаття представників "московської" школи руслових процесів Берковича К.М. та

Чалова Р.С. "Екологическое русловедение: объект и проблемы исследований" (1992р.) [8], яка започаткувала основи новому прогресуючому, актуальному напрямку теорії і практики руслових процесів.

Початок 90-х років минулого століття знаменувався на кафедрі розвитком прикладних досліджень руслових процесів на річках України. Це, перш за все, дослідження руслоформуючої діяльності потоку в каналах (1 госпдоговірна тема), розроблення методів дослідження гарантованих глибин на Дніпрі та Десні (4 госпдоговірні теми), розроблення методичних положень по врахуванню потреб прояву руслових процесів на малих річках (3 госпдоговірні теми), дослідження руслових процесів в зонах виклинювання підпору дніпровських водосховищ (2 госпдоговірні теми). Керівниками цих тем були доц. Цайтц Є.С. та доц. Ободовський О.Г.

Виконання цілої низки договірних робіт мали декілька вагомих наслідків, а саме: передусім на теренах України почав формуватись і активно розвиватись науковий напрямок, який пов'язаний з дослідженнями русел річок, створювалась база для подальших, більш широких як в географічному, так і в методичному аспектах досліджень з руслової проблематики; почалася підготовка на географічному факультеті фахівців – руслознавців вищої кваліфікації.

Все вищевказане обумовило можливість збільшити спектр наукових досліджень. З середини 90-х років в наукових напрямках кафедри розробляються поняття "екологічно необхідні витрати" та "екологічно допустимий стік" річок; всебічно аналізується стійкість річкових русел, починаються (з 1996 р.) систематичні дослідження руслових процесів на гірських річках Українських Карпат. Останній вид робіт, який пов'язаний із виконанням значних експедиційних досліджень багато в чому "скорегував" і, навіть, вніс певні зміни в погляди на процеси руслоформування саме на гірських річках.

Наступною сходинкою в розвитку і накопиченні знань з руслової проблематики була поява кандидатської дисертації Шуляренко І.П. "Оцінка горизонтальних руслових деформацій та стійкості русел малих і середніх річок басейну Дніпра (в межах України)" (1998р.) [9], науковий керівник – доц. Ободовський О.Г. Робота була успішно захищена в Київському університеті і зробила певний внесок в загальний доробок університетської руслознавчої науки. Цією роботою були охоплені рівнинні річки дніпровського водозбору, для яких був зроблений висновок про те, що процес затухання руслових деформацій на малих рівнинних річках з одночасним зростанням стійкості їх русел має здебільшого негативні екологічні наслідки.

З кінця 90-х років минулого століття на кафедрі здобули новий імпульс дослідження гідрологічного режиму та руслових процесів у нижніх б'єфах ГЕС Дніпровського каскаду. Гідрологічну складову цих робіт запезпечив ас.Гребінь В.В.

В 1998 р. ще раз пересвідчились в тому, що *руслові процеси – це практична наука, яка періодично сходить на щабель популярності особливо при виникненні небезпечних гідрологічних явищ в річках та їх руслах.* Йдеться про листопадовий паводок 1998 р. на річках Закарпаття, після якого Закарпатська область (басейн р.Тиса) була оголошена зоною екологічного лиха. Була проведена низка експедиційних досліджень щодо виявлення наслідків проходження цього паводку в русло-заплавному комплексі карпатських річок. Це дозволило обґрунтувати ряд підходів стосовно нових методів регулювання русел гірських річок. Була висловлена теза, про недопустимість звуження водопропускного коридору цих водних об'єктів, що суттєво може вплинути і вплинуло на функціонування водогосподарського комплексу під час проходження подібних катастрофічних паводків. Аналіз умов проходження вказаних явищ і накопичений досвід у вивченні руслових процесів на гірських річках, дозволив розробити (доц. Ободовський О.Г.) класифікацію паводків гірських річок за умовами прояву руслових процесів (2000р.) [10]. Вона і по цей день є основою для багатьох досліджень процесів руслоформування на гірських водотоках.

Слід зазначити, що в цей період відбулась певна зміна поколінь серед дослідників – руслознавців. Пішов на заслужений відпочинок один з фундаторів даного напрямку – доц. Цайтц Є.С. І на зміну йому прийшов на постійну роботу в Київський університет (2001 р.) кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Онищук Василь Варфоломійович, знаний фахівець з гірської руслової проблематики. Це однозначно підсилило науковий потенціал університетської руслознавчої науки.

Спектр досліджень на кафедрі в галузі руслознавства неухильно зростав, і все більше уваги в цій сфері приділялося екологічним аспектам прояву руслових процесів. За раніше обґрунтованими методичними підходами для рівнинних річок України доц. Ободовським О.Г. були досліджені гідроекологічні особливості прояву руслових процесів, результати яких були представлені при виконанні держбюджетної теми (2000 р.). Цей період (початок нового тисячоліття) вирізнявся активними теоретичними та прикладними дослідженнями руслових процесів, а саме:

- оцінкою стркутури чинників руслових процесів;
- оцінкою руслових деформацій;
- аналізом просторово-часової динаміки руслоформуючих наносів;
- оцінкою стійкості русел річок;
- встановленням основ гідроекологічної оцінки прояву руслових процесів.

Комплексні узагальнення отриманих результатів було покладено в основу монографії за авторства О.Г. Ободовського "Гідролого-економічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України)" (2001 р.). [11]

Вагомим підсумком багаторічних натурних робіт, наукових досліджень та практичної реалізації отриманих результатів став захист Ободовським О.Г. в Київському національному університеті імені Тараса

Шевченка дисертації на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук на тему "Регіональний гідролого-екологічний аналіз руслових процесів" (2002 р.) [12]. Ця робота з одного боку підсумовувала багаторічні дослідження, які проводились в Київському університеті, а з іншого заклала основи нового наукового напрямку – регіонального гідролого-екологічного аналізу руслових процесів. По суті кожен з розділів (всього їх 7) дисертації надав поштовх подальшим дослідженням процесів і явищ руслознавчого спрямування.

В цей період на кафедрі створюється "команда" однодумців, які займаються розробленнями руслознавчих питань. Вже в 2003 р. на замовлення Держводгоспу України за керівництва проф..Ободовського О.Г. проводяться, чи не вперше в Україні, гідроморфологічні дослідження руслових процесів в нижньому б'єфі Київської ГЕС на Дніпрі (за участі доц. Гребеня В.В. і ст.н.с. Онищука В.В.). В наступному році виконані комплексні роботи щодо регулювання вертикальних руслових деформацій на гірських річках (на прикладі р. Лімниця) (за участі В.В.Гребеня, В.В.Онищука та З.В.Розлача). В 2005 році створена континуальна оцінка процесів руслоформування та управління руслозаправним комплексом української ділянки р. Тиси (за участі ст.н.с. Онищука В.В.). На базі вищевказаних досліджень розроблені і впроваджуються рекомендації щодо практичних заходів регулювання руслових процесів (покращення стійкості суднoплавного ходу р. Дніпро, регулювання та управління русло-заплавним комплексом на гірських річках тощо). Результатом вказаних напрацювань стала участь проф. Ободовського О.Г. та ст.н.с. Онищука В.В. в колективному монографічному виданні "Географічні основи охорони навколишнього середовища" (2006 р.) [13].

Багатоплановість наукових досліджень руслових процесів проявилось ще в одному аспекті наукових досліджень – участі науковців-руслознавців в міжнародних проектах. Чи не головну роль в цьому контексті відіграло впровадження в країнах-членах Європейського Союзу Водної Рамкової Директиви (ВРД) (2001р.) [14], в якій складовою загальної екологічної оцінки якості річок є гідроморфологічна оцінка. *Україна не є членом ЄС, але має декілька транскордонних басейнів річок з країнами-членами ЄС. Для таких річкових об'єктів відповідні оцінки, зокрема гідроморфологічних показників русло-заплавного комплексу, мають бути проведені, принаймі, в схожому або єдиному методичному форматі.*

Зважаючи на це, на кафедрі гідрології та гідроекології вперше в Україні була розроблена і реалізована на річках Закарпаття методика гідроморфологічної оцінки якості гірських річок, яка грунтується на вітчизняних наукових доробках і відповідає вимогам ВРД ЄС. Вона опублікована мною у співавторстві з Ярошевичем О.Є. у монографічному виданні "Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси"(2006 р.) [15].

В цей період (2006 р.) було вперше отримане державне фінансування на впровадження методики гідроморфологічної оцінки якості на річках басейну р.Ужа і проведення підготовки фахівців з її застосування [16-17].

Непересічною подією в 2006 році було проведення на географічному факультеті на базі кафедри гідрології та гідроекології міжнародної конференції "Гідроекологія річкових русел" [18]. В ній прийняли участь більше 110 науковців, які представляли 5 країн (Україну, Російську Федерацію, Республіку Білорусь, Польщу та Словаччину). Виголошені на ній доповіді засвідчили значний прогрес науковців в дослідженнях загального руслознавства та його екологічних аспектів, гідроморфологічної оцінки екологічного стану річок, гідрохімічної та гідробіологічної оцінок якості річок.

Отримання вагомих наукових здобутків в галузі руслознавства дали можливість опублікувати їх результати на важливих міжнародних форумах, міжнародній конференції "Транспорт наносів в річкових системах" (2004р.) [19-20], XXII Конференції дунайських країн по гідрологічним прогнозам та управлінню водними ресурсами (2006 р.) [21] та 10 Міжнародному симпозіумі по річковим наносам (2007 р.) [22].

В 2007 році пройшов успішний захист дисертації Коноваленко О.С. на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук на тему" Гідроморфодинамічна оцінка руслових процесів гірських річок на прикладі басейну Верхньої Тиси" (науковий керівник – проф. Ободовський О.Г.) [23]. В ній вперше на вітчизняному науковому просторі обґрунтовані підходи щодо оцінки впливу паводків на стійкість русел гірських річок. Ця робота започаткувала активне залучення ГІС–технологій до руслових оцінок.

Насиченість науковими дослідженнями цього періоду підтверджується ще й проведенням гідроморфологічних робіт у двох експедиціях – на річках Словаччини і в басейні р. Прип’ять. В результаті викристалізувалася методична основа для оцінки гідроморфологічної якості рівнинних річок, яка враховує особливості процесів їх руслоформування. В цей же час на замовлення ВАТ "Укрводпроект" (2007-2008 рр. – науковий керівник В.В.Онищук) виконані дослідження щодо оцінки транспорту наносів на гірських річках в умовах функціонування паводкоакумулюючих ємкостей [24].

Слід відзначити, що *інтенсивність, ступінь новизни та впровадження отриманих результатів, певним чином, залежить від частоти прояву небезпечних гідрологічних явищ, якими є катастрофічні (активні) паводки на річках. Вони зумовлюють не лише швидку появу фінансування наукових досліджень з руслової проблематики, а й конкретні замовлення на виконання робіт та створення практичних рекомендацій по річковим водним об'єктам*. З цього приводу 2008 рік не був виключенням. Катастрофічний паводок в басейнах Сірету, Пруту та Дністра поставив низку питань з руслової проблеметики, які потребували

невідкладного вирішення. Перш за все-це розроблення рекомендацій та створення оптимальних схем руслорегулювання в умовах проходження катастрофічних паводків [25]. Науково-обгрунтовані рекомендації були запропоновані і ввійшли складовими до загальних комплексних схем захисту територій від руйнівної дії паводків. Вони, поряд із вітчизняними науковими здобутками, враховували положення ВРД ЄС та Протипаводкової Директиви ЄС (2007). Поряд із вказаною проблематикою нами були продовжені дослідження гідроморфологічного стану річок Українських Карпат і, зокрема басейну р.Латориця. Крім традиційних наукових звершень для річок вказаного басейну тут вперше було запропоновано науково-обгрунтовані узгодження між низкою протипаводкових заходів і досягненням відповідного екологічного стану річкових водних об'єктів [26].

В 2008 році відбувся успішний захист дисертаційної роботи на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук Ярошевичем О.Є. на тему "Гідроморфологічна оцінка екологічного стану річок басейну Тиси в межах України", [27]. Це перша на теренах країн СНД дисертація, яка присвячена розробленню сучасних методів досліджень гідроморфологічного стану гірських річок, які базуються на вітчизняних наукових здобутках та методологічних положеннях ВРД ЄС.

На завершення огляду виконаних на кафедрі гідрології та гідроекології досліджень можна відзначити ще один приємний і значимий момент, який пов'язаний із завершенням і успішним захистом Розлачем З.В. кандидатської дисертації. який відбувся на початку 2009 р. У роботі "Аналіз вертикальних руслових деформацій річок басейну Верхнього та Середнього Дністра" автором виконані цікаві дослідження достатньо нового спрямування, пов'язаного з оцінкою сучасних руслових деформацій на подільських і карпатських притоках Дністра.

В даному огляді наведені основні узагальнюючі положення стосовно розвитку вивчення процесів руслоформування в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. Майже 30-річна діяльність дослідників цього напрямку дозволила сформулювати основні наукові зрізи в руслознавчій науці. При цьому були зреалізовані 5 міжнародних проектів, 6 держбюджетних і 22 госпдоговірні теми. Разом з тим університетські вчені зробили певний внесок в концепцію освітнього розвитку руслознавства.

Основні наукові здобутки. *Науковий розвиток вчення про руслові процеси на кафедрі нагадує ефект роботи стисненої пружини, випрямлення якої періодично відбуваються при реалізації певних ідей.* Таких періодів було декілька.

Перший з них – період зародження і становлення цього вчення на кафедрі. В часовому зрізі – це 80-і роки минулого століття. Побіжний аналіз процесів руслоформування зокрема на рівнинних річках України показав, що для них не встановлені закономірності їх прояву. Багато

"білих плям" було у виявлені впливу на ці процеси зарегульованості стоку річок. В цьому контекснті отримані наступні основні результати.

Встановлення основних закономірностей впливу характеристик гідрологічного режиму на процеси руслоформування. Для вирішення цієї мети чи не вперше в руслознавчих дослідженнях було започатковано застосування методів факторного та кластерного аналізів для встановлення основних закономірностей та взаємозв'язків між основними гідрологічними параметрами (різні показники стоку води і наносів) та руслоформуючими витратами. В результаті з'явилось нове підтвердження "географічності" руслових процесів. Як доказ цього було створення районування території України за характером проходження руслоформуючих витрат води та оцінка їх впливу на процеси мандрування у вільних та обмежених умовах їх прояву.

Дослідження руслових процесів у великих земляних каналах на прикладі Північно-Кримського. В цьому аспекті були встановлені зв'язки між різними гідравлічними показниками потоку та визначений їх вплив на деформації (особливо на згинах) незакріпленого русла Північно-Кримського каналу при різній глибині його наповнення водою;

Виконання оцінки прояву руслових процесів та визначення параметрів просідання рівнів води на р. Десна для покращення умов судноплавства. Проведення миттєвого нівелювання рівнів води річки, дозволив чітко встановити її перекатні і плесові ділянки. А застосування кривих витрат за даними гідропостів дало можливість обгрунтування просідання рівнів води в Десні.

Наступний період – це ***формування нових підходів*** в дослідженні руслових процесів на річках України. Цей період теж приблизно охоплює десятиліття, тобто 90-і роки минулого століття - перші роки ІІІ тисячоліття. Він характеризується реалізацією значної кількості наукових проектів, які здебільшого і сформували основні напрямки досліджень руслових процесів в Київському університеті. Разом з тим – *це період накопичення і усвідомлення руслознавчої інформації, створення нових підходів до її аналізу як в теоретичному, так і в регіональному аспектах, отримання перших узагальнюючих результатів.*

Серед здобутків цього періоду можна виділити наступні.

Встановлення основних підходів щодо визначення та обґрунтування екологічно допустимих витрат води та екологічно необхідного стоку річок. В методологічному плані їх концептуальна сутність була зведена до того, що гідравлічні характеристики потоку першорядно визначають гідроекологічний стан русел річок. Саме вони створюють відповідні передумови щодо оптимізації гідрохімічних та гідробіологічних показників у річковій воді. При цьому русло в меженний період не повинно замулюватися або розмиватися, а під час водопілля мають відбуватися руслові деформації. Такий підхід дає також можливість визначати для рівнинних річок оптимальні умови їх руслоформування зокрема та екологічний стан русла річки взагалі [29]. Це дозволило дещо

по-іншому сформулювати до визначення гідроекологічного стану річок, який обумовлюється здебільшого гідравлічними особливостями потоку і визначає екологічний бік прояву руслових процесів, який пов'язаний із замуленням і заростанням русел річок.

Дослідженнями встановлено, що гідроекологічний прояв руслових процесів у річках обумовлений і певними об'ємами води, які необхідні для гідравлічно оптимальних умов руслоформування. За цими ознаками запропоноване районування території України за гідролого-екологічними умовами прояву руслових процесів [30].

Базуючись на існуючих підходах і враховуючи регіональні ознаки руслоформування на рівнинних річках України, нами обгрунтований і опробований ерозійний показник стійкості русел річок. Він базується на числі Лохтіна, але в нього введено ерозійний коефіцієнт та показник розпластаності русла. Такий підхід дозволив визначити стійкість русел для умов вільного та обмеженого прояву руслових процесів. Крім того цей показник має найкращу збіжність з натурними проявами руслових деформацій, і він рекомендується до застосування для рівнинних річок України [30].

Накопичений емпіричний матеріал з руслових процесів гірських річок і розроблені на його базі нові підходи щодо досліджень цих процесів дозволили "побудувати" достатньо стрункy модель їх вивчення. В якості об'єктів дослідження виступили річки Українських Карпат, на яких майже щорічно протягом взаканого періоду проводились експедиційні роботи.

Одним з найбільш фундаментальних результатів було створення класифікації паводків на гірських річках за умовами їх впливу на руслові процеси і господарську діяльність. Враховуючи дослідження різних авторів та власні нові результати, структура паводків, які мають місце на гірських водотоках включала п'ять основних їх типів, а саме – руслозберігаючі, руслоконтролюючі, руслоформуючі, руслоруйнуючі та руслоруйнуючі з катастрофічними наслідками. Перші два з них віднесені до категорії пасивних, при проходженні яких система "потік-русло" має статичну рівновагу. Три останніх типи характеризуються як активні паводки і обумовлюють або динамічну рівновагу вказаної системи, а за умов руслоруйнуючих і вищих за них паводків - її порушення. Кожен із вказаних типів паводків несе в собі інформацію стосовно траспорту наносів, їх забезпеченності утворення або руйнування різних форм русла, відсутності або наявності видів руйнувань інженерних споруд, взаємодією з заплавою [10, 31] . Наведена класифікація дала можливість дещо по-новому оцінити роль паводків у процесах руслоформування на гірських річках і визначити їх руйнівну дію.

В цей же період були обгрунтовані і закладені (на р.Тересва) перші в Україні моніторингові ділянки спостережень за русловими процесами на гірських річках. До цього були розроблені методичні підходи стосовно видів робіт в системі вказаного моніторингу [32].

Сукупність руслових досліджень на гірських річках Закарпаття дозволила запропонувати (провідну роль в цьому процесі відіграв ст.н.с. Онищук В.В.) низку протипаводкових заходів, які стосуються регулювання русел цих водотоків. Зокрема була запропонована конструкція захиснорегулюючих дамб обвалування для гірських та передгірних ділянок річок, в основу якої закладений принцип неперервно-дискретної самоорганізації системи потік-русло. Вона пізніше отримала назву "ялинка" [33] .

Вінцем цього періоду став успішний захист докторської дисертації Ободовським О.Г.(2002), яка закумулювала в собі нові ідеї, нове бачення, нові екологічні підходи і практичні рекомендації стосовно гідролого-екологічного аналізу руслових процесів на рівнинних, гірських та зарегулюваних річках України.

З цього моменту починається ***третій період*** розвитку руслознавчих досліджень на кафедрі гідрології та гідроекології. Він продовжується і донині. Його характерною ознакою *є органічне поєднання зрілих сформованих поглядів на руслові процеси в річках з новаторськими, досить сміливими новими підходами до їх аналізу.* Перш за все це стосується участі співробітників кафедри в ряді міжнародних проектів та госпдоговірних тем, в яких в той чи інший спосіб відбувався розвиток уявлень про руслові процеси. Разом з тим, приємно відзначити появу нових кваліфікованих, талановитих учнів, (О.С.Коноваленко, О.Є.Ярошевич, З.В.Розлач) які вносять "новий струмінь" в "потік" руслознавчих досліджень.Їх спрямування наступні.

Враховуючи значний накопичений досвід в дослідженнях руслових процесів на Карпатських річках, були розроблені нові підходи щодо моніторингових оцінок процесів руслоформування гірських річок шляхом ведення понять гідроморфологічного створу (ГМС), гідроморфологічного моніторингу (ГММ) та розроблення паспорту ГМС (на прикладі р.Лімниця) наведені положення склали основу гідроморфологічної оцінки річок [34].

На цих підходах базувалися дослідження руслових процесів в нижніх б'єфах дніпровських гідровузлів (на прикладі Канівської ГЕС). Результатом робіт було виділення зон (ерозійна, ерозійно-акумулятивна, акумулятивна) процесів руслоформування в зонах змінного підпору каскаду дніпровських водосховищ. Така обставина має не лише теоретичне (розуміння умов надходження і транспорту наносів), а й суттєве прикладне значення (встановлення ділянок ерозії та накопичення наносів в судноплавному руслі, будівництво комунікацій та гідротехнічних споруд, захист населених пунктів тощо) [35]. Крім вказаного, були визначені оптимальні витратні характеристики в нижньому б'єфі ГЕС, які дозволяють мінімізувати збитки від зміни стійкості русла Дніпра на цій ділянці. Отримані наукові здобутки щодо прояву руслових процесів в зонах змінного підпору каскаду дніпровських

водосховищ збагатили не лише знання про ці процеси, а й дали можливість розробили рекомендації стосовно управління цими процесами.

Чи не найважливішою віхою сучасних руслознавчих досліджень на кафедрі є активне залучення її співробітників до участі у міжнародних проектах стосовно транскордонних річок із застосуванням основних положень Водної Рамкової Директиви ЄС. В цьому європейському документі законодавчо закріплені положення щодо формування і управління руслозаплавним комплексом річок, а саме гідроморфологічну оцінку річок, яка є частиною інтегрованого плану управління їх басейнами.

З цього часу починаються нові методичні та методологічні розробки стосовно гідроморфологічних підходів в оцінюванні річкових водних об'єктів. Вони здебільшого спираються на досвід таких європейських країн як Німеччина, Данія і Словаччина. Саме методичні гідроморфологічні розроблення останньої були використані при створенні першої вітчизняної методики гідроморфологічної оцінки річок, яка була апробована на річках басейну Тиси [15]. Структура цих методичних напрацювань має відповідність до основних положень європейського стандарту CE №14614 [36], який регламентує порядок використання основних оціночних показників русло-заплавного комплексу річок.

До основного методичного блоку цієї розробки входять протокольні оцінки дослідження місцевості та гідроморфологічної оцінки, який включає чотири основні категорії – русло річки, характеристики потоку, берег і прибережну зону та заплаву. Комплексність запропонованого підходу полягала ще й в тому, що до оціночних положень були долучені суто руслові дослідження, які стосувалися аналізу складу донних наносів та оцінки руслових переформувань. Сукупний аналіз наведених блоків дозволяє аргументовано визначити гідроморфологічний клас екологічного стану річки.

Дана розробка була б неповною і незавершеною, якщо б в ній не були обгрунтовані основні положення системи гідроморфологічного моніторингу та планування заходів із збереження та відновлення гідроморфологічного стану річок [15, 37].

Сучасний період наукових доробків характеризується також певними здобутками в аналізі руслових процесів річок Карпатського регіону. Тут розробляються не лише традиційні протипаводкові науково-обгрунтовані схеми і заходи, а й встановлюються нові ідеї і підходи до дослідження руслових процесів гірських регіонів [13, 17, 24, 26, 32].

Це, з одного боку, був певний стрибок (випрямлення пружини) в осмиленні процесів взаємодії в системі "потік-русло-заплава", а з іншого суттєвий зріз у накопиченні та реалізації знань з руслової проблематики.

Викладення здобутків кафедри з теоретичного та прикладного руслознавства не було б повним і завершеним, якщо не «згадати» ***майбутнє цього наукового спрямування.***

Насамперед це стосується таких основних позицій.

- На період сьогодення існує ще багато "білих плям" в розв'язанні проблем екологічного руслознавства з огляду на оптимізацію поєднання збереження та відновлення русел річок з реалізацією проти- паводкових заходів.
- Проблемою регіональних досліджень прояву руслових процесів є відсутність експедиційних досліджень для більшої частини річок України (малих, середніх і великих). Недостатність емпіричної інформації про процеси акумуляції і розмивання русел річок, та функціонування руслозаплавних комплексів оцінки впливу на них господарської діяльності на жаль не дозволяє в повному обсязі провести аналіз сучасного стану процесів руслоформування на річках України.
- Достатньо гострою і недостатньо дослідженою залишається проблема вивченості руслових процесів на малих і середніх рівнинних річках. На більшості з них, внаслідок суттєвого антропогенного впливу активний прояв мають процеси замулення і деградації русел, відбувається суттєве зростання їх стійкості, прослідковується нездатність гідравлічних характеристик потоку транспортувати наноси. В цьому контексті актуальним є завдання розроблення практичних заходів щодо збереження та покращення гідроекологічного стану русел середніх і, особливо, малих річок.
- Слід також продовжити дослідження руслових процесів у нижніх б'єфах ГЕС і надати їм новий імпульс з огляду на їх, управління практичну реалізацію результатів. Системне вивчення процесів руслоформування на цих ділянках річок складає основу для створення їх моніторингової мережі, яка матиме значну водогосподарську актуальність.
- Важливою перспективною проблематикою є доопрацювання та реалізація на рівнинних річках держави, які знаходяться в різних екорегіонах, методики їх гідроморфологічної оцінки, яка б мала узгодження з Водною Рамковою Директивою ЄС та не протирічила вітчизняному водному законодавству. Це вкрай необхідна річ з огляду на створення органів та планів управління річковими басейнами.
- Сюди ж можна віднести і охоплення вказаною оцінкою річок басейнів гірських регіонів.
- Вирізняються в цьому контексті транскордонні річки, особливо ті, які межують з країнами ЄС, де відповідні оцінки вже створені.
- Безперечно, актуальною залишається проблема дослідження русел гірських річок з огляду на розроблення нових екологічних підходів до протипаводкових заходів на руслозаплавних територіях. Їх екологічність полягає в тому, що захист умов життєдіяльності та господарювання не повинен протирічити збереженню екологічного статусу водотоку.
- Багато прогалин залишається в ідентифікації та типологізації річкових водних об’єктів. Це здебільшого нові для річок країни підходи, але їх неврахування може призвести до некоректних визначень типів

русел та характеру прояву руслових процесів в системі «потік-русло-заплава».

- Майже з чистого аркуша починається проблема створення системи моніторингу руслових процесів на гірських та рівнинних річках України. Реалізація цих питань багаті значною кількістю «підводних каменів». Але їх вирішення дозволить оптимізувати процеси управління як русловими процесами в річках зокрема, так і управлінням річковими басейнами взагалі.
- Безсумнівно, одним з головних пріоритетів в руслознавчих дослідженнях є розроблення та реалізація основних положень, пов'язаних із управлінням русловими процесами. Абсолютно зрілою є ситуація щодо створення структурованої системи управління русловими процесами на рівнинних і гірських річках. В цьому контексті важливим елементом є розроблення методичних підходів щодо оцінки та управління гідроморфологічною якістю річок з урахуванням положень європейського водного законодавства. Слід також відмітити, що управління русловими процесами має поєднувати як екологічні аспекти руслоформування, так і основні положення протипаводкового захисту.
- Дуже важливим питанням майбутнього в руслознавчій науці на кафедрі, є створення монографічних видань, в яких мають бути узагальнені наукові здобутки університетських дослідників. В цьому контексті накладаю великі сподівання на молодих науковців, які повинні зробити перші фундаментальні кроки до солідних наукових видань.
- Важливим сегментом в руслознавчому комплексі є розроблення навчально-методичної літератури та підготовки висококваліфікованих кадрів, які б мали науковий ступінь. Саме нарощування наукового потенціалу з даної проблематики може забезпечити надійне майбутнє розвитку на Україні руслознавства як науки і практичної реалізації результатів її досліджень.

Здобутки руслознавчої освіти. *Робота в університеті неухильно має базуватися на впровадженні наукових досягнень у навчальний процес. Лише в такий спосіб з'являється можливість донести до студентства нові цікаві ідеї та отримані наукові результати.*

Стосовно розвитку руслознавства, то навчально-методичний його аспект формувався здебільшого під впливом «московської школи». Але потрібен був певний час для накопичення знань, узагальнення існуючих теоретичних підходів щодо руслових процесів, аналізу власних результатів досліджень щоб чітко сформулювати місце і роль основних методичних положень щодо формування русел взагалі і його реалізації на річках України зокрема.

Першим навчальним посібником, в якому вміщений невеличкий розділ про руслові процеси був «Природні умови Канівського Придніпров'я та їх вивчення» (1992) [38]. Тут були сформульовані методичні вказівки з дослідження руслових процесів у нижньому б'єфі Канівської ГЕС та пригирловій ділянці р.Рось.

Подією освітньої діяльності в руслознавстві була поява в 1998 році першого на теренах нашої держави навчального посібника «Руслові процеси» (автор Ободовський О.Г.). Цікавість і оригінальність цієї книжки полягає в тому, що в ній вперше було узагальнене в україномовному варіанті «руслову» термінологію, зроблені доповнення до деяких класифікаційних схем, наведені приклади прояву руслових процесів для річок України та розглянуті гідроекологічні особливості руслових процесів. При накладі 1000 примірників цей навчальний посібник є й досі чи не основним в нашій державі освітнім джерелом з руслових процесів для вищих навчальних закладів. Цей навчальний посібник отримав визнання не тільки у відповідних зацікавлених наукових і виробничих колах нашої держави, а також був визнаний за її межами. Свідченням цього є схвальна рецензія проф.Чалова Р.С. «Первое украинское учебное пособие по русловым процессам», опублікована в російському журналі «Геоморфологія»(2000, №7) [40].

Як в науковому, так і в навчальному контексті питання вивчення руслових процесів на гірських річках розглянуті в навчальному посібнику « Гідрометеорологічні умови басейну Чорної Тиси та їх вивчення» (за рекомендацією О.Г.Ободовського) (2005). [41]. Цей посібник користується попитом серед викладачів і студентів географічного факультету при проведенні літніх і зимових навчальних практик та у науковців і виробничників при дослідженні природних умов і процесів руслоформування річок басейну Тиси.

Слід також зазначити, що в дещо новому методичному контексті розглянуті питання вивчення руслових процесів в двох підручниках «Загальна гідрологія», які вийшли в світ в 2000 і 2009 роках [42, 43]. Особливістю висвітлення в них руслознавчого матеріалу є те, що багато його теоретичних положень базуються на прикладах річкових водних об’єктів України і містять науково-обгрунтовані усталені підходи, які розроблені на кафедрі гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Побіжний аналіз рядків, що стосуються руслознавчої освіти дає підстави свідчити про певну незадоволеність здобутками на цій ниві. Попереду ще кропітка праця. І, перш за все-це стосується написання підручника з руслових процесів, який би враховував сучасні світові надбання з цієї проблематики в поєднанні з вітчизняними науковими здобутками. А останні, судячи з матеріалів, розміщених в даній статті є доволі вагомими. Важливою і сильною стороною має виділятися дидактичний зріз майбутнього навчального видання.

Такий підручник на часі, він потрібен багатьом географам-природничникам і невдовзі почнеться робота над його створенням.

Висновок. Все висловлене вище дозволяє підвести підсумок, який свідчить про активне функціонування на кафедрі гідрології та гідроекології напрямку досліджень, який опікується теоретичними, прикладними і освітніми питаннями руслознавства. *Маю глибокі*

переконання, що розвиток цього напрямку знаходиться в площині поєднання досвіду визнаних в цій галузі вчених і наполегливості, динамічності та ефективності у вирішенні руслознавчих питань талановитою молоддю з університетською освітою. Такий симбіоз має бути приречений на успіх.

Список літератури

1. Ободовский А.Г. О влиянии расходов воды на русловой процесс в реках / А.Г. Ободовський, Е.С. Цайтц // Физическая география и геоморфология. – 1982. – Вып. 27. - С.125-131. **2.** Русловые процессы на предгорных участках рек / Розовский И.Л., Базилевич В.А., Гайдученко В.М. и др. // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – М., 1976. – Т.10. – С.115-121. **3.** Бухин М.Н. Экспериментальные исследования самоотмостки русел предгорных участков рек / М.Н. Бухин, В.В. Онищук // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – Вып. 38. – С.44-50. **4.** Бухин М.Н. Экспериментальные исследования самоотмостки русел предгорных участков рек / М.Н. Бухин, В.В. Онищук // Мелиорация и водное хозяйство. – 1976. – Вып.38. – С.44-50. **5.** Гринько Р.И. Теория и опыт капитальных выправительних работ на Днепре / Р.И. Гринько, И.Л. Розовский. - К. : Изд-во АН УССР, 1962. – 128 с. **6.** Ободовский А.Г. Руслоформирующие расходы воды рек равнинной части Украины: автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд.геогр.наук / А.Г.Ободовский – М., 1988. – 21 с. **7.** Ободовский А.Г. Методика определения экологически допустимых расходов воды как фактора руслоформирующей деятельности рек / А.Г.Ободовский // Межвузовское координационное совещание по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. – Ташкент, 1991. – С.90-91. **8.** Беркович К.М. Экологическое русловедение: объект и проблемы исследований / К.М. Беркович, Р.С.Чалов // Гидротехническое строительство. – 1992. - №2. – С.4-7. **9.** Шуляренко І.П. Оцінка горизонтальних руслових деформацій та стійкості русел малих і середніх річок басейну Дніпра (в межах України": автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр. наук / І.П. Шуляренко. – К., 1998. – 16 с. **10.** Ободовський О.Г. Оцінка стійкості русел і класифікація паводків гірських річок / О.Г.Ободовський // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. – Луцьк : Вежа. – 2000. – Т. 2.– С.205-209. **11.** Ободовський О.Г. Гідролого-екологічна рцінка руслових процесів (на прикладі річок України) / О.Г. Ободовський– К. : Ніка-Центр, 2001. – 274 с. **12.** Ободовський О.Г. Регіональний гідролого-екологічний аналіз руслових процесів: автореф. на здобуття наук. ступеня доктора геогр. наук / О.Г.Ободовський. – К., 2002. – 31 с. **13.** Ободовський О.Г. Вивчення руслових процесів річок басейну Тиси з метою розробки комплексу протипаводкових заходів / Ободовський О.Г., Онищук В.В. // Географічні основи охорони навколишнього середовища. За ред. Я.Б. Олійника. – К.: Ніка Центр, 2006. – С. 157-178. **14.** Водна Рамкова Директива ЄС. 2000/06/ЄС/. Основні терміни та визначення. – К., 2006. – 240с. **15.** Ободовський О.Г. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / О.Г.Ободовський, О.Є.Ярошевич. – К.: Інтертехнодрук, 2006. – 70 с. **16.** Результати аналізу гідроморфологічної якості річок екорегіону Карпати на прикладі басейну Ужа / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Коноваленко О.С. та ін. // Вода та довкілля : матеріали наук.-практ. конф. – К., 2007. – С. 12-17. **17.** Ободовський О.Г. Оцінка гідроморфологічного стану річок басейну Ужа за даними моніторингових досліджень та комплексу руслових розрахунків / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Ярошевич О.Є. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т.15. – С.77-86. **18.** Ободовський О.Г. Методичні засади гідроморфологічної оцінки якості річок Українських Карпат / О.Г. Ободовський, О.Є. Ярошевич // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.11., 2006. – С.37-45. **19.** Obodovsky A. The assessment of Ukraining riverbed deformation / Obodovsky A. //Sediment transfer through the fluvial system. IAHS publication 288. – Moscow, 2004. – P. 253-260. **20.** Obodovskiy A. Asics of

hydroeuviromental analysis of riverbed processes / Obodovsky A. // Sediment transfer through the fluvial system : poster report booklet. IAHS publication. – Moscow, 2004. – P . 48-55. **21.** Obodovsky A. Hydromorphological assessment of river quality within Ukraine / Obodovsky A. Yarochevitch A.// XXI Conference of the danubion countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management : conference abstracts – Beograde. 2006. – P. 103. **22.** Obodovsky O. Evolution of riverbed on the rivers of Ukraine Carpathian mountains / Obodovsky O.G., Onysshuk V.V.// Procudings of the 10-th International Symposium on River Sedimentation. – Moscow, 2007. – Vol. II. – P. 329-337. **23.** Коноваленко О.С. Гідроморфологічна оцінка руслових процесів гірських річок на прикладі басейну Верхньої Тиси : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр.наук / О.С. Коноваленко. – К., 2007. – 19 с. **24.** Онищук В.В. Науково-методичні аспекти визначення гідроморфологічного стану гірських річок за даними руслових розрахунків (на прикладі верхів'я р.Боржава / Онищук В.В., Ободовський О.Г., Дупляк В. та ін // Водне господарство України. – 2008. – №4. - С.27-37. **25.** Руслові процеси в умовах проходження катастрофічних паводків. Звіт з НДР. № д.р.0108U007955 / Ободовський О., Онищук В., Коноваленко О. та ін. – К.: КНЦ ім. Тараса Шевченка, 2008. – 174 с. **26.** Впровадження методики гідроморфологічної оцінки якості річок басейну Латориці для прийняття оптимальних управлінських рішень. Звіт по НДР. №д.р.0108U007524 / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Коноваленко О.С. та ін. –К.: КНЦ імені Тараса Шевченка, 2008. – 163 с. **27.** Ярошевич О.Є. Гідроморфологічна оцінка екологічного стану річок басейну Тиси в межах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр. наук / О.Є. Ярошевич. – К.: 2008. – 20 с. **28.** Розлач З.В. Аналіз вертикальних руслових деформацій річок басейну Верхнього та Середнього Дністра : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд.геогр.наук / З.В. Розлач. – К., 2009. – 20 с. **29.** Ободовський О.Г. Концептуальні положення гідроекологічної оцінки прояву руслових процесів // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С.146-156. **30**. Ободовський О.Г. Оцінка стійкості русел річок України // Економічна та соціальна географія. – 2001 – Вип. 51. – С.107-115. **31.** Руслоформуючі витрати та класифікація паводків на гірських річках / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Коноваленко О.С. // Вісник Київського університету. Сер. Географія. – 2002. – Вип.48. – С.42-47. **32.** Ободовський О.Г. Аналіз руслових процесів та рекомендації щодо управління русло-заплавним комплексом на передгірно-рівнинній ділянці Тиси / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Ярошевич О.Є. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 15, – С.69-88. **33.** Онищук В.В. Методологічні аспекти раціонального регулювання русел гірських річок / В.В.Онищук, О.Г. Ободовський.// Екологічні та соціально-економічні аспекти катастрофічних стихійних явищ у Карпатському регіоні (повені, селі, зсуви). – Рахів, 1999. – С.261-266. **34.** Гідроекологічна безпека урбанізованих заплавних територій у басейні р.Лімниця / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Розлач З.В., Яцюк М.В. // Картографія та вища школа. – 2005. – Вип.10. – С.140-147. **35.** Ободовський О.Г. Оцінка гідроморфологічного стану нижнього б'єфу Канівського гідровузла / Ободовський О.Г., Онищук В.В., Гребінь В.В.// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. –2006. – Т. 11. – С.101-106. **36.** Європейський стандарт Е№14614. Якість води – К., 2006 – 26 с. **37.** Ободовський О.Г. Обгрунтування гідроморфологічного моніторингу річок екорегіону Карпати / О.Г. Ободовський // Ерозійно-акумулятивні процеси і річкові системи освоєних територій. – Львів.: ЛНУ ім. І.Франка. 2006. – С.45-54. **38.** Прикладні умови Канівського Придніпров'я та їх вивчення : навч. посібник / Відп. ред. П.Г.Шищенко. – К. : КУ, 1992. – 270 с. **39.** Ободовський О.Г. Руслові процеси : навч. посібник / О.Г. Ободовський. – К.: РВЦ "Київський університет"; 1998. – 134 с. **40.** Чалов Р.С. Первое украинское пособие по русловым процессам / Р.С. Чалов // Геоморфология. – 2000. – №7. **41.** Гідрометеорологічні умови басейну Чорної Тиси та їх вивчення : навч. посібник / Ободовський О.Г., Сніжко С.І., Гребінь В.В. та ін. За ред. Ободовського О.Г. – К. : ВГЛ "Обрії", 2005. – 172 с. **42.** Загальна гідрологія : підручник /Левківський С.С.

Хільчевський В.К., Ободовський О.Г. та ін. За ред. Лисогора С.М. – К. : Фітосоціоцентр. 2000. – 264 с. **43.** Загальна гідрологія : підручник / Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Гребінь В.В. та ін. За ред. Хільчевського В.К., Ободовського О.Г. – К. : ВПЦ "Київський університет". 2008. – 399 с.

Теоретичне та прикладне руслознавство в Київському університеті: стан і перспективи наукового та освітнього розвитку

Ободовський О.Г.

Виконаний ретроспективний аналіз проведених досліджень руслових процесів на кафедрі гідрології і гідроекології за останні 30 років. Сформульовані основні досягнення в теоретичному та прикладному руслознавстві і проблеми майбутніх досліджень. Розглянуті питання руслознавчої освіти на кафедрі.

Теоретическое и прикладное русловедение в Киевском университете: состояние и перспективы научного и образовательного развития

Ободовский А.Г.

Выполнен ретроспективный анализ проведенных исследований русловых процессов на кафедре гидрологии и гидроэкологии за последние 30 лет. Сформулированы основные достижения в теоретическом и прикладном русловедение и проблемы будущих исследований. Рассмотрены вопросы русловедческого образования на кафедре.

Theoretical and applied riverbed science at Kyiv University: state and perspective of scientifical and educational development

Obodovskiy A.G.

The retrospective analysis of the hydrology and hydroekology department research works concerning evolution of a for the last 30 years is done. Main achievements in theoretical and applied riverbed science as well problems of future research are determined. Most important issues of education of its field at the department are considered.

УДК 556.166

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОПЕРАТИВНІЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ

Бойко В.М, Кульбіда М.І., Адаменко Т.І.

Український гідрометеорологічний центр, м. Київ

Ключові слова: *оперативна гідрометеорологія, автоматизоване місце, ГІС, інформація, база данних.*

Актуальність питання. Успішна й планомірна діяльність галузей економіки, залежних від гідрометеорологічних факторів як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, планування заходів стосовно пом’якшення чи мінімізації негативної дії небезпечних гідрометеорологічних явищ і процесів, своєчасність виконання запобіжних робіт при їх загрозі, виникненні та ліквідації наслідків значною мірою залежить від якості та достовірності гідрометеорологічних даних про стан довкілля.

Відповідно до діючого законодавства України інформування про поточний стан погоди, водних об’єктів, стан і розвиток сільгоспкультур

виконання та надання оцінок і прогнозів їх зміни знаходиться в компетенції організацій гідрометеорологічної служби. У свою чергу, своєчасне оперативне інформування суб'єктів прийняття управлінських, організаційних рішень, об'єктів господарювання та громадкості про поточні та очікувані зміни гідрометеорологічної ситуації вимагає оперативності у виконанні повноцінного гідрометеорологічного моніторингу.

Використання в оперативній гідрометеорології сучасних геоінформаційних технологій з відповідним технічним та професіональним супроводженням дозволяє спеціалістам гідрометслужби оперативно отримувати, аналізувати та представляти великі об'єми даних про синоптичну, гідрологічну і агрометеорологічну ситуацію в Україні.

Технологічно ці завдання реалізовані у вигляді програмних комплексів автоматизованих робочих місць спеціалістів (АРМ), свого роду аналогів міжнародних систем SKADA – синоптика (АРМС), гідролога-прогнозиста (АРМГ), агрометеоролога (АРМА), моніторингу гідрологічних та метеорологічних явищ (АРММоніторинг), авіаційного синоптика тощо.

АРМ представляють собою спеціалізовані геоінформаційні системи, які повною мірою дозволяють спростити аналіз та наочну візуалізацію просторово розподіленої інформації, дозволяють не тільки відображати на географічній карті розташування явищ і об'єктів, але й оперувати великими масивами різноманітної інформації, на основі якої приймаються рішення.

У широкому розумінні АРМ призначені для приймання, декодування, обробки, збереження та використання оперативної гідрометеорологічної інформації на основі сучасних комп'ютерних технологій та загальносистемного географічного підходу до реєстрації, аналізу та подання гідрометеорологічних даних та явищ, основними ознаками яких є конкретність, територіальність, комплексність.

До складу зазначених вище АРМ, як об'єкти геоінформаційної системи, входять:

- мережа метеорологічних станцій, на якій цілодобово проводяться регулярні спостереження за станом атмосфери та атмосферних процесів, в тому числі за значеннями метеорологічних і агрометеорологічних елементів;

- мережа гідрологічних станцій та постів, які вивчають гідрологічний режим річок, озер, водосховищ та ведуть спостереження за значеннями елементів гідрологічного режиму вод суші;

- елементи згаданих мереж (географічні координати місцезнаходження, найменування, унікальний номер (індекс), код топологічної належності до країни чи регіону, площі водозборів, ознака активності в поточний період спостереження та ін.);

- оперативні набори результатів гідрометеорологічних спостережень, які надходять від гідрометеостанцій та постів у вигляді зведень або телеграм у форматах відповідних в залежності від виду даних кодів;

- базові набори багаторічних значень метеорологічних, гідрологічних та агрометеорологічних величин, в тому числі й їх екстремальних значень за весь період (окремі періоди, місяці, декади чи фази режиму);

- базові набори значень елементів спостережень на єдиному сервері, які формуються в результаті декодування та первинної обробки оперативних зведень і телеграм.

Всі персональні комп'ютери, на яких встановлене програмне забезпечення АРМ, в Українському Гідрометцентрі з'єднані локальною мережею. А віддалені робочі місця можуть функціонувати через систему Інтернет. Це дозволяє кожному фахівцю через власний ПК мати доступ до єдиної бази гідрометеоданих, а також отримувати їх однозначне відображення.

Процедури АРМ дозволяють досить швидко й повноцінно аналізувати великі об'єми даних, що характеризують гідрометеорологічну ситуацію в цілому по Україні, її окремих регіонах, областях, пунктах, басейнах річок. При цьому реалізовані можливості перегляду і аналізу окремих параметрів чи їх комплексу за певний період, у порівнянні з нормою, екстремальними чи небезпечними значеннями. отримувати відображення даних.

Окремі програмні модулі АРМ дозволяють формувати та видавати звіти за запитами користувачів по всій сукупності гідрометеорологічних величин оперативної бази даних, виконувати вибірку та експорт цифрової інформації з неї, наприклад, у спеціальну базу вхідних даних для методик гідрологічного та агрометеорологічного прогнозування, у формат Microsoft Excel тощо.

Закономірною складовою АРМ, як спеціалізованих ГІС, є картоване та графічне представлення параметрів гідрометеорологічного режиму. Стандартні запити до бази даних побудовані за принципом об'єкт (карта, пункт) – строк (період) – тип даних (наприклад, опади, рівень води, глибина промерзання ґрунту чи поєднання декількох типів даних, порівняння з заданими критеріями тощо).

Використання можливостей, які надає ГІС, дозволили розробити необхідні для оперативного прогнозування і обслуговування види карт у векторних форматах з переліком шарів. В залежності від задачі, яку вирішує спеціаліст, шари карти можна активізувати, чи робити неактивними.

Оскільки кожний пункт гідрометеоспостережень має відповідну просторову локалізацію на вибраній нами картографічній основі, то процедурами АРМ можна отримати відображення оперативної та нормативно - довідкової бази гідрометеоданих, просторово прив'язаної до координат пунктів спостережень на карті). Так само можна визначити місце знаходження пункту спостережень на вибраній карті за його індексом чи назвою.

Наприклад, АРМ Моніторингу гідрологічних явищ, один блок якого представляє собою інформаційно-довідкову систему небезпечності гідрологічних явищ, дозволяє отримати повну інформацію про основні гідрологічні характеристики водних об'єктів у створах гідрологічних постів, описи ділянок постів та основних видів гідрологічних робіт на них, відомості про небезпечні і стихійні гідрологічні явища та їх наслідки в історичній ретроспективі. Пошук необхідної інформації можна отримати через перелік басейн-річка-пункт (так зване tree view) або ж безпосередньо, вибравши пункт на карті (рис.1).

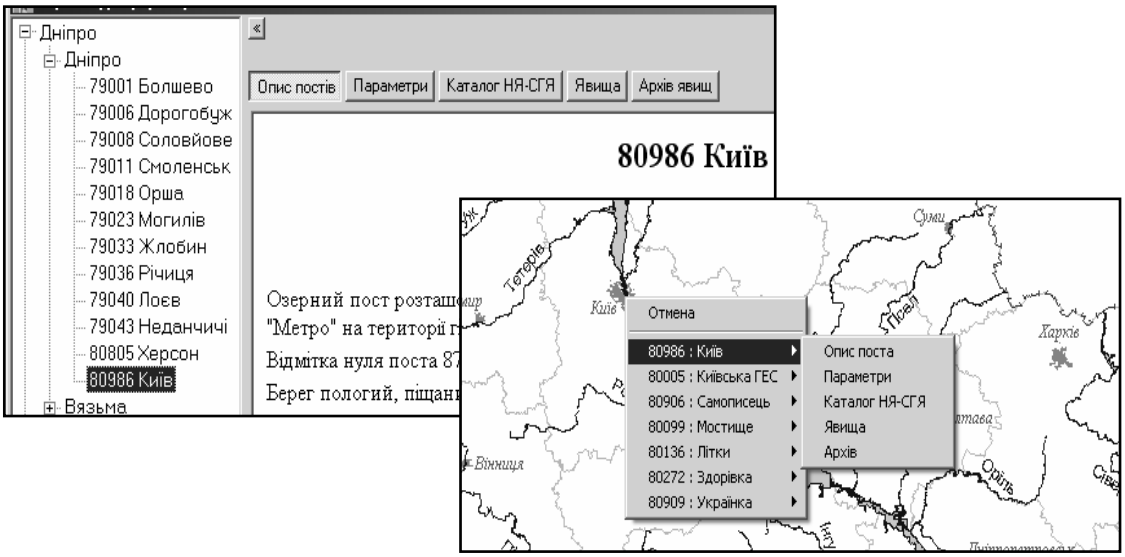


Рис.1. **Приклад пошуку гідрометеорологічної інформації в системі АРМ моніторингу гідрологічних явищ УкрГМЦ**

Аналогічно за зверненням через карту можна отримати числові та графічні відомості для аналізу про метеорологічні величини у числовому табличному та графічному вигляді (рис. 2).

Просторове представлення результатів гідрометеоспостережень виконується в числових значеннях або умовних знаках за одним кількісним показником чи їх поєднанням, а також в ізолініях, які характеризують окреме явище за значенням кількісного показника для пунктів спостережень.

Графічне представлення результатів гідрометспостережень засобами АРМ дозволяє швидко і всебічно виконати комплексний аналіз ситуації, її порівняння з минулими роками. Наприклад, графічні модулі АРМГ дозволяють відобразити наявну у базі даних гідрометеорологічну інформацію по одному посту чи по набору постів, по одному параметру чи їх комплексу (рис.3).

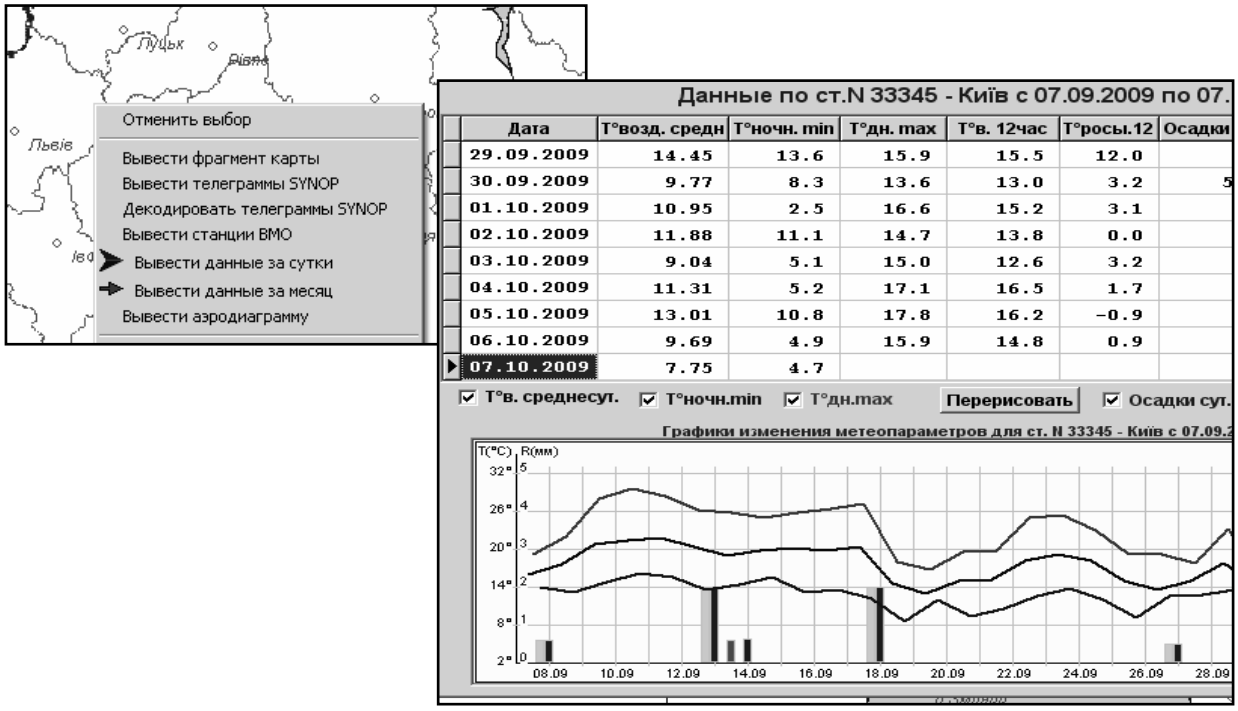


Рис.2. **Приклад пошуку гідрометеорологічної інформації в системі АРМ синоптика УкрГМЦ**

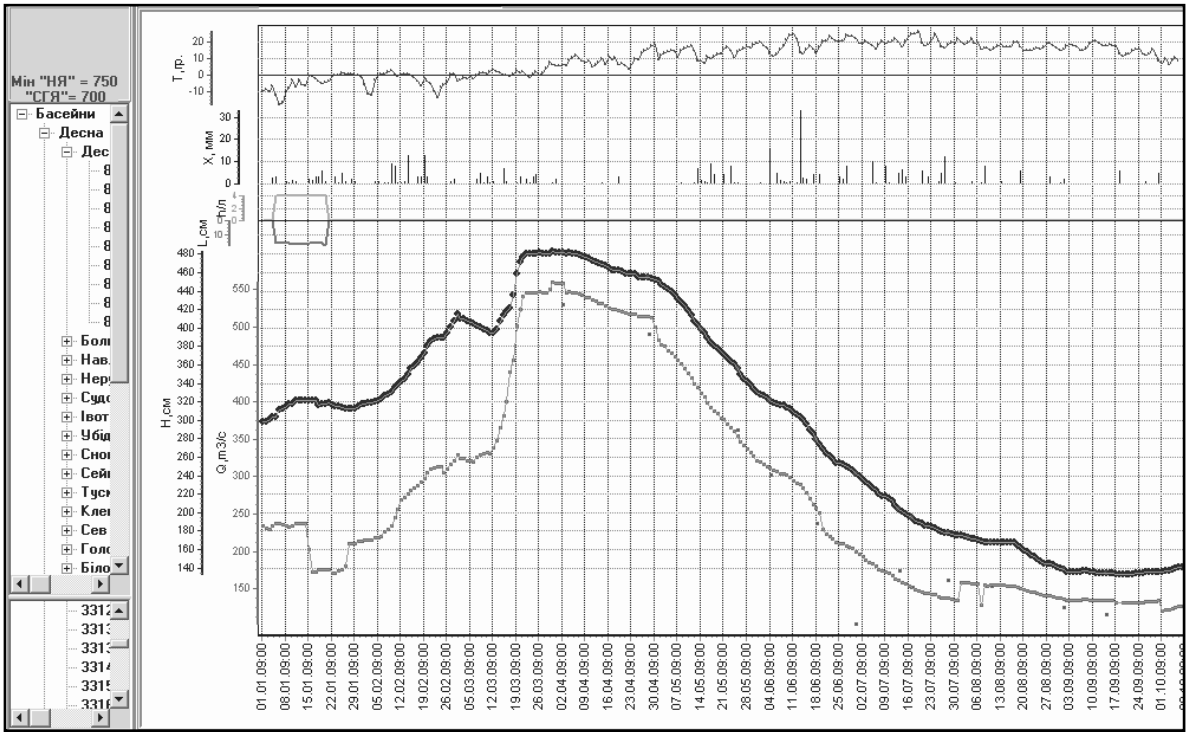


Рис.3. **Графічний модуль системи АРМ гідролога - прогнозиста УкрГМЦ**

На даний час такі зазначені вище спеціалізовані геоінформаційні системи вітчизняного виробництва впроваджені та успішно використовуються практично у всіх оперативно-прогностичних організаціях гідрометеорологічної служби України.

Рівень розробки таких програмно-технічних комплексів відповідає найкращим світовим системам по обробці гідрометеорологічної інформації.

Використання геоінформаційних технологій в оперативній гідрометеорології
Бойко В.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І.

Показана практична реалізація ГІС у вигляді автоматизованих робочих місць спеціалістів – гідрометеорологів Українського Гідрометцентру. Приведені їх основні можливості та використання при прогнозуванні й обслговуванні користувачів.

Использование геоинформационных технологий в оперативной гидрометеорологии
Бойко В.М., Кульбида Н.И., Адаменко Т.И.

Показана практическая реализация ГИС в виде автоматизированных рабочих мест специалистов – гидрометеорологов Украинского Гидрометцентра. Приведены их основные возможности и использование при прогнозировании и обслуживании потребителей.

Use of geoinformational technology in the operative hydrometeorology
Boyko V., Kulbida M., Adamenko T.

Practical realization GIS is shown in a kind of the automated workplaces of experts – hydrometeorologists of Ukrainian Hydrometeorological Center is shown. Their basic possibilities and use at forecasting and service of consumers are resulted.

УДК 556.53+556.52/55

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГО-ГІДРОМОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ЕКОСИСТЕМ ВЕЛИКИХ РІВНИННИХ ВОДОСХОВИЩ

Дубняк С.С.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *екосистемний підхід, гідроекологія, водосховище, еколого-гідроморфологічний аналіз*

Постановка проблеми і аналіз попередніх досліджень. Французький письменник Антуан де Сент-Екзюпері писав: «Вода – ти саме життя!». Саме з цього виходила Парламентська Асамблея Ради Європи на форумі за темою: «Вода як джерело достатку в суспільстві, миру і регіонального розвитку», що відбувся у м.Страсбурзі (Франція) у 1998 р. Цей форум підготував Страсбурзьку Декларацію, що визначила єдину європейську водогосподарську політику, спрямовану на забезпечення сталого, екологічно збалансованого розвитку суспільства в XXI столітті, проголошеного на Конференції ООН з проблем навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992).

В цих документах визнано, що наприкінці XX століття світова система постала на порозі екологічної катастрофи. Екосистеми України знаходяться в такому ж критичному стані, особливо її водні екосистеми,

адже 88% річок України мають незадовільний екологічний стан. Інтенсивність водокористування в нашій державі досягла рівня, який перевищує екологічну ємність водоресурсного потенціалу країни. Загальний об'єм водозабору вже майже сягає об'єму річного стоку, що формується в межах держави в маловодний рік.

У високо розвинутих країнах Європи, у США, Канаді, Австралії екологічна криза у водокористуванні склалась ще у 60-70-х роках XX століття, тому з середини 70-х років, після прийняття Плану дій з охорони довкілля в Європі (1973 р.), почалося створення екологічного водного законодавства. Захист водних ресурсів стає пріоритетним напрямком європейської екологічної політики. Трохи пізніше стало зрозуміло, що охорона і використання вод повинні регулюватись за басейновим принципом на основі платного водокористування. Цей принцип було рекомендовано ЮНЕП ще в 1984 р., а вже в 1989 р. у річних звітах країн – членів ЄЕС його було визнано як найбільш ефективний з економічної та екологічної (екосистемної) точок зору.

Остаточно формування єдиної європейської еколого-водогосподарської політики виявилось у розробці Рамкової водної директиви, яку було схвалено 23 жовтня 2000 р. на спільному засіданні Європейського Парламенту та Європейської Ради у Люксембурзі. Україна, як кандидат на вступ до ЄС, схвалила РВД ЄС, що знайшло своє відображення в Законі України «Про загальнодержавну програму розвитку водного господарства» (2002 р.).

В умовах незалежності в Україні було схвалено цілу низку законодавчих і підзаконних актів з метою запровадження принципів сталого екосистемного водокористування. До них, в першу чергу, слід віднести Закон «Про охорону навколишнього природного середовища», Водний і Земельний Кодекси, Національну програму оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості питної води та інші. Басейновий принцип управління водним господарством на основі платного водокористування закладено у Водний Кодекс України (1995 р.), Національну програму оздоровлення басейну Дніпра (1997 р.) та в програму розвитку водного господарства України (2002 р.). Згідно з останньою до 2010 р. передбачається повний перехід на басейновий принцип управління водними ресурсами України на основі басейнових Угод на рівні басейнового комітету, який буде громадським органом управління.

Зростання дефіциту водних ресурсів в промислово розвинутих регіонах світу в 50-70-і роки XX століття активізувало будівництво крупних водосховищ. В цей період були збудовані понад 3000 з 6500 існуючих на сьогодні крупних штучних водойм [1]. Зараз найбільш напруженим є водогосподарський баланс Європи, водні ресурси якої становлять лише 7% світових. Крім цього, внаслідок нерівномірного розподілу прісних водних ресурсів у часі (протягом року) і в просторі (в різних регіонах) доступними для використання є не більше 40% їх запасів,

тоді як обсяги їх використання вже перевищують 13% від світових запасів прісних вод.

В останні роки все чіткіше проступає проблема глобального потепління клімату Землі. Одним з аспектів цієї проблеми є погіршення забезпечення населення і господарства якісною прісною водою. Загальновизнаним засобом вирішення цієї проблеми є акумуляція вод у водосховищах з наступним її оптимальним перерозподілом за допомогою каналів і водоводів.

Основні запаси водних ресурсів України (43,7 км^3) заакумульовано в каскаді з шести водосховищ на Дніпрі. На базі Дніпровського каскаду створено потужний водогосподарський комплекс, який забезпечує водою біля 30-35 млн. населення і 2/3 території України, 50 великих міст, 4 атомні електростанції. Цей велетенський комплекс переробляє і змінює таку кількість ресурсів, енергії, живих організмів, що визначає екологічну ситуацію майже всієї східної і центральної України і перетворення географічного середовища на цій території.

Процес трансформації головної річки України в каскад штучних водойм, який розпочався 75 років тому будівництвом Дніпровської ГЕС, був повністю завершений тридцять років тому завдяки остаточному наповненню Канівського водосховища. Але штучно створені на р. Дніпро водосховища беруть участь у кругообігу води в річкових системах і підпорядковані тим же законам природи, що властиві природним водним об'єктам – річкам та озерам. Гетерогенність водосховищ обумовила формування уявлення про них як про природно-технічні системи (комплекси), технічний і екологічний стан та використання яких вимагає комплексних системних підходів [1, 2]. Такі підходи в науках про Землю отримали назву «геосистемних» [3], а відповідні поєднання водних об'єктів і технічних споруд – «геотехнічна», точніше «геогідротехнічна» система.

З гідроекологічної точки зору [4], створення водосховищ на Дніпрі істотно змінило структурно-функціональну організацію річкової екосистеми, на базі якої сформувались нові екосистеми водосховищ озерно-річкового типу.

В 70-х роках минулого століття гостро постала проблема збільшення водовіддачі водосховищ колишнього СРСР [1], зокрема водосховищ Дніпровського каскаду, оскільки можливості зарегулювання нових крупних річок практично були вичерпані. Для задоволення зростаючих потреб у водних ресурсах в ці часи розроблялись альтернативні водогосподарські проекти, наприклад, проект перекидання стоку р. Дунай в р. Дніпро, який передбачав створення водосховищ на причорноморських лиманах, включаючи Дністровський і Дніпровсько-Бузький лимани. Цей грандіозний проект було частково реалізовано лише на ділянці р. Дунай – озеро Сасик, на решті траси водоводу Дунай-Дніпро роботи були повністю призупинені ще у 80-і роки.

З метою поліпшення природно-технічного стану дніпровських, як і інших крупних водосховищ колишнього СРСР, у 80-х роках минулого століття за участю провідних науково-дослідних і проектних організацій були розроблені відповідні передпроектні документи [2, 5]. Закладені в ці документи науково-методичні прийоми і спеціально розроблені оптимізаційні моделі водосховищ були побудовані на системних підходах. Будівництво і експлуатація водосховищ СРСР, як показали наукове обґрунтування і розробка вказаних проектів, призвели до перетворення географічного середовища на територіях площею, що перевищує площу України. Складовою частиною цих робіт була розробка заходів щодо поліпшення природно-технічного стану акваторій і прибережних територій крупних водосховищ та їх водоохоронних зон, а базисною парадигмою – уявлення про водосховище як про цілісну природно-технічну систему. Реалізацією цього уявлення було районування і зонування водосховищ на основі геосистемних підходів [5, 6].

Розробка заходів щодо поліпшення природно-технічного стану водосховищ поставила проблему науково обґрунтованої оцінки і прогнозу стану їх екосистем, а також екосистем річок, на яких вони були створені. Розв'язання цієї проблеми в рамках геосистемного підходу неможливе, оскільки біотичний компонент, як і абіотичні фактори (природні компоненти, що впливають на біоту) не є предметом геосистемних досліджень. Компоненти природного середовища (клімат, геологічна будова, рельєф, водні об'єкти, ґрунти, біота) і зв'язані з ними фактори (процеси і умови) можна розглядати з позиції екосистем, які вони утворюють, і тоді, гносеологічно, екосистемні фактори поділяють на біотичні і абіотичні. Центральною позицією екосистеми є біотичний компонент. У геосистемі всі її компоненти рівні за значенням і різні за вкладом. У природно-технічній системі ключовою є позиція людини, її вплив на середовище і навпаки.

Оцінка біотичного компоненту, як і оцінка екологічного стану водойм взагалі, є предметом гідроекологічних досліджень. Водойми при цьому розглядаються як складові частини природно-технічних систем, а саме – водні екосистеми. Останні за В.Д. Романенком [4, 7] являють собою цілісні системи взаємодіючих живих (біота) і неживих (абіота) компонентів їх водного середовища та прилеглих територій. Оцінка екологічного стану водойм відноситься до екосистемного аналізу, в рамках якого розглядаються гідрологічні явища і процеси як абіотичні фактори існування водних екосистем [8–10, 23, 24]. Абіотична роль гідроморфологічних факторів при цьому недооцінюється, тому характеристика екологічного стану водних екосистем, в першу чергу водосховищ, без врахування названих факторів, на нашу думку, не може вважатись повною [11, 12].

З метою розв'язання цієї проблеми пропонується доповнити екосистемний аналіз водних екосистем гідроморфологічними підходами, суть яких на прикладі дніпровських водосховищ викладена нижче.

Результати досліджень. Ще у 80-і роки XX століття склалося уявлення про великі водосховища (системи або каскади водосховищ) комплексного призначення як про природно-технічні системи (комплекси), технічний і екологічний стан яких потребує управління і поліпшення за допомогою спеціально розроблених оптимізаційних моделей [1, 2, 5]. Завдяки такому підходу були розроблені науково-методичні прийоми і відповідні проекти поліпшення природно-технічного стану крупних водосховищ (каскадів чи їх систем) та їх водоохоронних зон на 46 водних об'єктах СРСР, в тому числі на водосховищах Дніпровського каскаду [2, 5].

Водночас в останній чверті XX століття сформувалося уявлення про водосховища, як про різновид водних екосистем [4, 8, 15], дещо подібних до озерних екосистем. Вивчення цих екосистем є предметом водної екології – гідроекології [4, 8]. На стику цієї науки і гідрології сформувалась нова наука – екогідрологія (екологічна гідрологія), яка розглядає гідрологічні явища і процеси як екологічні фактори [8, 10, 23, 24]. В рамках екологічної гідрології водних екосистем України сформувався напрямок, який можна назвати „екологічною гідрологією водосховищ України" [9, 23].

За Ю. Одумом [13, 14] будь-яка екосистема поділяється на два компоненти: біотичний та абіотичний. Абіотичний компонент - це фактори і умови середовища, в якому діє біота. У водних екосистемах фактори середовища є об'єктами гідрології, хоча при цьому поза дослідженнями залишались структурно-функціональні особливості екосистем [14]. Самі по собі водосховища, як природно-технічні екосистеми, є прикладом того, коли зміна елементів гідрологічного режиму водної екосистеми річки призводить до корінної її трансформації в екосистему водосховища. Цю зміну добре вивчено на каскаді дніпровських водосховищ, але поза еколого-гідрологічним аналізом виявились такі провідні фактори і умови, які можна, дотримуючись усталеної в гідрології традиції, назвати гідроморфологічними. До цих явищ і умов можна віднести структуру і будову рельєфу верхньої частини літосфери на контакті і у взаємозв'язку з гідросферою та обумовлені ними процеси гідроморфогенезу [11, 12]. Вивчення геосистемних особливостей цих явищ і умов є предметом відповідних екологічних напрямків в географії (ландшафтна екологія), геоморфології (екологічна геоморфологія), геології (екологічна геологія). Об'єктами вивчення цих наукових напрямків є складні цілісні просторово-часові природні чи природно-антропогенні системи, які є різновидами геосистем [3, 16, 17]. В свою чергу, геосистеми в цілому є об'єктом вивчення новітнього наукового міждисциплінарного напрямку – геоекології, що об'єднує ландшафтну екологію, екологічну геоморфологію і екологічну геологію.

Одним з основних завдань геоекології є оцінка впливу змін ландшафтів, геологічної будови і рельєфу на стан і функціонування геосистем (в т.ч. водних) та їх складових, насамперед на людину та живі

організми. Така спрямованість геоекологічних досліджень повинна була б зближувати їх з гідроекологічним вивченням водних екосистем. Насправді ж можна відзначити в цьому розумінні лише дослідження ландшафтів літоралі дніпровських водосховищ [18]. Хоча ландшафтні підходи застосовуються в дослідженнях берегової зони морів, де ландшафти, вслід за К.К. Марковим, розглядаються як геоморфологічні рівні. Стосовно рівнинних водосховищ поняття „ландшафт" застосовується як складова частина геосистеми [19]. В рамках зазначених підходів екологічна (абіотична) роль гідроморфологічних факторів не розглядається.

З іншого боку, вивчення гідроморфологічних особливостей водойм з метою пошуку залежностей між гідродинамічними (вітрові хвилі, течії, коливання рівня тощо) та морфолітодинамічними (глибини і похили дна і берегового схилу, склад донних відкладів та його зміни) показниками проводиться, як правило, в інтересах гідротехнічного будівництва і не виходить на екосистемний рівень.

Вплив берегової (узбережжя) і плакорної (де проявляється вплив коливань рівня води у водоймі на ґрунтові і поверхневі води) ділянок, прилеглих до водойми, на формування і структурно-функціональні особливості водної екосистеми залишається на сьогодні поза увагою як гідроекологів, так і геоекологів [10, 12, 20-22]. І це при тому, що вплив водойм на прилеглі до них ділянки суші є предметом вивчення цілого ряду наук про Землю та технічних наук.

В процесі тривалого розвитку природних озерних, морських і річкових екосистем екосистемна роль гідроморфологічних факторів певною мірою нівелювалась, а на перший план вийшли гідрологічні, перш за все гідродинамічні абіотичні фактори, які є предметом вивчення гідроекології та екологічної гідрології і визначають біологічну мінливість, тобто стаціонарність розвитку біоти. Але і для екосистем природних водойм і водотоків при вивченні їх розвитку протягом тривалих (сотні років) проміжків часу необхідно враховувати гідроморфологічні умови і фактори, які визначають інерційність і спрямованість їх розвитку, стадіальні і типологічні особливості, тобто нестаціонарність процесу їх формування [11].

Абіотичні гідроморфологічні фактори екосистеми водойми (водосховища) обумовлені взаємодією (взаємовпливом) внутрішньоводоймних гідродинамічних факторів (течії, коливання рівнів, хвилі) та морфолітологічної основи ложа, берегів і прибережних територій [11]. Вираженням такої взаємодії є поділ складних природно-гідротехнічних геоекосистем крупних водосховищ, з одного боку, на регіональні таксони (області, райони, підрайони, ділянки, біотопи) в рамках еколого-гідрологічного районування водосховищ [11, 21], з іншого боку – на екологічні зони: профундаль, субліторaль, літораль, еулітораль (берегова зона), зони підтоплення та ерозійної активності (водоохоронна зона), які по суті є геоморфологічними рівнями (в геоекології – ярусами ландшафтів). Літораль, берегову зону і зони підтоплення та ерозійної

активності можна водночас розглядати і як перехідні екосистеми (екотони), межі між якими фіксуються гідроморфологічними показниками. Екологічні зони, як і еколого-гідроморфологічні райони, складаються з біотопів. Таксонам районування і зонування екосистем водосховищ відповідають певні біоми (водного об'єкту в цілому), угруповання (в межах плес, зон) і біоценози (в межах біотопів).

Слід зазначити, що за межами еколого-гідроморфологічного підходу гідроморфологічні фактори можна розглядати як фактори компонентів природного середовища (наприклад, в рамках геоекології, екологічних напрямках географії, геології та інших наук). Важливо також, що гідроморфологічними факторами не вичерпується перелік абіотичних факторів водних екосистем. Такі абіотичні фактори гідроекосистем, як водообмін, гідрохімічний режим, фізичні характеристики води та інші до гідроморфологічних факторів не відносяться.

Природні зони Землі, за Ю. Одумом [13, 14], є геоекосистемами, адекватними морфокліматичним зонам. З цієї точки зору, крупні рівнинні водосховища є азональними екосистемами, які розташовані в певних морфокліматичних зонах. Так, за І. Ковальчуком [17] на території України виділяються зона флювіальної морфоскульптури (лісова зона) та ерозійна морфокліматична зона (степова), які перетинає каскад дніпровських водосховищ. Звичайно, що зональні морфокліматичні особливості знаходять відображення в абіотичних факторах водних екосистем водосховищ, в тому числі і в гідроморфологічних, таких як форми, будова, розчленованість рельєфу затопленої річкової долини, швидкість і спрямованість гідроморфологічних процесів, стадіальність розвитку водних екосистем. Врахування перерахованих гідроморфологічних факторів в цьому більш широкому розумінні дає можливість проаналізувати закономірності розвитку водних екосистем на більш високому рівні, розширити уявлення про їх індивідуальні і загальні особливості.

Гідроморфологічні показники необхідно враховувати не лише при оцінці певних абіотичних факторів і умов, а й при визначенні меж і структурно-функціональних особливостей екосистем різного рангу, їх районуванні і типізації, зонуванні і періодизації їх розвитку, тобто там, де ці показники є визначальними [21]. На відміну від показників існуючих гідроморфологічних залежностей, які застосовуються на рівні мікрорельєфу, такі ж показники на рівні екосистем, чи їх структурних частин, будуть узагальненими, якісними, що не применшує їх значимість.

Наслідки утворення водосховища, особливо на рівнинній річці, визначаються не лише зміною гідродинамічних факторів і виникненням нового, невластивого річці, біому. Межі новоутвореної водної екосистеми і поділ її на окремі плеса, розподіл глибин і похилів рельєфу в їх межах, субстрат для формування біоти будуть визначатись протягом тривалого (сотні років) часу затопленими рельєфом і геологічною будовою річкової долини та її приток, гідроморфологічними процесами на контакті

літосфери і гідросфери [11]. Цей тривалий час необхідний для формування гетерогенної поверхні гідродинамічної і літодинамічної рівноваги на дні водосховища. Така поверхня вже сформувалася на дні морів і озер. Характерна ознака гетерогенної поверхні в озерах і морях – це єдиний плавний профіль в межах різних елементів рельєфу (рівнів, базисних поверхонь), кожен з яких має певні морфологію, будову, походження, висотні і глибинні відмітки, провідні гідро-морфогенетичні процеси та біоту. На водосховищах з причини їх молодості кожний рівень затопленого рельєфу (русло, заплава, тераси, схили долини) залежно від його положення стосовно рівня води у водосховищі відзначається особливим поєднанням провідних гідроморфологічних процесів (перш за все, процесів абразії, денудації та акумуляції) і структурно-функціональних елементів екосистем. Потрібен тривалий період для формування з цих окремих рівнів єдиної гетерогенної поверхні.

Обмін енергією і масою між водою і сушею диктує необхідність виділення і вивчення складних цілісних просторово-часових природно-технічних систем крупних водосховищ, які об'єднують власне водні екосистеми, берегові і плакорні екосистеми, вирішальна роль у формуванні яких належить впливу гідродинамічних і гідроморфологічних факторів і умов, як абіотичних. Берегові і плакорні екосистеми при такому підході можна розглядати і як перехідні – проміжні між власне сушею і водою, тобто як екотони [20, 22]. Подібний підхід до встановлення меж річкової екосистеми запропоновано в роботі [4], озерної екосистеми – в [7]. Слід зазначити, що перехідні елементи берегової зони в геоекології називають геотонами [3, 19].

Частини узбережжя водосховища, які омиваються під час заплесків води, та ті, що затоплюються, пропонується по аналогії з озерами, слідом за [4], називати еуліторальною екологічною зоною.

Оскільки берегова і плакорна екосистеми розвиваються під впливом водних мас водосховища і, водночас, впливають на його екологічний стан, то вони спільно утворюють водоохоронну зону водосховища [5], яка служить бар'єром на шляху забруднення акваторії і, водночас, місцем проведення як водо-, так і берегоохоронних заходів. В.М. Шмаков [7] вважає, що зона формування водної екосистеми співпадає з площею водозбору, тому її межею є вододіл річки чи водойми, причому розміри зони формування екосистеми значно впливають на стійкість її функціонування. Зазначимо, що розміри зони формування екосистеми змінюються з часом і вони будуть тим менші, чим на пізнішій стадії розвитку знаходиться ця екосистема.

Згідно з визначенням Ю. Одума [13], екосистема – це об'єднання живих організмів і навколишнього середовища, які характеризуються певною просторовою і часовою стабільністю і мають чітко функціонуючий внутрішній кругообіг речовин. Коли параметри функціонуючої екосистеми виходять за межі екологічної рівноваги, вона переходить в нову якість, еволюція її припиняється, утворюється нова

екосистема. Це відбувається, наприклад, при будівництві крупних водосховищ.

Аналіз результатів досліджень і основні висновки. Враховуючи викладене, пропонується розглядати крупні рівнинні водосховища як гетерогенні природно-технічні екосистеми, до складу яких входять взаємопов'язані під впливом водного середовища власне водні екосистеми та берегові і плакорні екосистеми як перехідні (екотони) між водою і сушею. Такими ж екотонами є гирла приток водосховища, мілководні зони, субліторaль, де різниці суміжних біотопів найбільші, а самі екотони відрізняються характерними лише для них біотопами.

У випадку з дніпровськими водосховищами, на думку гідроекологів, основну роль в зміні біоти Дніпра після зарегулювання стоку відіграв фактор послаблення динамічної активності водних мас [8]. Але це стосується лише таких параметрів, як проточність, водообмін, швидкість стокових течій і, як наслідок, зростання седиментації, покращення умов для розвитку фітопланктону.

Водночас, з'явились нові, або ж посилились існуючі гідроморфологічні фактори, зв'язані з підвищенням загального базису ерозії, які призвели до активізації існуючих (ерозія) і виникнення нових (абразія) процесів внутрішньоводоймної динаміки, підтоплення і затоплення прибережних земель, пенепленізації рельєфу вище цього базису ерозії та активізації процесів розмиву і акумуляції в межах берегових схилів і відмілин, седиментації автохтонного матеріалу в пониженнях ложа, посилення змучування.

Все це змінило умови формування і розвитку біоти водосховищ, яка змушена була пристосовуватись до нового гідроморфологічного режиму і літодинамічних умов. Найбільш яскраво це проявилось у формуванні літоральних ландшафтів вищої водяної рослинності і фітопланктону на мілководдях і берегових відмілинах, бентосних організмів на різних типах донних ґрунтів на глибоководдях, ерозійно-денудаційних ландшафтів на ділянках прибережних земель [11, 12, 21, 23].

В рамках гідроморфологічного підходу до вивчення гідроекосистем розширюються просторові межі аналізу абіотичних умов середовища за рахунок берегових і плакорних зон, які прилягають до водосховища, впливають на його біоту та зазнають впливу водних мас. Прибережні території виступають як природний фільтр для перехоплення забруднень і при належному водоохоронному інженерному і біотехнічному впорядкуванні перетворюються в засіб охорони води, утворюючи водоохоронну зону водосховища. Враховуючи, що водоохоронна зона зазнає значних забруднень і антропогенних навантажень, вона водночас стає не лише засобом, але і об'єктом охорони.

Розширюються також можливості прогнозування і моделювання водних і берегових екосистем водосховищ на більш тривалі періоди часу, що важливо для перспективного господарського освоєння прибережних і

берегових територій та акваторій. З цією метою можна задіяти стохастичні методи, врахувати інерційність і спрямованість процесів.

Водоохоронна зона р. Дніпро, як складова частина водно-технічної системи дніпровських водосховищ, входить до комплексної басейнової в межах р. Дніпро системи водоохоронних заходів, що регулюють якість води у водних об'єктах і забезпечують їх належний екологічний стан.

Враховуючи викладене, доцільно виділити в складі гідрології еколого-гідроморфологічний науково-прикладний напрям, що вивчає вплив гідроморфологічних процесів і явищ на функціонування геоекосистем водосховищ, їх екологічний і природно-технічний стан. Еколого-гідроморфологічні дослідження виконуються в тісному взаємозв'язку з еколого-гідрологічними і спрямовані на аналіз екологічно важливих гідро- і морфологічних чинників і умов.

З іншого боку, еколого-гідроморфологічний напрямок є містком між гідроекологією та геоекологією, за допомогою якого можна буде застосувати підходи і результати геоекологічних досліджень для: екосистемного обґрунтування раціонального використання водних та інших ресурсів водосховищ; забезпечення нормального функціонування їх екосистем; об'єктивної оцінки впливу інженерно-технічних рішень і заходів на екосистеми водосховищ; управління станом берегових і водних екосистем (екологічний менеджмент) за допомогою інженерного і біотехнічного впорядкування ложа і берегів водойм та прибережних територій.

Застосування еколого-гідроморфологічного підходу до водосховищ Дніпровського каскаду [12, 21, 22] показало його актуальність, розширило можливості оцінки стану екосистем водосховищ та їх впливу на довкілля, сприяло вирішенню ряду важливих науково-технічних проблем, пов'язаних з освоєнням акваторій і прибережних територій окремих ділянок дніпровських водосховищ.

В якості методу еколого-гідроморфологічних досліджень великих рівнинних водосховищ пропонується їх еколого-гідроморфологічний аналіз, який включає послідовне вирішення наступних задач:

1. Ідентифікацію водосховища як природно-технічної екосистеми.
2. Визначення просторових меж і структури екосистеми водосховища на основі її еколого-гідроморфологічного районування.
3. Встановлення ролі стаціонарних (гідрологічних) і нестаціонарних (геоморфологічних і біологічних) процесів у розвитку екосистеми водосховища та оцінка їх впливу на екологічний стан водосховища і якість води в ньому.
4. Оцінка факторів, що визначають екологічний стан прибережної смуги (водоохоронної зони) водосховища.
5. Розробка підходів до управління станом екосистеми водосховища шляхом: регулювання попусків ГЕС та режиму їх наповнення і спрацювання; проведення гідротехнічних і біотехнічних заходів на акваторіях і прибережних територіях та створення прибережних захисних

смуг і водоохоронних зон; впровадження активних, в т.ч. біотехнічних засобів захисту берегів від хвильової абразії і лінійної ерозії; захист прибережних територій від затоплення і підтоплення.

6. Організація еколого-гідроморфологічного моніторингу водосховищ.

Для апробації методології еколого-гідроморфологічного аналізу виконані під керівництвом і за участю автора дослідження дніпровських та інших водосховищ України, розроблені і запроваджені: методика еколого-гідроморфологічного структурування та районування водосховищ і їх прибережних територій, пропозиції щодо захисту акваторій і берегових територій від забруднення, руйнування берегів і ложа, підтоплення і затоплення прибережних земель, встановлення і впорядкування водоохоронних зон, які включено в Національну програму оздоровлення Дніпра (1997 р.), Програму розвитку водного господарства України (2002 р.), Правила експлуатації Дніпровських водосховищ (2003 р.), в Рекомендації по впорядкуванню дніпровських водосховищ (1999 р.). Розроблені і опубліковані концепції: реорганізації фонового моніторингу на еколого-гідроморфологічній основі, освоєння акваторії і прирічкових територій верхніх ділянок Київського, Канівського і Кременчуцького водосховищ.

Список літератури

1. Прогноз экологических условий в бассейне Волги в святи с территориальным перераспределением водных ресурсов / Авакян А.Б., Корнилов Б.А., Литвинов А.С., Яковлев В.Н. // Вод. ресурсы. – 1986. - №5. – С.122-127. **2.** Дубнияк С.А. Организация и проведение мероприятий по улучшению природно-технического состояния и благоустройству водохранилищ / С.А.Дубняк, И.Н.Крынько. – К.: ВИПК Минводхоза СССР, 1986. – 87 с. **3.** Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології : підручник / М.Д. Гродзинський. – К.: Либідь, 1993. – 224 с. **4.** Романенко В.Д. Основи гідроекології : підручник / В.Д. Романенко. – К. : Обереги, 2001. – 728 с. **5.** Дубняк С.А. Основы составления схем улучшения технического состояния и благоустройства водохранилищ и их прибрежных водоохранных зон. – Экспресс-информация /С.А. Дубняк // ЦБНТИ Минводхоза СССР. – 1983. – Сер.4, вып.2. – С.1-8. **6.** Дубняк С.А. Геодинамическое районирование берегов водохранилищ / С.А. Дубняк // Тезисы докл. Всесоюзн. научно-техн. совещания по динамике берегов водохранилищ, их охране и рациональному использованию. Кн.2. – Черкассы, 1979. – С.12-18. **7.** Яцык А.В. Гидроэкология / А.В. Яцык, В.М.Шмаков. – К.: Урожай, 1992. – 192 с. **8.** Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины / В.М. Тимченко. – К. : Наук. думка, 2006. – 383 с. **9.** Тимченко В.М. Экологическая гидрология: предмет, задачи, методы, опыт исследований в Украине / В.М. Тимченко.// Гидробиол. журн. – 1993. – 29, № 4. – С.3-15. **10.** Фащевский Б.В. Основы экологической гидрологии / Б.В. Фащевский. – Минск: Экоинвест, 1996. – 240 с. **11.** Дубняк С.С. Эколого-гидрологический подход к определению границ мелководий на водохранилищах / С.С. Дубняк // Гидробиол. журн., 1996. – 32. – №5. – С.102-107. **12.** Дубняк С.С. Аналіз еколого-гідроморфологічних наслідків часткового спрацювання (приспуску) Канівського і Кременчуцького водосховищ / С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.12. – С.41-50. **13.**Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 742 с. **14.** Одум Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 328 с., Т.2. – 376 с. **15.** Поддубный А.Г. Использование результатов экологического районирования водоема в практике народного хозяйства /А.Г. Поддубный //Тр. Ин-та

биологии внутр.вод. – 1990. – Вып.62 (65). – С.145-164. **16.** Адаменко О.М. Основы экологической геологии (на примере экзогеодинамических процессов Карпатского региона Украины) / О.М. Адаменко, Г.И. Рудько. – К. : Манускрипт, 1995. – 211 с. **17.** Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П. Ковальчук. – Львів: Заповіт, 1997. – 438 с. **18.** Зимбалевская Л.Н. Структура и сукцесии литоральных биоценозов днепровских водохранилищ / Зимбалевская Л.Н., Плигин Ю.В., Хороших Л.А.. – К.: Наук.думка, 1987. – 204 с. **19.** Мельник М.М. Структурування берегової зони великих рівнинних водосховищ для встановлення її водоохоронного режиму / М.М.Мельник, В.М. Самойленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т.5. – С.364-376. **20.** Дубняк С.С. Аналіз існуючих підходів до районування водосховищ та пропозиції по його удосконаленню / С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С.295-302. **21.** Дубняк С.С. Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ / С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.10. – С.20-35. **22.** Дубняк С.С. Оцінка водного режиму і пропускної здатності верхньої ділянки Канівського водосховища в умовах інтенсивної урбанізації / С.С. Дубняк // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2004. – Т.6. – С.145-158. **23.** Dubnyak S. Ecological role of hydrodynamic processes in the Dnieper reservoirs / Dubnyak S., Timchenko V. // Ecological Engineering. – 2000. – N 16. – P.181-188. **24.** Conceptual background // Ecohydrology: a new paradigm for the sustainable use of aquatic resources / Zalewski M., Janauer G.A., Jolankai G. – Paris: Int. Progr. UNESCO, 1997. – Technical Document in Hydrology 7.

Методологічні основи еколого-гідроморфологічного аналізу екосистем великих рівнинних водосховищ

Дубняк С.С.

Сформульовані основи еколого-гідроморфологічного аналізу процесів і явищ, що визначають функціонування екосистем водосховищ, їх екологічний і природно-технічний стан. Еколого-гідроморфологічні дослідження пропонується виконувати в тісному взаємозв'язку з еколого-гідрологічними з метою обгрунтування екосистемного використання водних та інших ресурсів водосховищ, управління станом водних і берегових екосистем.

Методологические основы эколого-гидроморфологического анализа экосистем крупных равнинных водохранилищ

Дубняк С.С.

Сформулированы основы эколого-гидроморфологического анализа процессов и явлений, определяющих функционирование экосистем водохранилищ, их экологическое и природно-техническое состояние. Эколого-гидроморфологические исследования предлагается выполнять в тесной взаимосвязи с эколого-гидрологическими с целью обоснования экосистемного использования водных и других ресурсов водохранилищ, управления состоянием водных и береговых экосистем.

Methodological bases of ecohydromorphological analysis of large flat reservoir ecosystem

Dubnyak S.S.

The basis of ecohydromorphological analysis of large flat reservoir ecosystem is formulated. Ecohydromorphological researches are offered to be carried out in close interrelation with ecohydrological researches for substantiation of ecosystem use of water and other reservoir resources, and also for management of water and coastal ecosystem state.

УДК 556.16:519.711.3

ПИТАННЯ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ В ГІДРОЛОГІЇ

Лук'янець О.І.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

***Ключові слова**: моделі, моделювання, математичні моделі формування стоку, прогноз режима стоку води*

Актуальність питання. Застосування математики в науках про Землю засновано на понятті математичної моделі. Математичне моделювання стало не тільки апаратом дослідження фізичних процесів на водозборі та в руслі, але й отримало практичну направленість. Гідрологічні прогнози – одна з галузей гідрології, де широко використовувалися і використовуються методи прикладної математики. Подальший розвиток методів прогнозування водного режиму річок важко собі уявити без використання математичних моделей, тому що можливості простих аналітичних або графічних залежностей дуже обмежена. Це обумовило розширення досліджень по розробці математичних моделей процесів формування стоку, які дозволяють побудувати уніфіковані алгоритми розрахунку різних елементів водного режиму, автоматизувати процеси обробки досить великих об'ємів інформації та випуску прогнозу. На теперішній час накопичено певний досвід реалізації математичних моделей у цілях прогнозування. Адекватне природі повноцінне математичне моделювання – це науковий прорив до нових можливостей у гідрології.

Попередні дослідження. Незважаючи на те, що математичні методи в гідрології використовуються дуже давно, математичне моделювання як сформований напрям визначився лише у 70-80 роки минулого століття, коли з'явилися можливості опрацьовувати великі об'єми інформації за допомогою обчислювальних машин. За цей короткий час у різних країнах запропоновано велика кількість моделей. Багато з них не пройшли перевірку часом, але є такі, які дали позитивні результати. Не випадково Всесвітня метеорологічна організація здійснила два проекти по взаємному порівнянню моделей формування дощового та талого стоку (1968-74 та 1984-87 рр.). Як й очікувалось, проекти не змогли виділити будь-яку модель, яка давала б найкращі результати у різних фізико-географічних умовах при недостатньої освітлюваності даними. Більш того, в деяких випадках прості моделі не поступалися більш складним [3].

Однією з перших теоретичних схем формування схилового стоку – генетична формула стоку М.А.Великанова – найбільш послідовно і часто застосовувалася при розробці методів прогнозування. Теоретичні дослідження формування зливового стоку, водного балансу річкових водозборів, процесів поглинання талих та дощових вод у річкових

басейнах, переміщення паводкових хвиль у руслі заклали основу кількісних методів прогнозування водного режиму.

Незважаючи на істотні досягнення у дослідженні фізичних закономірностей формування стоку, у практичних методах гідрологічних розрахунків і прогнозів приходиться використовувати різні схематизації реальних процесів. У першу чергу це можна пояснити локальністю гідрологічних процесів і, як слід, значною залежністю особливостей розвитку процесів на водозборі від великої кількості гідрофізичних характеристик підстильної поверхні, які сильно змінюються по території [6].

Моделювання та моделі. Математична модель і математичне моделювання – поняття, які настільки розширили своє місцеположення у сучасній науці, що змінили свою чисто методологічну сутність майже на світогляд. Дійсно, застосування математики для опису природи засновано на використанні математичних моделей, а сучасна математична фізика – це теорія математичних моделей фізичних явищ. Тому застосування методів математики до природних наук, у тому числі й до гідрології, побудовано виключно на математичному моделюванні.

Поняттю «моделювання» можна дати декілька визначень.

Моделювання – це *дослідження* реально існуючих природних об'єктів, явищ та процесів, які мають відношення, у нашому випадку, до кола проблем, що входять до області інтересів гідрології.

Моделювання – це *спосіб опису* об'єктів, явищ та процесів, який передбачає найбільше наближення до реальної дійсності з врахуванням всіх вихідних обставин.

Моделювання – це не просто найбільш повноцінне дослідження та опис, але одночасно *процес конструювання* конкретної моделі, *її реалізація та використання* на таких же конкретних об'єктах.

Тепер слід дати визначення поняттю «модель». Отже, модель – відображена реальність. Модель – це щось відповідне до оригіналу. Модель – спрощене схематичне уявлення про природні явища та процеси. Модель – це відповідним чином організоване знання.

В залежності від завдань та особливостей змістових моделей є різні варіанти їх використання – фізичне моделювання, графічне моделювання, моделювання у природі «in situ» (у місці знаходження), математичне моделювання. У гідрології в основному використовують математичні моделі. Залучення інших варіантів моделювання у вирішенні деяких завдань гідрології може бути досить корисним, а спільне використання різних методологічних засобів у необхідних випадках – дуже потужна дослідницька зброя.

Принципи проектування математичних моделей формування стоку. Математична модель – наближений опис природних явищ та процесів, який відображено за допомогою математичних правил і математичної символіки. Математичне моделювання – спосіб опису природних явищ та процесів, який ґрунтується на застосуванні

математичних моделей [1]. При проектуванні математичних моделей формування стоку і для отримання працездатної моделюючої системи необхідно дотримуватися таких основних принципів:

I. Модель повинна бути адекватна до природи., що вимагає ретельного перегляду наших знань про систему гідрометеорологічних процесів, об'єднаних під назвою «процеси формування стоку». Досвід моделювання показав, що часто відсутня кількісна інформація про умови, процеси та явища, про які гідрологи мають поверхові або тільки якісні уявлення. Крім цього, про формування стоку та його особливості у різних фізико-географічних умовах і процеси, які його супроводжують, часто маємо викривлені або навіть невірні уявлення.

II. Гідрологічна сутність розглядаємих явищ повинна стояти на першому місті щодо застосованого математичного апарату.

III. Досягнення рівноваги між простотою та складністю при проектуванні моделі. Іноді поєднання детальних підмоделей часткових процесів в єдину систему приводить до «провалу». А надзвичайне спрощення – до повної втрати ефективності від застосування методології математичного моделювання.

IV. Модель повинна бути зорієнтована на реально існуючу вихідну інформацію

V. Систематизація параметрів моделі, які відображають об'єктивні фізичні характеристики водозборів. Без цих параметрів не можна вважати моделі фізично обґрунтованими.

VI. Завжди повинно бути підготовлені рекомендації по використанню моделюючої системи, що може бути допомогою можливому користувачеві та дисциплінує розробника.

Всі перелічені принципи дуже важливі. Тільки їх повне урахування може привести до бажаного результату – отриманню працездатної моделюючої системи. Сучасне математичне моделювання може вирішити будь-які традиційні та багато нових завдань гідрології. Це вивчення процесів формування стоку за допомогою моделі, включаючи різного роду експерименти, й чисто прикладні завдання – отримання гідрографів стоку з вивчених та невивчених басейнів, прогнозна оцінка змін стоку під впливом клімату, оперативні прогнози (короткострокові, довготермінові) для різних фаз режиму стоку. Моделі дозволяють одночасно отримати інформацію об елементах водного балансу (опади, випаровування, стік), про змінність стану певних показників у різних точках басейну, наприклад, запасів води у снігові, вологості ґрунту тощо. Тому в сучасній гідрології найбільше розповсюдження отримали детерміновані, концептуальні, динамічні моделі формування стоку з розподіленими параметрами [4].

Основні проблеми математичного моделювання у завданнях прогнозування стоку. Специфіка гідрологічного прогнозування пред'являє певні вимоги до математичних моделей. Досвід математичного моделювання показав, що недостатньо побудувати модель, нехай навіть

добре обґрунтовану фізично [7].

При опису процесів формування стоку необхідно, з одного боку, як можна більш детально описати ці процеси, а з другого – забезпечити практичну адаптацію та реалізацію моделей в автоматизованих прогностичних системах, що є однією з центральних проблем математичного моделювання. В результаті компромісу між цими двома підходами виникає та чи інша модель, тобто ці обставини істотно обмежують спектр моделей, які можна застосовувати у практиці гідрологічного прогнозування. Особливо це важливо у завданнях, які пов'язані з прогнозуванням режиму річок, коли гідрометеорологічна інформація дуже обмежена, її точність невисока, а вимоги до точності прогнозів достатньо жорсткі.

При виборі структури математичної моделі оптимального рішення можна досягнути завдяки розробці комплексу моделей (підмоделей), у яких максимально враховуються найбільш характерні процеси для типових елементів водозбору та більш «грубо» описуються найменш суттєві процеси. Ступінь схематизації моделі залежить не тільки від особливостей формування стоку, але й від інформаційного забезпечення та особливостей поставлених завдань. Інформація про характеристики водозбору і гідрометеорологічні стокоформуючі процеси, які на ньому відбуваються, при рішенні гідрологічних завдань змінюються у широких межах. Лише деякі з них можна виміряти у принципі. Інформація ж математичної моделі складається з апріорної інформації, яка включена в структуру моделі та інформації, яка вміщується в параметрах моделі. Всі вони визначаються із спостережень за конкретним об'єктом або явищем. Все це потребує оцінки інформації, яку ми маємо, та можливостей для побудови математичних моделей у кожному конкретному випадку. Тому у математичному моделюванні для потреб прогнозування проблема схематизації реальних процесів для водозбору є досить важливою. У процесі побудови моделюючої прогностичної системи проводяться порівняльні розрахунки, які наближені до оперативних умов, з використанням різних моделей (підмоделей) і на основі аналізу отриманих результатів робиться остаточний вибір.

Рішення завдань, які пов'язані з гідрологічними прогнозами, залежать від майбутніх метеорологічних умов, які невідомі на момент випуску прогнозів. Тому істотний вплив на розвиток методів гідрологічних прогнозів має прогрес в області прогнозів погоди. Якщо раніше метеорологічні прогнози практично не використовувалися або використовувалися лише для якісних оцінок, в сучасних методах гідрологічного прогнозу, який ґрунтується на математичному моделюванні, деякі прогнози погоди включаються або вже залучені у розрахункових схемах прогностичних систем.

Висновки. Як основа для створення методів гідрологічних розрахунків та прогнозів нового покоління повинно слугувати математичне моделювання. Для того, щоб успішно моделювати, слід дуже

добре знати об’єкт дослідження та моделювання – це процеси формування стоку. Таким чином, проблема – у методологічних аспектах моделювання, тому що моделювати одне й теж явище можна по різному.

Тепер, як результат обчислень, можна отримати величезні масиви цифр або будь-які графічні побудови, не виключаючи при цьому істотної частини своїх методів і підходів. Суть проблеми, насамперед, у приході нового розуміння, світогляду, нових складних моделей, сама можливість появи яких є природнім наслідком приходу епохи комп’ютерів.

Список літератури

1. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока / Ю.Б. Виноградов. – Л. : Гидрометеоиздат, 1988. - 312 с. **2.** Грушевский М.С. О математическом моделировании процесса формирования речного стока / М.С. Грушевский // Тр.ГГИ. –1973. – Вып. 211. – С. 3-59. **3.** Корень В.И. Математические модели в прогнозах речного стока / В.И. Корень. – Л. : Гидрометеоиздат, 1991. – 200 с. **4.** Лук’янець О.І. Математичне моделювання в гідрометеорології як фактор наукового пізнання / О.І. Лук′янець. – К.:Ніка-Центр, 2005. – 40 с. **5.** Попов Е.Г. Вопросы теории и практики прогнозов речного стока/ Е.Г. Попов. – Л. : Гидрометеоиздат. – 1983. – 396 с. **6.** Применение математических моделей в задачах расчета и прогноза дождевого стока (методическое руководство) / Соседко М., Димитров Д., Кочелаба Е., Янков В. – София-Киев, 1990. – 118 с. **7.** Сусідко М.М. Математичне моделювання процесів формування стоку як основа прогностичних систем / М.М. Сусідко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С.32-40.

Питання моделювання та прогнозування в гідрології

Лук'янець О.І.

Показано значення математичного моделювання як загальнонаукового метода пізнання і дослідження. Розглянуті основні задачі математичного моделювання процесів формування стоку води на сучасному етапі розвитку гідрології, системний підхід до його використання в гідрологічних прогнозах.

Вопросы моделирования и прогнозирования в гидрологии

Лукьянец О.И.

Показано значение математического моделирования как общенаучного метода познания и исследования. Рассмотрены основные задачи математического моделирования процессов формирования стоку воды на современному этапе развития гидрологии, системный подход к его использованию в гидрологических прогнозах.

Modelling and forecasting questions in the hydrology

Lukyanets O.I.

Value of mathematical modeling as general scientific method of knowledge and research is shown. The primary problems of mathematical modeling of processes of water flow formation on the modern stage of hydrology development, the system approach to its use in hydrological forecasts are considered.

УДК 556.16+556.06+519.711.3

УЗАГАЛЬНЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ДОЩОВОГО СТОКУ НА ПРИКЛАДІ МАЛИХ ВОДОЗБОРІВ БАСЕЙНУ ДНІСТРА

Приймаченко Н.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *математиче моделювання, ландшафтні умови, залежність параметрів*

Актуальність теми дослідження. Методи розрахунку максимальних витрат і об'ємів паводків певної ймовірності перевищення постають як розрахунок гідрографів цих паводків. За наявності гідрографів є можливість оцінити всі характеристики стоку води.

Методичні підходи, що застосовуються на практиці при проектуванні водогосподарських споруд, у тому числі й згідно з рекомендаціями СНиП 2.01.14-83, не позбавлені недоліків. Найперше, що ці методики базуються лише на використанні результатів гідрологічних спостережень, тобто даних про стік води. Таким чином оцінки гідрологічних характеристик зводяться до їх інтерполяції тим чи іншим способом між суміжними водозборами чи шляхом обчислення за аналогією. В наш час існує нагальна потреба більш точного визначення залежностей стокових характеристик від фізико-географічних умов формування паводків, чому й присвячена дана робота.

Аналіз попередніх досліджень. Вивчення умов формування паводків в залежності від природних факторів і розробкою рекомендацій по вивченню їх характеристик (як для вивчених так і для невивчених територій) проводилось вченими УкрНДГМІ – Сусідко М.М., Лук'янець О.І., Масловою Т.В.. В багатьох дослідженнях великої уваги приділено вирішенню цих проблем, ряд отриманих характеристик доведений до практичного використання [1-5, 7, 11, 12].

Мета проведених досліджень. Визначення чітких залежностей параметрів математичної моделі формування стоку від ландшафтних особливостей високогірних водозборів басейну Дністра.

Методика досліджень. Досвід математичного моделювання процесів формування дощового стоку, критичний аналіз стокових даних на основі нових досліджень цих процесів створили передумови для розроблення методичних засад, які більш повно відповідають можливостям розрахунку для невивчених у гідрологічному відношенні водозборів.

Для обчислення стоку дощових паводків досить поширено застосування регіональних формул. При цьому в основі рекомендацій із визначення максимальних витрат води застосовується залежність модуля стоку від площі водозбору. Ця залежність відображає зменшення значення

модуля зі збільшенням площі річкового басейну, тобто його редукція. Хоча перевірка точності співпадіння розрахованих максимальних витрат з фактичними даними показує добру відповідність, це не є достатньою оцінкою редукційного методу, оскільки враховуються лише характеристики на поблизу розташованих водозборах, отримані статистичним методом. Тим самим обмежені можливості застосування цього методу для невивчених водозборів.

Більш широке застосування оцінки гідрологічних характеристик можливе лише на основі математичного моделювання процесів формування дощового стоку. Нижче описана методика оцінювання максимальних витрат води і об'ємів стоку на гірських водозборах на таких засадах. Вона включає для моделювання гідрографа паводка заданої ймовірності перевищення три комплекси показників, які відносяться до певного водозбору:

- кількість опадів заданої ймовірності перевищення,
- розподіл опадів по розрахунковим проміжкам часу,
- параметри математичної моделі формування дощового паводку.

Виклад основного матеріалу. *Значущість процесів формування дощового стоку на гірських водозборах.* При створенні методики необхідно визначити необхідну точність оцінки параметрів моделі і звернути увагу на більш детальне дослідження тих процесів стоку, які є визначальними при різних гідрометеорологічних ситуаціях, що складаються на водозборі. Вирішення такої задачі здійснено шляхом чисельних експериментів на фактичних даних спостережень.

Застосування математичного моделювання в практичній гідрології висуває ряд проблем. Однією з них, як відомо, є оцінювання параметрів моделей. При цьому важливо не тільки досягнення прийнятного кінцевого результату, тобто одержання розрахованих гідрографів, близьких до спостережених, але й встановлення достовірних, фізично обґрунтованих значень параметрів. Через відсутність ряду важливих даних про будову водозбору при моделюванні перебігу стоку водозбір доводиться розглядати як систему, окремі властивості якої відомі лише приблизно. Ця обставина, а також неточність просторових значень вхідної гідрометеорологічної інформації змушують дослідника застосовувати для ідентифікації параметрів моделі стоку оптимізаційні процедури, що може привести до одержання неоднозначних рішень.

Важливо при цьому мати уявлення про відносну значущість окремих процесів у формуванні стоку води, а тим самим приділяти увагу точності оцінювання відповідних модельних параметрів. Таке питання розглянуто на прикладі математичної моделі формування дощового стоку, яка застосовується в басейнових прогностичних системах Карпатського регіону [6, 8, 10] шляхом чисельних експериментів на даних фактичних спостережень.

Відповідно до засад математичної моделі формування дощового стоку - перебіг стоку води в замикальному створі водозбору $Q(t)$ визначається

чотирма складовими – поверхневим $Q_1(t)$, підповерхневим $Q_2(t)$, підґрунтовим $Q_3(t)$ водоутвореннями та виснаженням $Q_R(t)$ запасів води, які накопичилися в річковій мережі до початку розрахункового періоду (за $t = 0$):

$$Q(t) = Q_1(t) + Q_2(t) + Q_3(t) + Q_R(t). \quad (1)$$

Питома вага цих складових залежить від інтенсивності опадів під час дощових паводків, змінюючись у значних межах. Це особливо помітно при порівнянні об'ємів поверхневого та підповерхневого стоку (табл. 1).

Таблиця 1. **Частка видів стоку за дощових паводків різної висоти**

Види стоку	Питома вага стоку (%) при паводках відповідної ймовірності		
	Високі (2-5%)	Середні (20-30%)	Низькі (40-60%)
Поверхневий	60	24	6
Підповерхневий	38	75	84
Підгрунтовий	2	1	10

Вагомість процесів формування дощового стоку. Розглядається вплив лише тих параметрів, що визначають процеси водоутворення і втрати дощової води, тобто входять у воднобалансові співвідношення. У даному випадку немає потреби аналізувати неточності розрахунку ходу стоку, що виникають за рахунок зміни параметрів функцій впливу, оскільки встановлення останніх є досить простим рішенням, що не представляє якої-небудь складності в методичному і практичному плані.

Зміна параметрів K_1 і K_2, закладених у рівнянні для розрахунку випаровування з поверхні водозбору, у загальному несуттєво впливає на точність розрахунку гідрографа - середні погрішності складають 4-5% при низьких і 1-1,5% при високих паводках. Це пов'язано з тим, що в умовах Карпат паводкоутворюючі дощі обумовлені переміщенням фронтальних розділів. У ці періоди дощі охоплюють велику територію, інтенсивність їх висока, спостерігаються порівняно низькі температури повітря, висока вологість повітря, і випар знижується до 0,1–0,2 мм/добу. Неточність задання цих параметрів може позначатися на початку паводка за рахунок похибок у розрахунку попереднього зволоження водозбору.

Параметри K_3 і W_m входять у вирази моделі для розрахунку дефіциту вологості ґрунту, інтенсивності інфільтрації, підповерхневого водоутворення, затримки вологи в ґрунті. Відношенням цих параметрів (W_m / K_3) визначається максимальна інтенсивність підповерхневого водоутворення. Значення W_m / K_3 на карпатських водозборах досягає 4-5 мм/3 години. Отже, похибки в завданні цих параметрів помітно впливають на точність розрахунку стоку.

При заниженні значення K_3 більше води приходиться на інфільтрацію і поповнення запасів вологи в ґрунті. У результаті такого завищення інтенсивності підповерхневого і зниження поверхневого стоку розраховані

витрати води виявляються більш низькими на підйомі і піку паводка, тоді як на спаді відбувається більш високий стік відносно фактичного.

Якщо ж значення коефіцієнта K_3 завищене в порівнянні з оптимальним, то при розрахунку зменшується інтенсивність інфільтрації і відповідно збільшується частка поверхневого стоку. На величину підповерхневого стоку така зміна K_3 впливає подвійно. Його розрахункова інтенсивність у більшості випадків зменшується, однак при відсутності поверхневого стоку може відбуватися також і збільшення за рахунок зниження втрат на поповнення запасів ґрунтової вологи.

Параметр W_m є характеристикою максимально можливих запасів води в підповерхневому шарі. При його заниженні зменшуються розраховані величини інтенсивності інфільтрації і підповерхневого стоку. Така зміна позначається на співвідношенні величин поверхневого і підповерхневого стоку по-різному і залежить від рівня поля опадів. При інтенсивних опадах відбувається перерозподіл водоутворення у бік збільшення розрахованих величин поверхневого стоку за рахунок зменшення підповерхневого. При помірній і слабкій інтенсивності опадів інтенсивність підповерхневого стоку збільшується, тому що зменшуються втрати на поповнення запасів вологи в ґрунті. Завищення параметра W_m приводить до зворотної картини, у результаті чого перебільшується обсяг води на поповнення запасів ґрунтової вологи. Розрахований гідрограф спотворюється в першому випадку за рахунок завищення пікової частини, а в другому - у період спаду.

Зміна параметра K_5, що визначає інтенсивність виснаження запасів води з водозбору й у такий спосіб його зволоженість, відбивається в основному на величині підповерхневого стоку. При заниженні K_5 процес виснаження сповільнюється, зволоженість більш тривалий час підтримується на високому рівні, збільшується розрахункова інтенсивність підповерхневого стоку, а відповідно і загального стоку. Оскільки розрахункова інтенсивність поверхневого стоку слабко змінюється, вплив параметра K_5 більш відчутно під час паводків середньої і низької висоти (похибки розрахунку стоку до 10-22%).

Вплив зміни коефіцієнту фільтрації i_0 позначається на точності розрахунку гідрографів низьких паводків, коли ґрунтовий стік має більш значну питому вагу в загальному обсязі. Відносні погрішності розрахунку можуть досягати при цьому 6-8%.

Інтенсивність виснаження запасів води, що знаходяться в русловій мережі басейну до початку розрахункового періоду, визначається параметром виснаження R. Ступінь впливу його зміни на точність розрахунку гідрографа залежить від величини початкових витрат води, а відносні погрішності визначаються також висотою паводка.

Вплив зміни показників діючої площі водозбору η і m на точність розрахунку гідрографа залежить від питомої ваги поверхневого стоку в загальному обсязі паводка. Природно, що цей вплив незначний при

низьких паводках. У наших експериментах для середніх і високих паводків відносні погрішності розрахунку гідрографа за рахунок зміни η і m досягали 20-38%. Обидва параметри визначають втрати води на поверхневе затримання, тому їхній вплив на кінцевий результат розрахунку знаходиться в прямій залежності від величини параметрів. У такий спосіб найбільш значно впливають (за винятком функцій впливу) на точність розрахунку гідрографа параметри K_3, W_m і η.

Аналіз чутливості моделі. Як свідчить аналіз чутливості моделі та її складових, відповідно до її структури та взаємозв'язку воднобалансових рішень, найбільш істотний вплив на кінцеві результати чинять функції впливу та параметри K_3, W_m, η. Від їхніх значень залежить інтенсивність основних втрат, розподіл стоку на поверхневу і підповерхневу складові та природній регулюючий вплив водозбору.

Параметри, W_m і K_3 визначають максимально можливу інтенсивність підповерхневого водоутворення, яка залежить від стану й особливостей водозбору, головним чином від пухкоуламкових відкладів і залісеності. Товщина пухкоуламкових відкладів переважно зменшується з висотою місцевості. Зі збільшенням залісеності водозбора понад 30-35 % підвищується значення W_m/K_3. Розрахунки шляхом моделювання та водобалансові оцінки показали, що на карпатських водозборах значення W_m/K_3 варіює в межах 4-5 мм/3 години.

Оцінювання оптимальних параметрів математичної моделі формування дощового стоку для малих водозборів басейна Дністра здійснювалося за гідрометеорологічними даними, що охоплюють паводки різної висоти, із застосуванням технології, яка базується на методі декомпозиції [9].

Узагальнення параметрів моделі має на меті використання її для розрахунку гідрографів стоку з водозборів, не вивчених у гідрологічному відношенні. При цьому врахована значущість параметрів моделі.

Залежність параметра W_m від висоти місцевості та залісеності зображено на рис. 1. В аналітичному вигляд вона подається так:

$$W_m = \begin{cases} 50{,}2 - 0{,}0072H, & f_л \le 30 \\ 55{,}0 - 0{,}0072H - 0{,}16f_л, & 30 < f_л \le 75 \\ 42{,}9 - 0{,}0072H, & f_л > 75 \end{cases} \qquad (2)$$

де: H – середня висота водозбору, м абс., $f_л$ – залісеність водозбору, %.

Параметр K_3 подається також в залежності від висоти й залісеності водозбору:

$$K_3 = \begin{cases} 7{,}53 - 0{,}0002H, & f_л \le 30 \\ 8{,}25 - 0{,}0002H - 0{,}024f_л, & 30 < f_л \le 75 \\ 6{,}44 - 0{,}0002H, & f_л > 75 \end{cases} \qquad (3)$$

Параметр кривої виснаження підповерхневого й підґрунтового стоку R залежить від площі водозбору F (за 3-годинний проміжок часу):

$$R = \begin{cases} 0{,}00015\,F + 0{,}825, & F \le 800 \\ 0{,}98\,, & F > 800 \end{cases} \qquad (4)$$

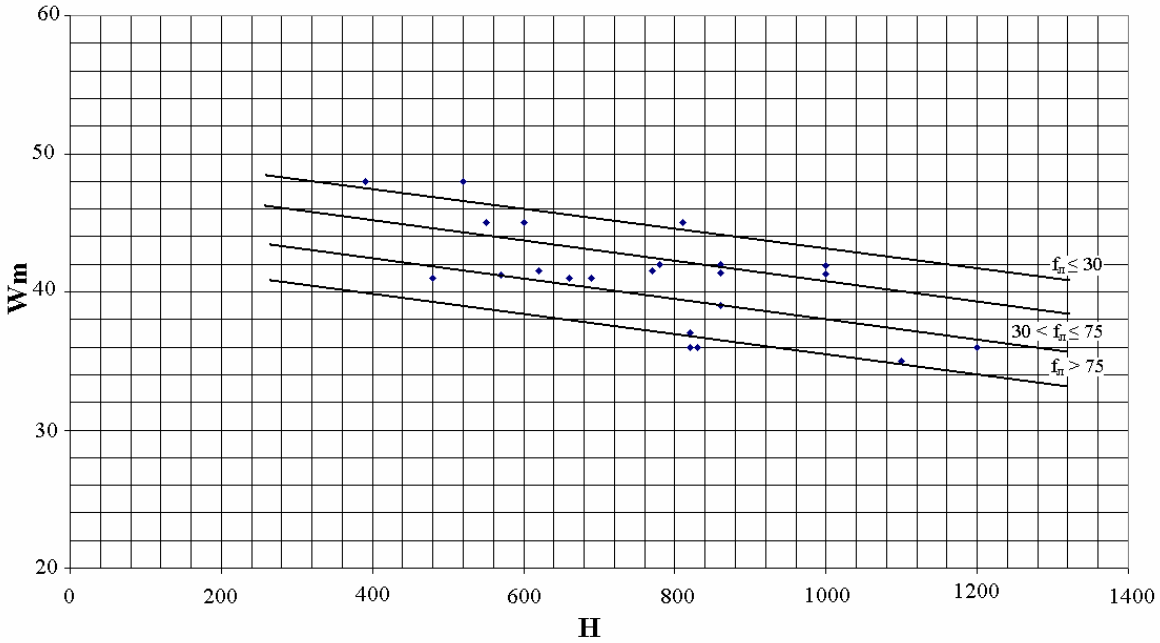


Рис. 1. **Залежність параметра W_m від висоти місцевості та залісеності**

Параметр η визначає відносну величину діючої площі водозбору і таким чином втрати води на поверхневе затримання. Значення цього параметра погоджується з коефіцієнтами стоку під час інтенсивних дощів. За наших розрахунків його оптимальне значення змінювалося в межах 0,50 – 0,90. При обчисленні дощового стоку з гірських водозборів басейну Дністра рекомендується використовувати залежність параметра η від середнього похилу водозбору I(м/км). Таким чином,

$$\eta = \begin{cases} 0{,}45 + 0{,}0015\,I, & I < 300 \\ 0{,}90\,, & I \ge 300 \end{cases} \qquad (5)$$

Форма функцій впливу визначається гідравлічними умовами переміщення водних мас по поверхні водозбору та в русловій мережі. У моделі Дощ-3 функції впливу подані гама-розподілом 3 параметрами τ_1, n_1(для поверхневого стоку) і τ_2, n_2 (для підповерхневого).

Аналіз зв'язку цих параметрів з морфометричними характеристиками показав залежність їх від площі водозбору F, його середнього похилу I (рис. 2) та середнього похилу річки I_p(м/км). Аналітичні вирази цих залежностей:

$$\tau_1 = \begin{cases} 1{,}58 - 0{,}018\,I_p, & I_p > 7{,}0 \\ 4{,}25 - 0{,}40\,I_p, & I_p \le 7{,}0; \end{cases} \qquad (6)$$

$$\tau_2 = \begin{cases} 4{,}34 - 0{,}02\,I_p, & I_p > 7{,}0 \\ 7{,}00 - 0{,}40\,I_p, & I_p \le 7{,}0; \end{cases} \qquad (7)$$

$$n_1 = \begin{cases} 0{,}0020F + 2{,}58, & I \le 100 \\ 0{,}0020F - 0{,}017\,I + 4{,}28, & 100 < I < 200; \\ 0{,}0020F + 0{,}88, & I \ge 200 \end{cases} \qquad (8)$$

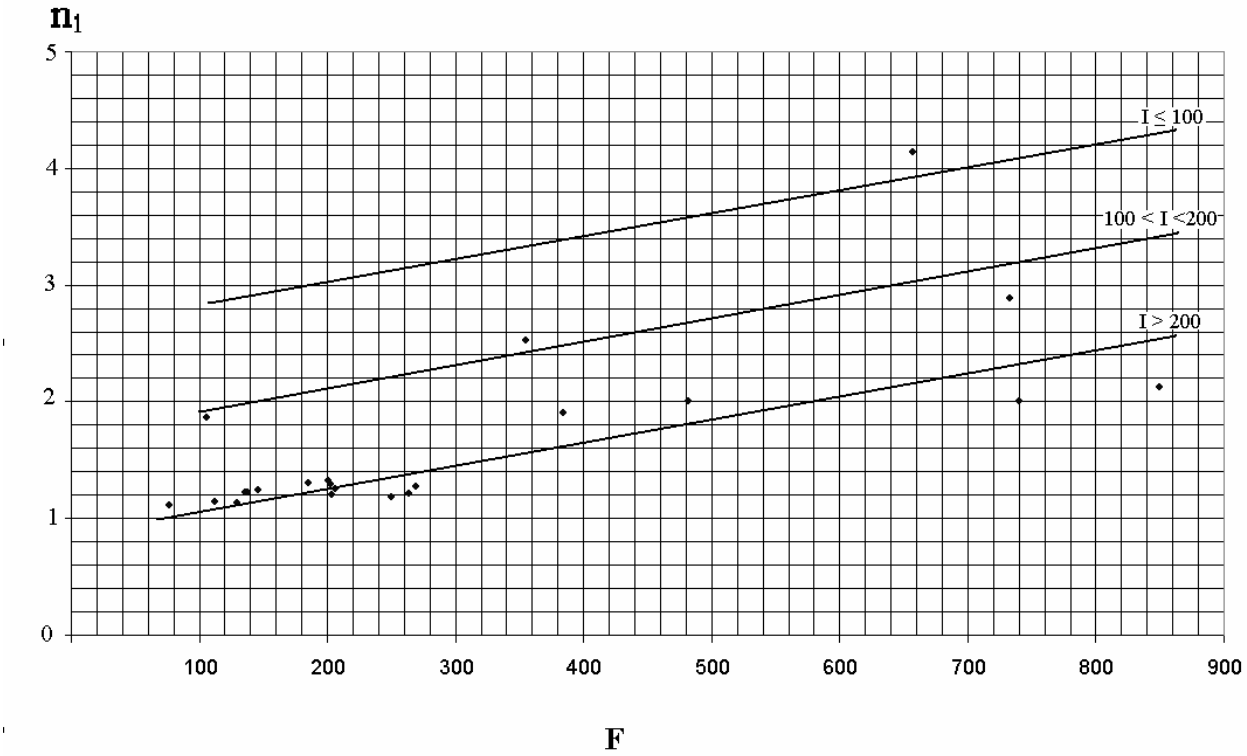


Рис. 2. **Аналіз зв'язку функції впливу з морфометричними характеристиками** (площею водозбору F, середнім похилом водозбору I)

$$n_2 = \begin{cases} 2{,}5n_1, & I \le 100 \\ 2{,}7n_2, & I > 100. \end{cases} \qquad (9)$$

Оцінки параметрів K_1, K_2, K_4, K_5 і m визначені як середні значення, отримані шляхом моделювання дощових паводків різної висоти.

У таблиці 2 подані узагальнені параметри моделі формування дощового стоку та посилання на їх аналітичні вирази в залежності від ландшафтних особливостей гірських водозборів.

Висновки. Отримані результати дозволяють говорити, що найбільш значно впливають (за винятком функцій впливу) на точність розрахунку гідрографа параметри K_3, W_m і η. Від їхньої величини залежить інтенсивність основних видів втрат, розподіл стоку на поверхневу і

Таблиця 2. **Узагальнені параметри моделі формування дощового стоку**

Параметри	Значення параметрів
K_1, мм· гПа$^{-1}$	0,024
K_2, мм· гПа$^{-1}$	0,009
K_3	Згідно з (3)
K_4, мм$^{-1}$	0,05
K_5, мм$^{-1}$	0,08
W_m, мм	Згідно з (2)
i_0, мм	0,15
R	Згідно з (4)
η	Згідно з (5)
m	0,050
τ_1	Згідно з (6)
τ_2	Згідно з (7)
n_1	Згідно з (8)
n_2	Згідно з (8 і 9)

підповерхневу складову. Найбільш істотний вплив на кінцеві результати робить точність поділу водоутворення по видах стоку й облік втрат на поверхневу затримку води. Однак при описі цих процесів виникають труднощі через відсутність досить переконливої апріорної інформації для завдання відповідних параметрів. Інші параметри моделі, що визначають інтенсивність випаровування, фільтрації, виснаження накопичених запасів води в річковій мережі і регулюючий вплив водозбору, можуть бути встановлені з достатнім ступенем точності на основі наявних даних гідрометеорлогічних спостережень.Шляхом чисельних експериментів проведено узагальнення параметрів математичної моделі формування дощового стоку на прикладі малих водозборів басейну Дністра. Отримані кількісні оцінки похибок обчислення гідрографів дощових паводків дають уявлення про значущість окремих параметрів моделі та процесів формування стоку води, які в ній описані. Визначено чіткі залежності параметрів моделі від фізико-географічних умов. В результаті узагальнення параметрів моделі відкриваються нові можливості для використання її при розрахунках гідрографів стоку з водозборів, не вивчених у гідрологічному відношенні.

Список літератури

1. Бышовец Л.Б. Русловая емкость малых рек Карпат и учет ее влияния на паводочный сток / Л.Б. Бышовец // Тр. УкрНИГМИ. – 1967. – Вып.69. – С. 94-104. **2.** Лук'нець О.І. Ландшафтні характеристики як основа оцінювання параметрів математичних моделей формування стоку води / О.І. Лук′янець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. - №5. – С. 78-84. **3.** Нежиховский Р.А. Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды / Р.А. Нежиховский. – Л. : Гидрометеоиздат, 1960. – 290 с. **4.** Приймаченко Н.В. Значущість процесів формування дощового стоку на гірських водозборах. / Н.В. Приймаченко // Наук.праці УкрНДГМІ – 2006. – Вип.255 – 327 с. **5.** Соседко М.Н. Анализ точности определения параметров кривых истощения и русловых обьёмов по ветви спада гидрографа /М.Н. Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1977. – Вып. 140. – С.79-96. **6**. Соседко М.Н. Анализ чувствительности математической модели формирования дождевого стока на горном водозборе / М.Н.

Соседко // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета – 1986 – Вып. 212. – С. 85-93. **7.** Соседко М.Н. Зависимость характеристик максимальных расходов воды дождевых паводков в бассейне Днестра от ландшафтных русловий / М.Н. Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1973. – Вып.123. – С. 100-118. **8.** Сусідко М.М. Математичне моделювання процесів формування стоку як основа прогностичних систем / М.М. Сусідко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т.1. – С.32-40. **9.** Соседко М.Н. Особенности применения метода декомпозиции при идентификации системы формирования стока / М.Н. Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1988. – Вып.231. – С.3-13. **10.** Соседко М.Н. Порядок оптимизации параметров математической модели формирования дождевого стока, применяемой в условиях горной местности / М.Н. Соседко // Тр. УкрНИГМИ. – 1980. – Вып. 183. – С. 15-21. **11.** Pryimachenko N. The analysis of the sensitivity of a rain runoff formation processes on the mountain catchments / Natalia Pryimachenko // XXIIInd Conference of Danubian countries on the Hydrological forecasting and hydrological bases of water management: (Belgrade, Serbia, 28 -31 August 2006). – Beograd, 2006. **12.** Sossedko M.N. Anwendung des mathematischen Modells mit verteilten Parametern zur Formierung des Regenabflusses bei der kurzfristigen Vorhersagen des Hochwassers/ Sossedko M.N., Maslowa T.W., Luk'janetz O.I. // XV. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen. – Sofia, 1991. – S. 126-131.

Узагальнення параметрів математичной моделі формування дощового стоку на прикладі малих водозборів басейну Дністра

Приймаченко Н.В.

Шляхом чисельних експериментів проведено узагальнення параметрів математичної моделі формування дощового стоку на прикладі малих водозборів басейну Дністра. Отримані кількісні оцінки похибки обчислення гідрографії дощових паводків дають уявлення про значення окремих параметрів моделі і процесів формування стоку води, що в ній описані. В результаті узагальнення параметрів моделі надає нових зможливостей для використання її при розрахунках гідрографів стоку з водозборів, гідрологічно не вивчених.

Обобщение параметров математической модели формирования дождевого стока на примере малых водосборов бассейна Днестра

Приймаченко Н.В.

Путем численных экспериментов проведено обобщение параметров математической модели формирования дождевого стока на примере малых водосборов бассейна Днестра. Получены количественные оценки погрешностей вычисления гидрографии дождевых паводков дают представление о значимости отдельных параметров модели и процессов формирования стока воды, которые в ней описаны. В результате обобщения параметров модели открываются новые возможности для использования ее при расчетах гидрографов стока с водосборов, не изученных в гидрологическом отношении.

Generalisation of parametres of mathematical model of formation of a rain drain on an example of small reservoirs of Dnestr's basin

Pryimachenko N.V.

By numerical experiments generalisation of parametres of mathematical model of formation of a rain drain on an example of small reservoirs of Dnestr's basin is spent. Results of an estimation of errors of calculation of hydrographers of rain high waters are received give representation about the importance of separate parametres of model and processes of formation of a drain of water which in it are described. Accurate dependences of parametres on physico-geographical conditions are defined. As a result of generalisation of parametres of model new possibilities for its use open at calculations of hydrographers of a drain from the reservoirs which have been not investigated in the hydrological relation.

УДК 551.49; 543.3:543.064

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ В МІСТІ ЧЕРНІВЦІ

Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Ключові слова: *питна вода, водозабезпечення, водозабір, водогін, якість води*

Постановка проблеми. Одним з важливих чинників нормальної життєдіяльності людини є її забезпеченість чистою та фізіологічно повноцінною питною водою. Питна водопровідна вода є основним показником для здоров'я людини, оскільки вона безпосередньо впливає на стан здоров'я громадян і кардинальним чином визначає ступінь екологічної і епідеміологічної безпеки цілих регіонів [1].

Кількість і якість води з водогону є сутністю даної проблеми враховуючи те, що незадовільний стан водних об'єктів – одна з головних причин низької якості питної води. Трансформація якісного стану води, що подається споживачеві відбувається в трьох стадіях: по-перше в джерелі водопостачання, по – друге на станції водоочистки, і по-третє в магістральних стовбурних водогонах та водопровідній мережі господарсько-питного водоспоживання. Тому надзвичайно актуальним є дослідження процесів формування якості питної води централізованого водопостачання за схемою «Джерело водопостачання – водозабір – станція водоочистки – водопровідна мережа – водоспоживач та децентралізованого водопостачання» Джерело водопостачання – водоспоживач» [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам водопостачання, надійності трубопровідних систем та якості питної води в Україні та за рубежем приділяється велика увага. В даному напрямку активно працюють вчені Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київського національного університету будівництва та архітектури, Українського науково-дослідного інституту водогосподарсько-екологічних проблем, Рівненського національного університету водного господарства та природокористування, Одеського екологічного університету, Одеської державної академії будівництва і архітектури, Українського гідрометеоінституту, Харківського НДІ екологічних проблем, Харківської державної академії міського господарства, Луцького державного технічного університету та інших. Так необхідно відмітити роботи українських вчених Хільчевського В.К., Яцика А.В., Запольського А.К., Орлова В.О, Тугая А.М., Гіроля М.М., Ткачука О.А., Грабовського П.А. та ін. [3-9]. Із зарубіжних дослідників відомі роботи Аполінари Л. Коваля, С. Білозора, С.Денчева та ін. [10,11,12].

Виклад основного матеріалу. Централізоване водопостачання міста Чернівці здійснюється за рахунок використання підземних вод алювіальних відкладів річки Прут і поверхневих вод річки Дністер.

Схема централізованого водопостачання показана на рис. Децентралізоване водопостачання в основному розповсюджене в приміських районах міста Чернівці за рахунок верховодки та підземних вод алювіальних відкладів в долині річки Прут.

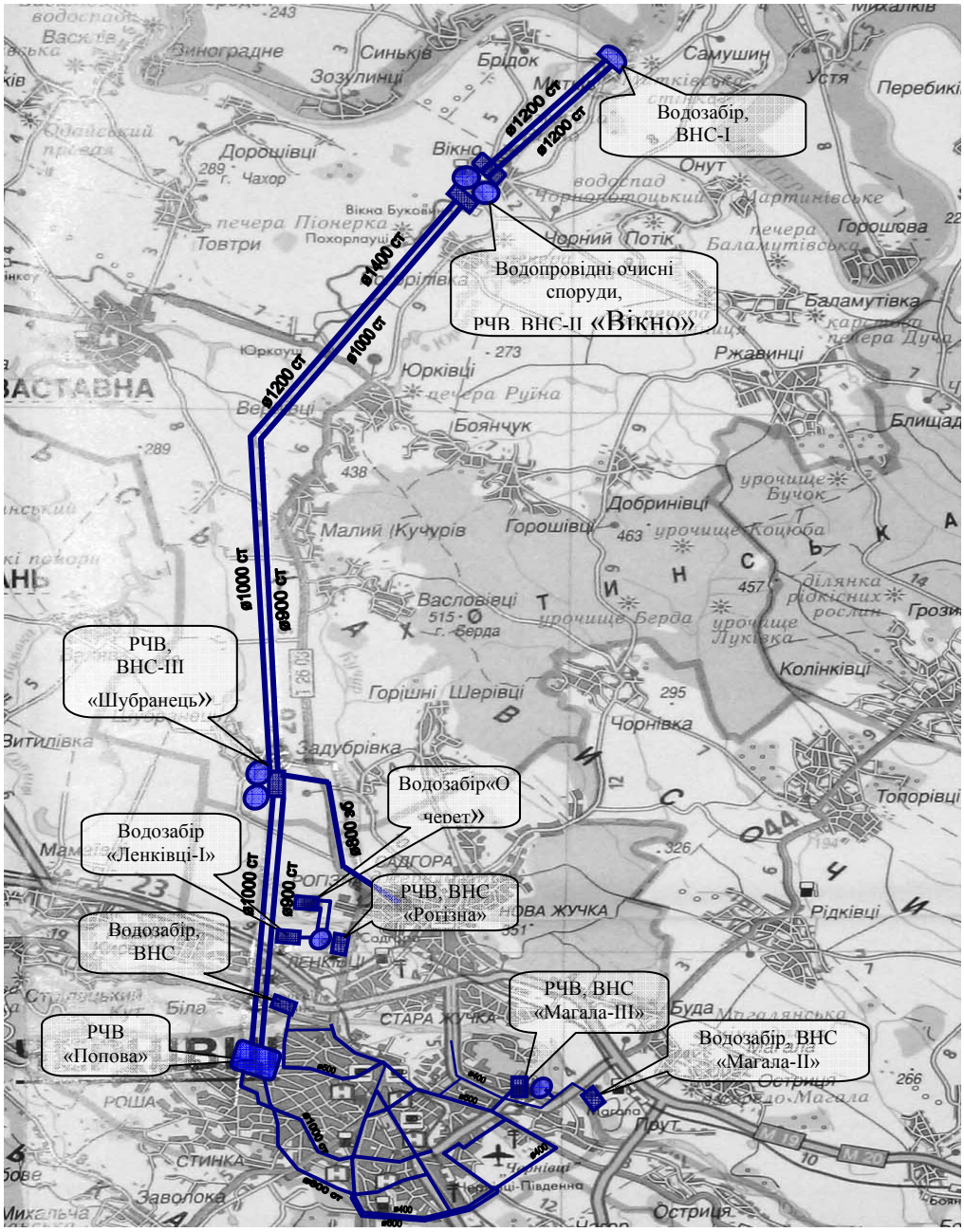


Рис. **Схема централізованого водопостачання міста Чернівці**

У створі м. Чернівці, вище скиду міських очисних споруд показники якості води такі: БСК – 5,2–5,4 мгO_2/дм^3, амоній 0,15–0,41 мг/дм^3, нітрити від 0,011 до 0,031 мг/дм^3, нітрати 1,4-6,4 мг/дм^3. Забір води з річки Прут та алювіальних відкладів здійснюється 3-ма насосними станціями.

Район досліджень знаходиться в зоні зі складними умовами для накопичення підземних вод, що зумовлено геологічними,

тектонічними та геоморфологічними особливостями [13, 14].

Показник pH коливається в межах 6,5-8,3, переважають води з pH біля 7,0. Вміст забруднюючих речовин в окремих випадках перевищує ГДК у 2–3 рази, підвищена жорсткість води (сума Ca^{2+} і Mg^{2+} понад 10 ммоль/дм^3).

Ріка Дністер у районі існуючого водозабору Дністровського водопроводу досить потужне джерело водопостачання. Середня річна амплітуда коливання рівня води на Дністрі в межах становить 240–600 см [16].

Сезонні зміни гідрохімічного режиму виражаються в коливанні величин мінералізації води в межах від 200 до 600 мг/ дм^3 [17]. В період весняних паводків величини окисності коливаються в межах 4,0-9,3 мг/ дм^3, а в період межені вони досягають 11,1 мг / дм^3.

У водах Дністра протягом року спостерігається висока концентрація нітратів[18].

Мутність води коливається від 3–5 мг/дм^3 до 500–600 мг/дм^3. Підвищення її відзначається у весняні паводки й паводки під час дощів як улітку так і взимку.

Кольоровість води підвищується в літній період і відзначені випадки, коли вона досягає 72°. У зимовий період кольоровість буває 26°.

Твердість води протягом року коливається в межах норми й тільки перед паводком вона трохи підвищується й в окремі роки досягає 8 ммоль/дм^3.

Окисність річкової води в розрізі року не постійна, у зимовий період вона буває близько 4 мг/дм^3, у літній період досягає 10мг/дм^3. Концентрація фосфатів у воді в різні сезони коливається в межах 0,002 до 0,064 мг/л. В період паводків у водах Дністра в окремих випадках спостерігається високий вміст заліза 0,76–4,0 мг/ дм^3, в межень він не перевищує 0,20 мг/л. Вміст кремнію у водах Дністра звичайно не перевищує 4.0 мг/ дм^3 і тільки в одиночних випадках 7–10 мг/ дм^3.

Забір води з р.Дністер здійснюється при допомозі касетного оголовка, звідки вода по двом самопливним трубам поступає в приймальне відділення споруди насосної станції першого підйому [19] .

Далі вода насосами 1-го підйому по двом ниткам водогону (1 робоча, 1резервна) довжиною 6,7 км подається на площадку водоочисних споруд с. Вікно. Вода спочатку поступає в контактну камеру, куди одночасно подається хлор (первинне хлорування) та реагенти: коагулянт $Al_2(SO_4)_3$, флокулянт (виробництво Німеччина) – магнафлок ЛТ-25 та при необхідності перманганат калію.

Після змішування з реагентами вода подається в камеру реакції, в якій відбувається фізико-хімічний процес коагуляції завислих і колоїдних частинок у пластівці та горизонтальні відстійники де пластівці випадають в осад.

Далі вода поступає на піщано-гравійні фільтри з кварцового піску та після вторинного знезараження хлором у два РЧВ об’ємом 3000 м^3.

Від станції водопідготовки Вікно вода по двом напірним водогонам довжиною 26,6 км подається на насосну станцію 3-го підйому Шубранець, де проводиться її дохлорування. Після чого вода подається по двом робочим напірним водоводам ø 1000–900 мм довжиною 11,8 км кожний на площадку РЧВ Попова (м.Чернівці) в чотири ємності (20, 10, 5 тис $м^3$) загальним об'ємом 45000 $м^3$ та по самопливному водогону Ø 800 мм в район міста Садгора.

З РЧВ Попова вода після дохлорування по двом водоводам ø 1000 і 800 мм самопливом поступає в мережі міста.

Всього на балансі ДКП "Чернівціводоканал"знаходиться 388,5 км водоводів і водопровідних мереж, із них водоводів діаметром 600–1400 мм – 130,4 км. Середній діаметр водоводів – $d_{ср}$ = 1000 мм, а водопровідних мереж – $d_{ср}$ = 250 мм. Середній строк експлуатації водопровідних труб – 25 років. Повністю замортизовано понад 30 % трубопроводів водопостачання. В аварійному стані, що потребують негайної заміни, понад 15 км мереж. В останні роки проводиться заміна металевих труб, здебільшого сталевих, на пластмасові (типу ПНТ).

Регулярні перевірки якості води Чернівецької водопровідної мережі санітарно-гігієнічною службою явно показують від'ємне співвідношення між підвищеним числом мікробів (за показником БСК) і концентрацією хлору в воді. У всіх випадках з концентрацією хлору нижче 0,3 мг/л мікробіологічні показники не відповідали нормам.

Якість питної води річки Дністер після підготовки в основному відповідає нормам. Але в водопровідній мережі її якість різко погіршується. Повторне підвищення кількості мікробів, в тому числі і патогенних, в водопровідній мережі викликано поганим загальним станом трубопроводів і регулярними їх висушеннями. Поганий стан трубопроводів сприяє проникненню стічних вод. Підвищення об'єму добавляючого хлору не може вирішити проблему наявності мікробів, навпаки воно викликає підвищення хлорорганічних речовин. Тобто проходить вторинне забруднення питної води. Чинники цих забруднень слідуючі: гідравлічні, біологічні, фізико-хімічні та експлуатаційні.

За результатами проведених досліджень видно, що проби питної води відібрані у споживачів більш забруднені важкими металами, нітратами в порівнянні з пробами води на виході з водозабору. Так вміст міді зростає в 2,3 раза, а вміст цинку в 6,4 , марганцю в 190 раз. При цьому необхідно відмітити, що за вмістом важких металів проби води з р.Прут та Дністер менш забруднені ніж проби питної води. Дані відхилення обумовлюються напевне вторинним забрудненням питної води у водопровідній сітці, що обумовлено поганим станом трубопроводів і регулярними періодами їх осушування через, що бувають часті витоки з них. Поганий стан трубопроводів може сприяти проникненню стічних вод. На протязі транспортування води у кожній з насосних станцій та РЧВ Попова відбувається черговий етап хлорування, і хоча у водоспоживача рівень

хлору у питній воді знижується, але це не гарантує захисту від хлорорганічних /канцерогенних/ речовин.

Також необхідно відмітити, що стан децентралізованого водопостачанням в м.Чернівці надзвичайно складний, так як дуже багато проб води не відповідають нормативним документам як за органолептичними так і мікробіологічними показниками, а це своїм чином впливає на здоров'я людей [20,21].

Висновки. Забезпечення питною водою жителів міста Чернівці проводиться як з підземних так і поверхневих джерел водопостачання. Джерела водопостачання забруднюються стічними водами, дощами, радіонуклідами, патогенними організмами та бактеріями. На станції водоочистки ряд забрудників води проходять транзитом і підсилюються сполуками алюмінію та хлору. Подальше погіршення якості води проходить в магістральних, розподільчих та внутрішніх водопровідних систем., тобто виникає вторинне забруднення води внаслідок гідравлічних, біологічних, фізико-хімічних та експлуатаційних чинників яке підсилюються продуктами синергізму. Питна вода децентралізованого водопостачання міста Чернівці не відповідає вимогам нормативних документів і в 50% колодязі бакзабруднені. Представлені результати роботи можуть розглядатись як приклад моделювання процесів формування якості питної води і в інших регіонах України

Список літератури

1. Шевчук Ю.Ф. Сучасний стан якості питної води централізованого водопостачання м.Чернівці / Ю.Ф. Шевчук, Г.В. Кривчанська // Наук. вісник Чернівецького нац. ун-ту. – 2003. – Вип. 2. – С. 31–46. **2.** Явкін В.Г. Процеси формування якості питної води в мережі водопостачання м.Чернівці / В.Г. Явкін, Ю.Ф. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2005.- Т. 8.- С.31-36. **3.** Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти/ В.К. Хільчевський.- К. : Київський університет, 1999. – 319с. **4.** Тугай А.М. Водопостачання / А.М. Тугай, В.О. Орлов.- Рівне: РДТУ, 2001. - 429 с. **5.** Орлов В.О. Сільськогосподарське водопостачання / В.О. Орлов. - К. : Вища школа, 1998. – 182 с. **6.** Водопровідна мережа комунального господарства України / Гіроль М.М.та ін. // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2001. – Вип. 26. - С. 234-239. **7.** Ткачук О.А. Вдосконалення діючих систем подачі і розподілу води населених пунктів / О.А. Ткачук // Актуальні проблеми водного господарства: у 2-х тт. – 1997. – Рівне: УДАВГ, 1997. - Т.2. - С.82-84. **8.** Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод : підручник / С.І. Сніжко. - К.: Ніка-Центр, 2001.- 264 с. **9.** Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні / А.В. Яцик. - К. : Ґенеза, 2001. – 216 с. **10.** Коваль А.Л. Якість питної води за нормами ЄС та України / А.Л. Коваль // Ринок інсталяцій. – 2003. – №11. - С.6-7. **11.** Білозор С. Причини вторинного забруднення води у водопровідній мережі / С. білозор // Ринок інсталяцій. – 2003. – №11. - С.14-16. **12.** Денчев С. Системний підхід до проблеми вторинного забруднення води у водопроводах / С. Денчев // Ринок інсталяцій. – червень-липень 2002. - С.52-53. **13.** Шторін К.Д. Підземні води західних областей України / К.Д.Шторін, К.С.Гавриленко. – К. : Наук. думка. - 1968. **14.** Ландшафти міста Чернівці : монографія / за редакцією В.М.Гуцуляка. – Чернівці : Рута, 2006. - 168с. **15.** Концепція сталого екологічного розвитку міста Чернівці (проект). Рішення ІІІ сесії міської ради XXIV скликання від 27.06.2002 р.- 33с. **16.** Ресурси поверхностных вод СССР. Том 6, Украина и Молдавия. вип. 1, Западная

Украина и Молдавія / Под ред. М.С. Каганера - Л.: Гидрометеоиздат, 1969. - 884с. **17.** Горев Л.Н. Региональная гидрохимия / Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. - К. : Высшая школа, 1989. - 280 с. **18.** Гуцуляк В.М. Ландшафтно-геохімічна екологія / В.М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2001. **19.** Шевчук Ю.Ф. Дослідження води річки Дністер – основного джерела водопостачання м.Чернівців / Ю.Ф. Шевчук //Наук. вісник Чернівецького ун-ту. - 2004. - Вип.220: Географія.- С.81-89. **20.** Мізюк М.І. Гігієна : підручник / М.І. Мізюк. - К. : Здоров'я, 2002. – 288 с. **21.** Шевчук Ю.Ф. Сучасний стан децентралізованого водопостачання м.Чернівці / Ю.Ф. Шевчук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. - 2005. - Том. 9. - С.217-223.

Моделювання процесів формування якості питної води в місті Чернівці

Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.

Ниніязвертається увага на якість води і води джерел водопостачання. Як для багатьох країн світу, так і для України, ця проблема є актуальною. У статті дана характеристика стану централвзованого і децентралізованого водопостачання міста Чернівці. Проаналізовані зміни якості води за період спостереження і можливі джерела антропогенного впливу на природні води.

Моделирование процессов формирования качества питьевой воды в городе Черновцы

Шевчук Ю.Ф., Шевчук А.Ю.

В настоящее время обращается внимание к качеству воды и воды источников водоснабжения. Как и для многих стран мира, так и для Украины, эта проблема является актуальной. В статье дана характеристика состояния централизованного и децентрализованного водоснабжения города Черновцы. Проанализированы изменения качества воды за рассматриваемый период и возможные источники антропогенного воздействия на природные воды.

The Process of Quality formation of Potable Water of Chernivtsi

Shevchuk Yu., Shevchuk An.

The quality of the potable water and of the water supply sources is in the focus of the attention today. For Ukraine, as for many other countries of the world, this issue is of extreme importance. The article looks in detail at the status of the centralized and decentralized water supply and covers the test results of the potable water samples taken from the wells in the different districts of Chernivtsi. The chanqes of waters quality for the considered period and possible sources of anthropoqenic influence on natural waters are analized.

УДК 556.161

ЗАКОНОМІРНОСТІ КОЛИВАНЬ РІЧНОГО СТОКУ РІЧОК УКРАЇНИ ПРИ ЗМІНАХ КЛІМАТУ НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОРІЧЧЯ

Лобода Н.С.
Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: *коливання річного стоку, індекси атмосферних процесів, зміни глобального клімату*

Стан проблеми. Основні атмосферні процеси, які визначають клімат над Європою та значною частиною Азіатського материка, формуються над Північною Атлантикою й прилеглими територіями. У Північній та Південній півкулях в полях тиску виділяються області високого й низького тиску, які прийнято називати центрами дії атмосфери [8]. Центри дії атмосфери характеризують райони, де переважає циклонічна або антициклонічна діяльність. У районі Ісландії повторюваність циклонів найбільша й при осередненні полів тиску тут формується глибока депресія, що отримала назву Ісландської. Підвищена повторюваність антициклонів в Північній півкулі обумовлена впливом Азорському максимуму. Термобаричні взаємодії в системі “океан-атмосфера” між центрами дії атмосфери отримали назву коливань. Північноатлантичне коливання (ПАК) є аномаліями тиску, які періодично змінюються в районі Північної Атлантики. Різниця тиску, яка виникає між центрами дії атмосфери (Ісландським мінімумом та Азорським максимумом), визначає меридіональний градієнт тиску [7]. Північноатлантичне коливання розглядається як частина масштабнішого Арктичного коливання. Арктичним коливанням (Арктична осциляція) є періодичне посилення та ослаблення арктичного максимуму атмосферного тиску. Ослаблення Арктичного максимуму пов'язане з посиленням циклонічної діяльності над Арктичним басейном, підвищенням температури повітря, збільшенням опадів [9]. Північноатлантичне коливання перерозподіляє атмосферні маси між Північним Атлантичним субтропічним максимумом (Азорським) та полярним мінімумом (Ісландським), визначаючи тим самим кліматичну мінливість від східного узбережжя США до Сибіру, а також від Арктики до субтропічної Атлантики. Характеристиками Північноатлантичного коливання є так звані індекси ПАК [9]. Індекси Північноатлантичного коливання (ПАК) можуть бути представлені в такому вигляді: як індекс, який базується на різниці тиску над рівнем моря між Лісабоном (Португалія) і Рейк'явіком (Ісландія) для зимового сезону (грудень – березень); річний, місячний та сезонний індекси, що базуються на різниці тиску над рівнем моря між

Понта Дельгада (Азорські острови) й Рейк'явіком (Ісландія); добовий індекс, побудований на добових даних про аномалії поверхні 500 мб для Північної Півкулі; індекс, який базується на різниці тиску на рівні моря між Азорами, Гібралтаром й Рейк'явіком (Ісландія); індекс, який є першою амплітудною функцією розкладання полів аномалій тиску на рівні моря в Атлантичному секторі для зимового сезону (грудень-березень, грудень-лютий), весняного сезону (березень – травень), літнього сезону (червень-серпень), осіннього сезону (вересень-листопад) та середнього за рік; індекс Арктичного коливання, який є першою компонентою розкладання полів тиску Північної Півкулі за природними ортогональними функціями (20°-90° п.ш.) у зимовий сезон (грудень-березень). У 80-і роки минулого сторіччя були розкладені за природними ортогональними функціями місячні значення нормалізованих полів аномалій тиску на рівні 500 мб для всієї Північної Півкулі (20°-90° п.ш.). В результаті було виділено 10 складових, які відображають існування телеконекційних схем в атмосфері [7]. Отримані складові були співвіднесені з Північним Атлантичним коливанням, Тіхоокеанською/Північно-Американською схемою; Східно-Атлантичною схемою; Західною Тихоокеанською схемою; Східно-Атлантичною – Північною Тихоокеанською схемою; Скандинавською схемою й так далі. Дані по індексах, отриманих у такий спосіб, наводяться у літературних джерелах, починаючи з 1950 року.

З коливаннями ПАК зв'язують коливання клімату на Європейському континенті. Розглядаються дві фази ПАК – позитивна й негативна. При позитивній фазі ПАК Ісландська депресія заглиблюється, а Азорський антициклон посилюється. При негативній фазі ПАК взаємодія цих центрів послаблюється й центр Азорського антициклону зміщується до берегів Північної Африки. Великі горизонтальні градієнти тиску при позитивній фазі ПАК утворюються взимку. У зв'язку з цим зимовий індекс ПАК розглядається як основний показник формування клімату Європи. ПАК визначає характер бароклінності, положення та інтенсивності західного переносу в атмосфері, траєкторії циклонних вихорів й їх інтенсивність. Позитивні індекси Північно-Атлантичного коливання спостерігаються при посиленні Ісландського мінімуму й Азорського максимуму та зв'язуються з посиленням західних вітрів, підвищенням температур і опадів в Північній Європі й відповідним зниженням штормової діяльності та опадів в Південній Європі. Негативні індекси ПАК супроводжуються збільшенням сухості клімату в Північній Європі й припливом вологих повітряних мас до Південної Європи (Північно-Західне Причорномор'я у межах України). Установлено, що ПАК визначає близько 10% варіації опадів, які проходять через Північну Атлантику в період грудень – лютий й 31% внутрішньорічної мінливості температур [8].

Північноатлантичне коливання містить наступні довготривалі фази: позитивну, таку, що продовжувалася від початку XX сторіччя до 1930 року, і негативну, яка сформувалася на початку 40-х років минулого сторіччя та продовжувалася до початку 80-х. У 80-ті роки XX сторіччя

індекс ПАК увійшов до позитивної фази, що супроводжувалося м'якими та вологими зимами над Скандинавією й Північною Європою. Ефект впливу ПАК на клімат Європи в значній мірі залежить від локальної циркуляції й топографії усередині окремих регіонів, що в значній мірі виявляється в спеціально розробленому індексі Скандинавської моделі. Скандинавський індекс, на відміну від індексу ПАК, з 80-х років минулого сторіччя знаходиться в негативній фазі. Вплив ПАК на формування гідрометеорологічних полів Західної Європи відомий давно, проте, для території України це питання вивчене недостатньо, особливо з погляду на формування водних ресурсів.

Метою роботи є встановлення закономірностей просторово-часових змін річного стоку річок України у їх зв'язку із змінами характеру атмосферних процесів, які відбувалися наприкінці XX і початку XXI сторіччя. Вирішення поставленої задачі є особливо важливим для сьогодення, коли відбуваються зміни глобального клімату, що суттєво впливає на формування та розвиток гідрометеорологічних процесів в Україні [1].

Методами досліджень є методи багатовимірного статистичного аналізу (факторний та метод головних компонентів, аналіз хронологічного ходу гідрометеорологічних характеристик на основі згладжування рядів та побудови різницевих інтегральних кривих).

Матеріали досліджень представляють собою ряди річних температур повітря, сум річних опадів та річного стоку на метеорологічних станціях та гідрологічних постах із значним (більше 50 років) періодом спостережень.

При використанні методів багатовимірного статистичного аналізу з метою установлення стійкості отриманих результатів кількість та довжина рядів спостережень, як залучалися до аналізу, змінювалися. Розрахунки виконувалися як для території України, так і з включенням матеріалів по гідрометеорологічним характеристикам прилеглих територій Західної та Південно-Західної Європи.

До метеорологічних станцій України, що були використані у розрахунках, відносяться Коломия, Рахів, Львів, Тернопіль, Чернівці, Ужгород, Житомир, Київ, Чернігів, Харків, Лубни, Луганськ.

Гідрологічні пости України та прилеглих територій, використані у розрахунках, - р. Дніпро-м. Речиця (Білорусія); р. Сож – м. Гомель (Білорусь); р. Десна – м. Чернігів (Україна); р. Прип'ять – м. Мозир (Білорусь); р. Дунай – м. Рені (Україна); р. Дністер – с. Заліщики (Україна); р. Південний Буг – с. Олександрівка (Україна); р. Дунай – м. Братислава (Словаччина); р. Тиса – м. Польгар (Угорщина); р. Мюреш – м. Арад (Румунія); р. Сан – р. Радомишль (Польща); р. Західний Буг - м. Вишків (Польща); р. Дон – ст. Раздонська (Росія), р. Німан – р. Смалінінкай (Литва); р. Рейн – м. Кельн (Німеччина); р. Вісла- м. Тзеу (Польща); р. Одер – м. Гоздовіце (Польща).

Результати досліджень. Аналіз різницевих інтегральних кривих річних сум опадів, побудованих за даними метеостанцій України із значною тривалістю спостережень дозволив установити, що існує різниця у коливаннях опадів західної та східної частин України. На території східної частини України суха або негативна фаза коливань спостерігалася з 30-х років 20-го сторіччя до 1964 р., після чого відбувся перехід до позитивної або зволоженої фази, яка тривала до початку 21 сторіччя. Для території західної частини України також була характерна наявність сухої фази у коливаннях річних опадів, яка тривала до 1964 р. З 1965 р. почалася позитивна або зволожена фаза коливань водності, яка з 1982 р. знов перейшла у негативну. Таким чином, можна відзначити, що суттєва різниця у характері коливань опадів заходу та сходу стала проявлятися, починаючі з 1982 р.

У коливаннях середніх за рік температур повітря західної та східної частин України також існує певна відмінність. Холодна (негативна) фаза у ході температур на території західної частини України спостерігалася з початку 50-х і до кінця 80-х років 20-го сторіччя, а на території східної – з кінця 19 сторіччя до 1933 року. Тобто, наприкінці 20-го сторіччя і до початку 21 сторіччя на всій території України встановлюється позитивна або тепла фаза коливань середніх річних температур повітря, що обумовлено єдиним процесом глобального потепління.

Аналіз суміщених різницевих інтегральних кривих річного стоку дозволив виділити дві групи річок, які мають схожий характер коливань водності. Це річки східної частини України, на яких з кінця 40-х років і до 1976-1978 років спостерігалася маловодна фаза стоку, що потім перейшла у багатоводну. До таких річок віднесений р.Сіверський Донець та лівобережні притоки р.Дніпро, включаючи р.Десна. Для річок західної частини України точка перетину різницевих інтегральних кривих, яка відокремлює маловодну фазу від багатоводної, припадає на 1964-1965 рр., але багатоводна фаза триває не до кінця 20-го сторіччя, а лише до 1981 - 1982 рр., після чого річний стік переходить до негативної фази. До річок із західним типом коливань річного стоку відносяться р.Тиса, р.Дністер, р.Прут, р. Прип’ять, р. Західний Буг, р.Південний Буг. За особливостями коливань стоку верхня частина басейну р.Дніпро (до р.Дніпро – м.Речиця, включно) виділяється у окрему групу, для якої характерна маловодна фаза коливань стоку, що триває з початку 40-х років минулого сторіччя. Установлена закономірність коливань зберігається й на нижче розташованих створах (р.Дніпро- м.Київ, р.Дніпро- с.Лоцмано-Кам’янка). Цю особливість можна пояснити тим, що значна частина стоку р. Дніпро формується у межах Валдайської височини, тобто у зоні надмірного зволоження. Коливання стоку у створі р.Дніпро – м.Речиця, р.Сож – м.Гомель, р.Неман – с.Смалінінкай відбуваються синхронно.

Таким чином, можна зазначити, що коливання річних опадів та річного стоку мають спільні властивості у межах західної частини України, і не співпадають у східній частині. Зміна фаз водності східної

частини України відбувається із значною інерцією у порівнянні із зміною опадів, через, те що на формування річного стоку значуще впливає процес випаровування.

Застосування Q-модифікації факторного аналізу до рядів річних сум опадів (1946-2001 рр.) об'єктивно підтвердило існуючу різницю у характері багаторічної мінливості зволоження України [2]. За результатами розрахунків було установлено, що кореляційна матриця, отримана для рядів річних опадів, може бути описаною за допомогою двох перших факторів: перший фактор описує близько 40% вихідної інформації, другий – близько 25%, в залежності від складу вхідних рядів. На основі побудованого графіку залежностей між ваговими навантаженнями на перший та другий фактори, були отримані два угрупування точок, які відповідають метеостанціям заходу і сходу.

Для вивчення статистичної структури кореляційної матриці середніх річних температур повітря достатньо першого фактору, який описує 88% вихідної інформації. Це означає, що на формування полів середньорічних температур у межах України впливає спільний атмосферний процес.

Для задовільного опису полів річного стоку через статистичні фактори (внесок перших факторів повинен перевищувати 70 відсотків вихідної інформації [4]), необхідно використання трьох або чотирьох факторів, що свідчить про набагато складнішу статистичну структуру полів річного стоку у порівнянні із полями сум річних опадів та середньорічних температур повітря.

Для аналізу впливу Північноатлантичного коливання (ПАК) на формування полів річного стоку був виконаний пошук залежностей річного стоку від річних значень індексів ПАВ ($I_{ПАВ}$). Коефіцієнт кореляції між $I_{ПАВ}$ та річними опадами не змінюється суттєво у межах України і може бути прийнятим рівним 0,2. Наприклад, для метеостанції Рахів $r_{X,I_{ПАВ}}$ становить 0,24, а для метеостанції Полтава – 0,29. "Плямистість" просторового розподілу опадів та відсутність переваги одного атмосферного процесу над усією територією України упродовж років не дають можливості стверджувати про значущий вплив ПАК на просторово-часову мінливість річних опадів.

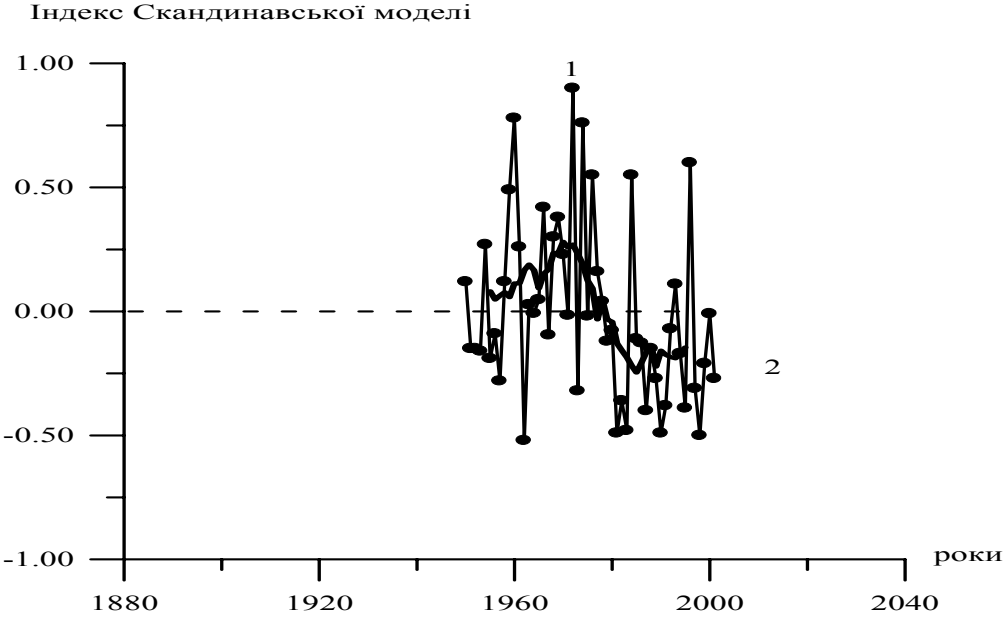
При дослідженні зв'язків між середніми річними температурами повітря та річними індексами ПАВ, навпаки, встановлена добре виражена залежність з кореляційними коефіцієнтами 0,47-0,37 для метеостанцій заходу (Львів, Чернівці, Житомир, Коломия), 0,31 для центру (Київ) та 0,09 (Луганськ) для східної частини України. Тобто, можна стверджувати, що Північноатлантичне коливання у певній мірі забезпечує потепління або похолодання у західній частині України і його вплив на термічний режим зменшується при переході від західної частини до східної.

Пошук зв'язків між річним стоком та індексами ПАК дозволив зробити висновки про значний вплив ПАК на мінливість річного стоку річок Центральної та Південно-Східної Європи: $r_{Q,I_{ПАВ}}$ становить 0,42

для р.Тиса – Жегед та Тиса – Польгар; 0,49 для р. Жамос – Сенгер; 0,35 – для р.Сірет – Лунгоци. У межах України цей зв'зок менш виражений: для р.Прут – м.Чернівці коефіцієнт кореляції $r_{Q,I_{ПАВ}}$ дорівнює 0,28, а для р.Дністер- с.Заліщики -0,20, для р.Десна –м.Чернигів -0,13. У той же час вплив Північноатлантичного коливання на річний стік добре виражений на таких річках як р. Сіверський Донець (р.Сіверський Донець – м.Зміїв, $r_{Q,I_{ПАВ}}$ = 0,39) та Південний Буг (р.Південний Буг – с.Олександрівка, $r_{Q,I_{ПАВ}}$ = 0,33).

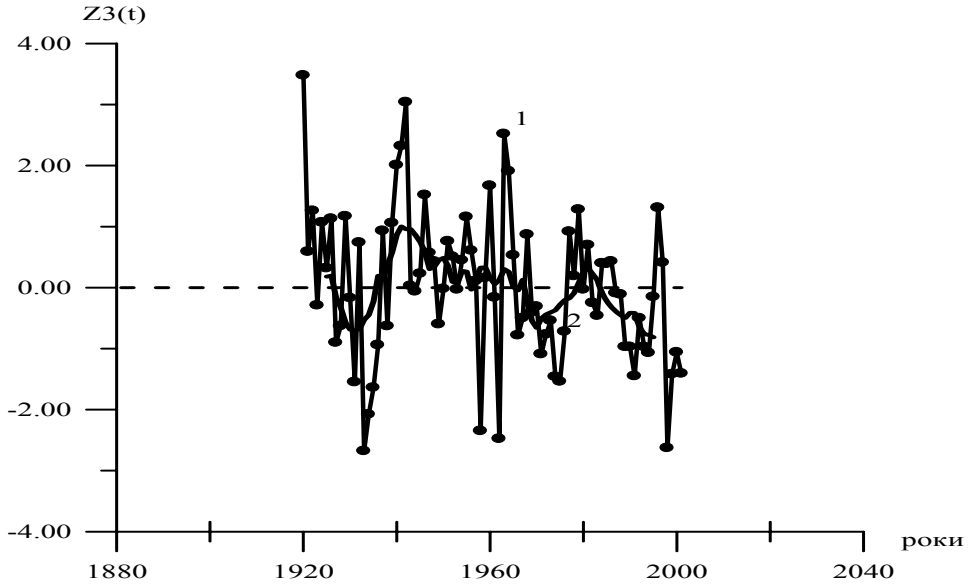
Розкладанню за природними ортогональними функціями [3,5,6] були піддані кореляційні та коваріаційні матриці річного стоку. Для першої групи об'єктів внесок перших трьох головних компонент в опис загальної дисперсії початкових даних склав 40-48%, 16-20% та 10-11%, відповідно для першої, другої й третьої компонент. Їхній сумарний внесок дорівнює або перевищує 70%, що є достатнім для опису даних полів річного стоку через головні компоненти.

Для аналізу закономірностей коливань річного стоку були розглянуті перші амплітудні функції (часові складові розкладання за природними ортогональними функціями, які є спільними для усіх об'єктів, що увійшли до вибірки). Пошук зв'язків між амплітудними функціями (рис. 1) та індексами атмосферної циркуляції (рис. 2). дозволив установити, що основними атмосферними процесами, які обумовлюють формування стоку Центральної та Північно-Східної Європи є Арктичне коливання або так звана Північна Атлантична Мода, Північноатлантичне коливання у зимовий період та Скандинавське коливання. Коефіцієнти кореляції залеж ностей амплітудних функцій від зазначених індексів атмосферної циркуляції знаходяться у межах 0,3-0,5.



1- річні значення індексу;2 - - згладжені по 11-річкам значення індексу

Рис. 1. **Хронологічний хід Скандинавського індексу (середньорічні значення)**



1– хронологічний хід; 2- згладжені за 11-річками значення функції $Z3(t)$

Рис. 2. **Третя амплітудна функції розкладання полів річного стоку**

На основі аналізу просторового розподілу вагових навантажень на перші три головні компоненти, які є результатом розкладання полів річного стоку за природними ортогональними функціями (ПОФ), установлено, що за характером коливань річного стоку річки Центральної та Південно-Східної Європи утворюють два райони: Західний та Східний. Атмосферний процес, який обумовлює такий просторовий розподіл, може бути інтерпретований як вплив Північно-Атлантичного коливання. В межах України до Західного району відносяться р. Дунай, р. Дністер, р. Західний Буг, Прип'ять, Південний Буг; до Східної – р. Дніпро, Десна, р.Сіверський Донець.

З іншого боку, на основі методу головних компонент установлена різниця у характері коливань півночі і півдня України. Просторовий розподіл вагових коефіцієнтів третьої компоненти розкладання за ПОФ указує на існування відмінностей в коливаннях річного стоку річок за географічною широтою, при цьому виділяються Північний та Південний райони. До Північного району віднесені такі річки України як Західний Буг, Дніпро з притоками Сож, Прип'ять і Десна, басейн р. Дністер до м. Могильов - Подільський; до Південного – рр. Дунай, Південний Буг, Сіверський Донець.

Найбільш значущо виділений за методом головних компонент третій атмосферний процес впливає на формування стоку річки Дніпро у верхній частині його басейну. Можна стверджувати, що закономірності коливань стоку на р.Дніпро мають схожість з коливаннями стоку річок Рейн, Одер та Німан. Атмосферний процес, що впливає на характер коливань стоку річок північного заходу і обумовлює циклічність коливань стоку р.Дніпро, можна розглядати як прояв впливу Скандинавського коливання, оскільки зв'язок між третьою амплітудною функцією та Скандинавським індексом дорівнює 0,4.

Висновки. На початку XXI сторіччя відмічається зменшення різниці між характером коливань середніх річних температур повітря західної та східної частин України, що може бути поясненим розвитком процесу глобального потепління. Значний вплив на температурний режим України чинить Північно-Атлантичне коливання, особливо у зимові (січень-березень) та весняні (квітень-червень) місяці року. Окрім впливу Північно-Атлантичного коливання на мінливість стоку річок північного заходу суттєво впливає Скандинавське коливання, яке визначає особливості гідрометеорологічних характеристик верхньої частини басейну р.Дніпро. Дослідження зв'язків між індексами означених атмосферних процесів та складовими коливань гідрометеорологічних характеристик відкриває можливості для розрахунків та передбачення змін стоку при змінах глобального клімату.

Список літератури

1. Ліпінський В.М. Активізація стихійних метеорологічних явищ в Україні в останнє двадцятиріччя / Ліпінський В.М., Осадчий В.І., Бабіченко В.М. // Географія в інформаційному суспільстві : зб.наук. праць у 4-х тт. – К. : ВГЛ Обрії, 2008. - Т.ІІІ. - С.13-17. **2.** Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния : монографія / Н.С. Лобода. – Одеса : Экология, 2005. – 208с. **3.** Лобода Н.С. Оценка влияния атмосферных процессов Северной Атлантики на формирование полей годового стока рек Украины / Н.С. Лобода // Український гідрометеорологічний журнал. – 2008. – №3. – С. 167-177. **4.** Школьний Є.П. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації : підручник / Школьний Є.П., Лоєва І.Д., Гончарова Л.Д. - К. : Міносвіти України, 1999. - 600 с. **5.** Loboda N. Using meteorological data for reconsturction of annual runoff series over an ungauged area: Empirical orthogonal function approach to Moldova-Southwest Ukraine region / Loboda N., Glushkov A., Khohlov V. // Atmospheric Research. – 2005. - Vol 77/1-4. – P. 100-113. **6.** Loboda N. Using non-decimated wavelet decomposition to analyse time variations of North Atlantic Oscillation, eddy kinetic energy and Ukrainian precipitation / Loboda N., Glushkov A., Khohlov V. // Journal of Hydrology. – 2006. - Vol 323Iss1-4. – P. 14-24. **7.** Khohlov V. On the nonlinear interaction between global teleconnection patterns / Khohlov V., Glushkov A., Loboda N. // Q. J. R. Meteor. Soc. (2006), 132. – P. 447-465. **8.** Hurrell J.W. Marine ecosystems and climate variation / J.W. Hurrell, R.R. Dickson. - 2003 - P.15-31. **9.** Uvo C.B. Analysis and regionalization of northern Europian winter precipitation based on its relationship with the north atlantic oscillation / C.B. Uvo // Intrenational journal of climatology. – 2003. – 23. – P. 1185-1194.

Закономірності коливань річного стоку річок України при змінах клімату на початку XXI століття

Лобода Н.С.

Розглянуті закономірності коливання річного стоку і кліматичних факторів його формування (річних сум опадів і середніх річних температур повітря) в їх зв'язку з атмосферними процесами (Арктичное коливання, Північно-Атлантичне коливання, Скандинавська телеконекція) на основі використання факторного аналізу і методу головних компонент.

Закономерности колебаний годового стока рек Украины при изменении климата в начале XXI века

Лобода Н.С.

Рассмотрены закономерности колебаний годового стока и климатических факторов его формирования (годовых сумм осадков и средних годовых температур воздуха) в их связи с атмосферными процессами (Арктическое колебание, Северо-Атлантическое колебание, Скандинавская телеконнекция) на основе использования факторного анализа и метода главных компонент.

Mechanism of development annual flow fluctuations under climatic changes in the XXI century beginning

Loboda N.S.

Causal relationship between atmospheric process (Arctic oscillation, North Atlantic Oscillation, Scandinavia pattern) and annual flow forming (annual runoff, precipitation and temperature) were considered by using of principle components and factor methods.

УДК 551.482

ВПЛИВ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ВОДОГОСПОДАРСЬКИЙ СТАН БАСЕЙНІВ РІЧОК

Ромась М.І. [1], ***Чунарьов О.В.*** [2], ***Шевчук І.О.*** [1], ***Сукач Л.В.*** [1]

[1] *Київський національний університет імені Тараса Шевченка,*

[2] *Державний комітет України по водному господарству*

Ключові слова: *природні й антропогенні фактори, водогосподарська обстановка, басейн ріки, безповоротні втрати, АЕС, самоочищення*

Актуальність дослідження. Серед екологічних проблем у районах розміщення АЕС, які привертають значну увагу, особливе місце займає проблема визначення впливу цих великих енергетичних об'єктів на водні ресурси прилягаючих територій.

Детальні дослідження впливу Смоленської, Чорнобильської, Хмельницької, Рівненської, Запорізької, Південно-Української АЕС на водні ресурси річок, на яких вони розташовані – Десни, Прип'яті, Горині, Стирі, Каховського водосховища, Південного Бугу проводились у 1981-2001 рр. співробітниками науково-дослідної лабораторії гідроекології і гідрохімії кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Результати досліджень відображені у багатьох науково-технічних звітах і статтях та узагальнені в монографії [1]. В цілому відзначено, що вплив АЕС на водні ресурси у межах 30-ти кілометрових зон, де і проводились переважно експедиційні роботи, порівняно незначний. Так, безповоротні втрати води на АЕС навіть у меженні періоди не перевищують 10-15% від водного стоку річок, а хімічний склад води у створах, розташованих на річках вище та нижче АЕС, практично не змінюється у різні фази гідрологічного режиму протягом декількох років.

В останні роки, у зв'язку із накопиченням даних у Держводгоспі України щодо господарської діяльності у басейнах річок − забори поверхневих вод, безповоротні втрати, скиди стічних вод різної категорії якості тощо − з'явилася можливість оцінити вплив АЕС в цілому на водогосподарський стан басейнів річок, а не тільки у межах 30-ти кілометрових зон навкруги енергетичних об'єктів. Така оцінка вперше зроблена у межах басейну Південного Бугу щодо ПУ АЕС [2–4], а потім – для басейну р. Горинь щодо ХАЕС [5–6].

Метою даної роботи є узагальнення результатів досліджень стосовно оцінки впливу АЕС на водогосподарський стан басейнів річок Південного Бугу і Горині.

Значна протяжність території басейну Південного Бугу з північного заходу на південний схід спричиняє помітні відмінності в розподілі температури повітря. За кількістю опадів і умовами випаровування північна частина басейну належить до помірно вологої зони, центральна частина – до зони недостатнього зволоження, а південні райони – до посушливої зони, що і визначає гідрологічний режим річок басейну. Найбільш сприятливі умови живлення річки спостерігаються у верхній її течії, де середні багаторічні суми опадів досягають 600-634 мм, а втрати вологи на випаровування найменші, зважаючи на помірний температурний режим у теплий період року. В напрямку до гирла умови живлення річки погіршуються за рахунок збільшення частки випаровування та зменшення опадів у загальному водному балансі басейну р. Південний Буг. В цілому 56% стоку р. Південний Буг формується у межах лісостепової частини басейну, площа водозбору якої становить 38,6% від загальної площі басейну.

Басейн Південного Бугу є одним з потужних аграрних регіонів України. Сільськогосподарські угіддя в загальній площі басейну становлять 81%, змінюючись на водозборах окремих річок в межах 74-90%. Найбільш освоєні басейни річок степової зони. Розораність території становить переважно 57%, а в окремих басейнах малих річок досягає 80%, що свідчить про значний антропогенний вплив та сприяє виносу різних речовин з поверхнево-схиловим стоком.

У цілому за останні майже півтора десятиріччя, у басейні спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів стічних вод і, відповідно, забруднюючих речовин. Забір води у басейні Південного Бугу зменшився у 2,7 рази за рахунок зменшення у першу чергу забору води на виробничі потреби. Звертає увагу різке зменшення використання води і на потреби зрошення – у 12 разів. Значне скорочення забору поверхневих вод у басейні призвело до адекватного зменшення скидів стічних вод різної категорії очищення та безповоротних втрат. Слід зауважити, що скид недостатньо очищених вод збільшився у 1,3 рази, а скид стічних вод без очистки – навіть у 4,4 рази. Скиди забруднюючих речовин із стічними

водами також зменшилися у 2–3 рази за такими показниками як залізо і мідь, азот амонійний, СПАР тощо.

Довжина р. Горинь становить 659 км, площа водозбору 27650 км^2, а загальне падіння становить 220 м при середньому нахилі водної поверхні 0,3 м/км. Протікає р. Горинь з південного заходу на північний схід і впадає в р. Прип'ять з правого берега на 412 км від її гирла. Басейн р. Горинь має неправильну грушовидну форму при довжині 300 км, середній ширині 92 км. Основними притоками р. Горинь, без р. Случ, є р. Вілія, з площею басейну 1815 км^2, р. Стубла, з площею басейну 1350 км^2 та р. Устя з площею басейну 762 км^2.

Річка Гнилий Ріг, на якій у пригирловій частині заплави розташоване водоймище-охолоджувач ХАЕС, являється правобережним притоком р. Вілії і впадає в неї в 1 км від гирла. Довжина річки 28 км, площа водозбору – 201 км. Басейн річки залісений і заболочений. Долина і заплава не мають чітко виражених меж. В середній частині течії річки, біля с. Білотин, створений невеликий ставок, який здійснює регулювання меженного стоку з ціллю водогосподарського використання. Нижче ставка вимірюються, на відомчому посту ХАЕС, витрати води річки.

В межах частини басейну р. Горині, що розглядається, тобто без басейну р. Случ, існуючі ставки і водосховища відносяться до категорії малих. В зоні впливу ХАЕС розташовано 394 штучних водойм, корисний об'єм регулюючих ємностей становить 121,3 млн. м^3, з площею дзеркала НПР – 60,8 км^2. При цьому об'єм ВО ХАЕС становить 120 млн. м^3, а його площа дзеркала – 20 км^2. Поза зоною впливу ХАЕС корисний об'єм регулюючих ємностей становить 42,2 млн. м^3, а площа дзеркала – 34,7 км^2.

Втрати на випаровування з площі дзеркала ставків і водосховищ в зоні ХАЕС складають в рік 75 % ймовірності 7,55 млн. м^3, в роки 95 % і 97 % ймовірності відповідно 13,33 і 14,86 млн. м^3. Природне випаровування з поверхні ВО ХАЕС становить 11,90 млн. м^3, а додаткове, пов'язане з підвищеною температурою активної зони ВО, становить 23,2 млн. м^3 при роботі двох енергоблоків ХАЕС [6]. При цьому найбільші втрати спостерігаються влітку, з червня по серпень – 54% від річного, а найменші втрати – з листопада по березень – всього 17,2% за 5 місяців.

Домінантними антропогенними чинниками у поліській частині басейну р. Горинь є: меліорація, спрямлення русел, сільськогосподарські дії (частка орних земель у структурі сільськогосподарських угідь коливається в межах 50–65%), забруднення річок стічними водами. Для волино-подільськоїчастини басейну Горині найбільш характерними є такі антропогенні чинники як створення ставків та водосховищ на річках із метою регулювання стоку (245 водойм із регуляторною функцією), спрямлення русел, сільськогосподарські дії (частка орних земель у структурі сільськогосподарських угідь іноді перевищує 80%), лісогосподарські дії.

Вплив господарської діяльності на водні ресурси. Для детальної оцінки кількісних характеристик сучасного і перспективного

водокористування з урахуванням забезпечення водними ресурсами населення та галузей економіки у межах басейну виникає необхідність поділу території басейну на ділянки. Виходячи з того, що головним джерелом водозабезпечення населення та галузей економіки є річковий стік, ділянка має збігатись з річковим басейном або його частиною. У межах цих виділених територій необхідно вирішувати питання щодо регулювання, використання і управління водними ресурсами та створення сприятливих гідроекологічних умов на водозборі.

Басейн р. Південний Буг. Основними чинниками, котрі впливають на кількісні та якісні показники водних ресурсів басейну Південного Бугу є забори води, скиди стічних вод різної категорії якості та безповоротні втрати води. У межах кожної із виділених ділянок у межах басейну визначено частку забору поверхневих вод від фактичного та розрахункового (різної ймовірності перевищення) об'єму стоку, у тому числі окремо за кожен місяць. Для порівняння було взято роки з максимальними та мінімальними значеннями заборів поверхневих вод.

Найбільш характерні особливості деяких ділянок у річках басейну р. Південний Буг полягають у наступному. Так, для забезпечення водопостачання населення м. Хмельницького використовується підземна вода басейну Дніпра (р.Случ) в обсязі більше 10 млн.м^3 щорічно, яка після використання скидається у р. Південний Буг (чим пояснюється від'ємне значення безповоротних страт води відносно природних водних об'єктів у межах ділянки).

На ділянці, де створено Ладижинське водоймище, у 1990 р. об'єм забору поверхневих вод Ладижинською ТЕС (найбільшим водокористувачем у межах ділянки) становив понад 1400 млн.м^3, який практично весь використовувався на охолодження конденсаторів турбін станції. Після того, як у 2002 р. система охолодження станції була визнана оборотною, зазначений обсяг поверхневої води не відображається у звіті про використання води за формою 2-ТП (водгосп), як такий, що забирається із Ладижинського водосховища, яке на даний час вважається частиною оборотної системи станції. У 2005р. забір поверхневих вод Ладижинською ТЕС, який відображається у звіті, становив лише 38 млн.м^3. Якщо виключити зазначений обсяг із розрахунків 1990 р., то скиди стічних вод складали лише 98 млн.м^3, частка загального забору поверхневої води від фактичного стоку становила 13,8% і може досягати 35,5% за умови максимального забору поверхневих вод (за який взято значення 1990 р.) у розрахунковому році 97% забезпеченості.

У районі м.Первомайськ скидається вода, яка подається для забезпечення водопостачання населення м. Умані. Перекидання води з басейну Дніпра (р.Рось) по водоводу Біла Церква-Умань здійснюється у обсязі близько 3,5-5 млн.м^3 щорічно. Практична відсутність скидів стічних вод у межах ділянки між м. Первомайськ та с.Олександрівка пояснюється забороною на проведення „продувки" Ташлицького водоймища-охолоджувача Південно-Української АЕС. Мораторій було накладено на

період з 1990 по 1995рр., після чого „продувку” водоймища-охолоджувача відновлено.

На ділянці нижче с. Олександрівка також здійснюється перекидання стоку із басейну р. Дніпро. Для забезпечення потреб населення і промисловості водними ресурсами м. Миколаєва здійснюється подача води водоводом Дніпро-Миколаїв (обсягом близько 60-65 млн.м^3) та Інгулецькою зрошувальною системою (близько 20 млн.м^3). Крім того, водопостачання міст Кіровограда, Знам’янки та Олександрії здійснюється за рахунок водоводу Дніпро-Кіровоград.

За результатами детального аналізу показників, які характеризують та впливають на водні ресурси басейну Південного Бугу розроблені рекомендації стосовно прийняття рішень у контексті забезпечення раціонального використання та відтворення водних ресурсів по кожній з виділених ділянок.

Так, для верхів’я річки до с. Лелетка основні рішення щодо управління водними ресурсами мають полягати у корегуванні режимів заповнення ставків у весняний період у роки з об’ємом стоку 90-97% забезпеченості. Необхідно враховувати, що кількість штучних водойм (для рибогосподарських потреб) є критичною і їх подальше збільшення може призвести до дефіциту поверхневого стоку у період заповнення ставків протягом весняної повені.

Аналіз водогосподарської діяльності та фактичного і розрахункового стоку різної забезпеченості у межах третьої ділянки, до с. Сабарів, показує, що за умови максимальних заборів поверхневих вод, які спостерігались у 1990 р. та розрахункового стоку 95-97% забезпеченості у її межах необхідно буде корегувати ліміти забору та використання поверхневих вод на короткостроковий період (за дуже несприятливих умов формування мінімального стоку). У період літньо-осінньої межені обсяги забору поверхневих вод дорівнюють розрахунковому стоку 95-97% забезпеченості, а у липні місяці можуть перевищувати його. Зменшення обсягів забору поверхневих вод, яке спостерігається протягом останніх 15 років у меншій мірі стосується житлово-комунальної галузі. Враховуючи те, що у межах даної ділянки обсяг забору поверхневих вод підприємствами цієї галузі сягає 82% від загального забору води, то альтернативою зменшенню лімітів може стати залучення підземних вод для забезпечення населення питною водою. На сучасному етапі розвитку регіону не може виникнути проблемних ситуацій щодо забезпечення у достатній кількості поверхневими водними ресурсами населення і галузей економіки у межах басейну між с. Сабарів і с. Тростянчик. Для забезпечення водними ресурсами основного водокористувача − Ладижинської ТЕС створене Ладижинське водосховище, яке входить до складу оборотної системи станції. Необхідно відзначити, що рівномірне заповнення усіх рибогосподарських ставків (сільське господарство є другою галуззю за показником забору води у межах ділянки) у період весняної повені і нормальне їх функціонування протягом року, на відміну

від вище розташованих ділянок, можливе без корегування режимів їх роботи навіть у роки з мінімальним стоком (80-97% забезпеченості).

Водогосподарську діяльність у басейні між с. Тростянчик і с. Підгір'я можна віднести до такої, що характеризується низьким рівнем антропогенної завантаженості. У межах ділянки відсутні великі користувачі, які можуть суттєво впливати на кількісні та якісні показники водних ресурсів. Тому вона має значний потенціал щодо розвитку різних галузей економіки, у тому числі водоємних.

Висновки.

1. За останні півтора десятиріччя у басейнах річок Південний Буг і Горинь спостерігається чітка тенденція до зменшення забору та використання води, а також до зменшення обсягів скидів вод і забруднюючих речовин. Незважаючи на певне зменшення антропогенного навантаження необхідно відзначити, що загальна гідроекологічна ситуація залишається напруженою, за рахунок збільшення частки скидів неочищених стічних вод та значної зарегульованості стоку.

2. Розроблений підхід до оцінки впливу господарської діяльності на водні ресурси, дав змогу визначити частини (ділянки) басейну Південного Бугу з найбільшою антропогенною завантаженістю та розробити рекомендації стосовно подальшого впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами басейну. Такий підхід дає змогу визначити пріоритетність водокористувачів, приймати оптимальні рішення щодо регламентації водокористування з урахуванням екологічних обмежень, обґрунтовувати адресне спрямування інвестицій у водогосподарську і водоохоронну діяльність.

3. Вплив Південно-Українського енергокомплексу на кількісні та якісні показники водних ресурсів р. Південний Буг на фоні загального водокористування у басейні є незначним. Враховуючи значну залежність України від енергоносіїв інших держав, слабкий розвиток альтернативних видів енергії та поступове підключення української енергосистеми до єдиної європейської, пріоритетом на сучасному етапі розвитку господарської діяльності у басейні Південного Бугу має бути забезпечення водними ресурсами Південно-Українського енергокомплексу. Рішення щодо оптимального управління водними ресурсами мають полягати у контролі дотримання режимів функціонування (регламентів) водних об'єктів енергокомплексу.

4. Вплив ХАЕС на водні ресурси р. Горинь оцінений шляхом порівняння безповоротних втрат (природне та додаткове випаровування) до розрахункових та фактичних об'ємів річкового стоку. При роботі двох блоків частка безповоротних втрат становить до 15–17% та 10 –11% в роки 97 та 95% забезпеченості для створів Нетішин і Оженін. Від фактичних об'ємів стоку ця частка складає 8,6–12% та 5,9–7,9%. Від норми річного стоку безповоротні втрати складають 8,5 і 5,8% при роботі двох блоків.

5. Вплив ПУ АЕС і ХАЕС на якісні показники водних ресурсів річок Південний Буг і Горинь оцінений шляхом порівняння величин концентрацій гідрохімічних показників вище та нижче АЕС та у воді водоймищ-охолоджувачів. Як свідчать результати багатолітніх спостережень по сольовому складу, фізико-хімічних показниках, біогенним, забруднювальним речовинам, показниках органічної речовини, важким металам, помітного негативного впливу АЕС на якісні і кількісні показники водних ресурсів басейнів Південного Бугу і Горині не виявлено.

Складна гідроекологічна ситуація у басейнах річок Південний Буг і Горинь обумовлена як антропогенними, так і природними чинниками. На фоні загальної водогосподарської обстановки та дії природних чинників, як і за результатами безпосередніх спостережень, вплив Південно-Української та Хмельницької АЕС на водні ресурси басейнів річок Південний Буг та Горинь в сучасний період можна вважати не досить суттєвим.

Список літератури

1. Ромась М.І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики / М.ІВ. Ромась. - К. : ВПЦ „Київський університет" – 2002. – 532 с. **2.** Чунарьов О.В. Південний Буг – водогосподарська діяльність у басейні та оцінка впливу Південно-Української АЕС на водні ресурси / Чунарьов О.В., Ромась М.І., Хільчевський В.К. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2006. – Т.10. – С. 58-65. **3.** Чунарьов О.В., Ромась М.І., Хільчевський В.К. Водогосподарська обстановка в басейні р. Південний Буг та вплив на неї Південно-Українського енергокомплексу / Чунарьов О.В., Ромась М.І., Хільчевський В.К. // Меліорація і водне господарство. – 2006.– № 93-94 – С. 63-69. **4.** Чунарьов О.В. Оцінка впливу господарської діяльності на водоресурсний потенціал басейну Південного Бугу / О.В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2007. – Т.12. – С. 114-122. **5.** Ромась М.І. До питання оцінки водоресурсного потенціалу р.Горинь та впливу Хмельницької АЕС на її водний стік / Ромась М.І., Гребінь В.В., Шевчук І.О. // Географія в інформаційному суспільстві : збірник наук. праць у 4-х тт.. – К. : ВГЛ „Обрії», 2008. – Т. ІІІ. – С. 225-227. **6.** Звіт про НДР „Оцінка водоресурсного потенціалу р. Горинь та впливу Хмельницької АЕС на кількісні та якісні показники водного стоку" // Договір № 477/07ДП050-01, наук. кер. Ромась М.І. / Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка – 2008 – 145 с.

Вплив атомних електростанцій на водогосподарський стан басейнів річок

Ромась М.І., Чунарьов О.В., Шевчук І.О., Сукач Л.В.

Розглянуто вплив АЕС на гідроекологічну ситуацію в бесейнах річок. На тлі загальної водогосподарської обстановки і дії природних факторів вплив Південно-Української і Хмельницької АЕС на водні ресурси басейнів річок Південний Буг і Горинь на сучасному етапі можна вважати несуттєвим.

Влияние атомных электростанций на водохозяйственное состояние бассейнов рек

Ромась Н.И., Чунарев А.В., Шевчук И.А., Сукач Л.В.

Рассмотрено влияние АЭС на гидроэкологическую ситуацию в бессейнах рек. На фоне общей водохозяйственной обстановки и действии природных факторов влияние Южно-Украинской и Хмельницкой АЭС на водные ресурсы бассейнов рек Южный Буг и Горынь на современном этапе можно считать несущественным.

Effect of nuclear power plants in the Water of river basins

Romas N.I., ***Chunarev A.V., Shevchuk, I.A., Sukach L.V.***

The influence of plants on hydroecological situation besseynah rivers. On a background a general aquicultural situation and action of natural factors influence of Yuzhno-Ukrainian and Khmel'nickoy AES on the water resources of pools of the rivers Sonth Bug and Goryn' on the modern stage it is possible to consider unimportant.

Key-words: prirodne and antropogenne factors, aquicultural situation in the baseyne rivers, irretrievable losses, atomne power-stations, self-wiping.

УДК 556.16+519.711.3

MODELLING OF DIKE RELOCATION SCENARIOS FOR FLOOD RISK MITIGATION IN THE UPPER DNISTER VALLEY

Ivan Kovalchuk
National University of Bioresources and Nature Use of Ukraine, Kyiv,
Joachim Quast, Volker Ehlert, Jörg Steidl, Sabine Fritsche
Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF),
Andrij Mykhnovych
Ivan Franko National University Lviv

Keywords: *modelling, floods, submergence, risk maps, dikes.*
Ключові слова*: моделювання, паводки, затоплення, карти ризику, дамби.*

Introduction. Floodplains of the Upper Dnister river in West Ukraine were hit by devastating floods during recent years. Knowledge on degree and distribution of flood risks and on possible mitigation measures are fundamental for improving the situation and essential for land use planning and regional development in riverine regions. Both aspects were covered by the works within the (sub-)project „Hydrology and Water Management“ which was integrated within the frame of the German-Ukrainian BMBF / UNESCO joint research project „Transformation Processes in the Dnister Region” – a binational interdisciplinary joint cooperation of Ukrainian and German research institutes with up to ten sub-projects within the sections of integrated land use, agriculture, forestry, and socio economy which was focussed towards the elaboration of mission statements for a sustainable regional development of the Upper Dnister Region [Roth et al., 2008].

Project works included, among others, an assessment of flood risk along a selected reach of the Upper Dnister and discussed possible flood protection measures. Evaluation of data on flood water surface levels and on dike levels showed clearly that water levels at 100year floods are partly above top of dikes and, thus, villages, agricultural lands, and public infrastructure were not protected sufficiently. The degree of flood endangerment is essentially characterised by water depths at inundation.

The present situation of flood protection requires essential improvement to reduce the risk of flooding connected with the destruction of settlements, infrastructural facilities, and agricultural lands.

Material and Methods. The flood related investigations concentrated on a section of the Upper Dnister between km 1280 (upper station) and km 1225 (lower station). For this river section data were provided by the project's data pool or regional water management authorities on a) longitudinal section with levels of river bed, water surface, and top of left and right dikes, b) cross section geometries, discharges and corresponding water surface levels at floods of 25%; 10%-, 2%- and 1%-probability for selected river stations, c) flood discharges and inundation map for the 1997 flood, and d) topographic maps 1:10000 with 0.5m contour lines. Additionally, Landsat images of early 1990ies were used as made available to the public by NASA. The investigations comprehended 1) evaluation of data on existing dikes and flood levels, 2) assessment of flood risks at different occurrence probabilities, and 3) impact assessment of flood protection measures.

Review of existing protection structures and flood risk mapping. Dike and flood levels data as compiled by Kaganow and Kozak [2003] were used for evaluating dike top levels and water surface levels at floods of the four considered probabilities. For flood risk assessment, the GIS-integrated hydro-dynamic model FloodArea [Geomer, 2003] was applied for Manning-Strickler- and D8-algorithm-based calculation of inundation depths and flooded areas [Kovalchuk & Myhknovych, 2001, 2002; Kovalchuk, Mykhnovych, Steidl, 2002; Kovalchuk 2008a, Myhknovych et al., 2005]. A digital elevation model was developed from the topographic maps and from dike elevation data while roughness coefficients [Acrement, 1989] were assigned to land use classes which were generated from the Landsat images by clustering. Model calibration was based on flood discharges and mapped inundation zones of the 1997 flood event. In accordance with methods applied for other flood risk mapping works for rivers Rhine and Elbe [IKSR, 2001; ELLA, 2006; NLWKN, 2005], flood extents and inundation depths were calculated for worst-case scenarios, assuming the peak water level of each considered flood event would be constant for 24 hours. Resulting inundation depths were classified according to the degree of endangering lives and goods in the manor of IKSR [2001] or ELLA [2006]. Further on, an additional assessment of the protection effects was performed comparing calculated flood areas for both the situation with existing dikes and without dikes. Therefore, a second set of flood simulations was run based on the same digital elevation model but without integration of dike elevations.

Assessment of impacts from improved protection structures and dike relocation. Impacts of possible flood protection improvements were appraised from information on planned retention structures and from modelling different cases of dike relocation [Kovalchuk et al. 2008b]. A survey of information and data on flood protection measures implemented or planned within the "Complex program of rural settlements and agricultural lands protection against negative

impacts of water in L'viv region in 2001 – 2010". Appraisal of dike relocation impacts were based on water surface level calculations applying the 1-dimensional model HEC RAS [Brunner, 2002; HEC, 2002]. Supplementary to the existing dikes alignment, three cases of dike relocation were assumed for right and left dike alignments parallel to the river axis at distances of 100 m, 150 m, and 200 m (Fig. 1). The dike relocations were considered for the whole length of the river section except for the extent of villages. The peak flood discharges given for different river stations were taken as model input flow.

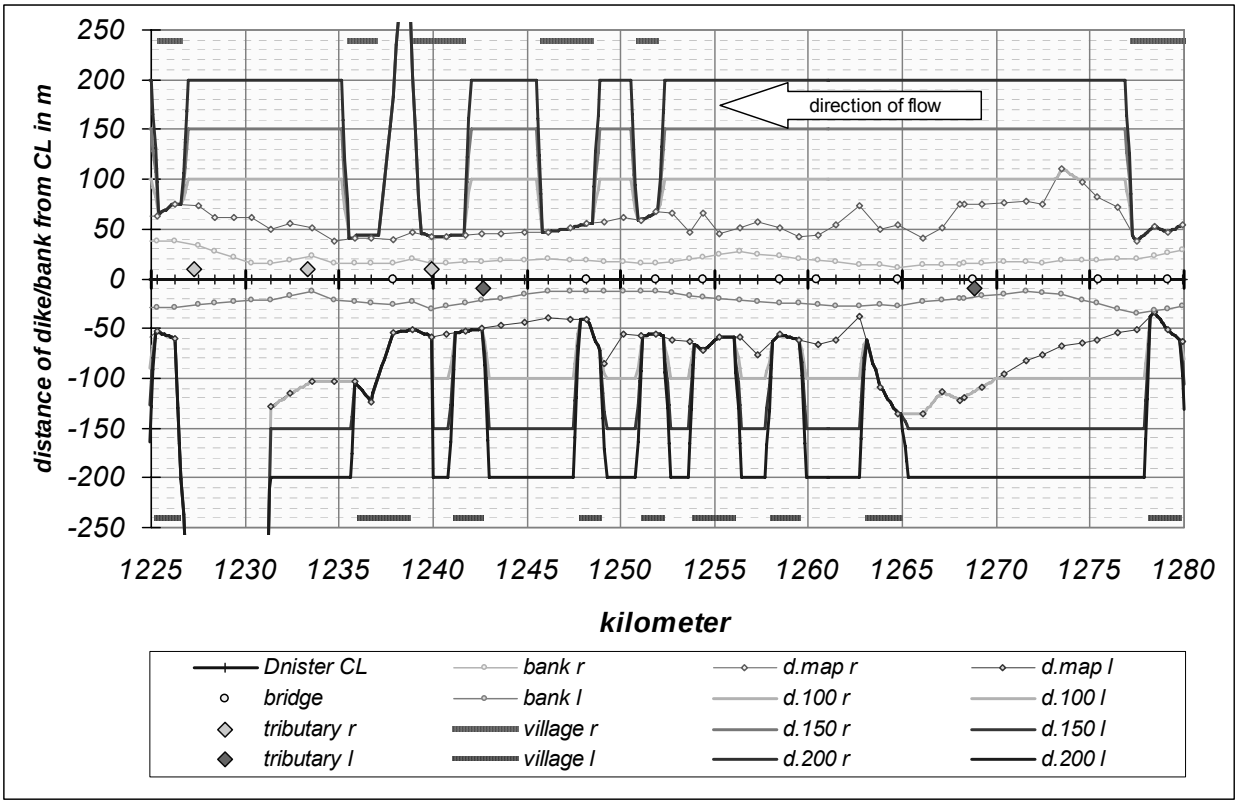


Fig. 1. **Scheme of alignments for existing dikes (according to maps 1/10000) and for possible dike relocations of 100m, 150 m, and 200 m distance from the Dnister centreline** (at villages, dike alignment was excepted from relocation and was set according to topographical maps)

Results

Existing protection structures and flood risk. Dike crests were overtopped at 100-year flood levels considerably on both right and left embankment. Flood levels of up to 0.5 m above crests occurred at about 30% of the considered river stations and at 20% dikes were overtopped by up to 1m. For another 30% of river stations flood levels were more than 1 m, in most cases of even more than 2 m, above dike levels. Overtopping heights increased towards the lower end of the river section.

The inundation and flood risk maps (Fig. 2) resulting from the model-based calculations of flood areas for the worst case scenarios showed large extents of inundation at 100-year and 50-year floods, even a 10-year flood inundated major parts of the floodplain. Already at 10-year floods large areas of the floodplain were inundated by depths of up to 4 m. Inundation depths above 4 m occurred at some sections at 50-year floods while they covered considerable parts of the floodplain at 100-year floods.

Comparing calculated inundation areas for the existing dikes and for an assumed situation without any dikes made clear that the existing dikes reduced the potentially floodable areas especially at floods of 25% and 10% probability. The differences between the cases with and without dikes became much smaller for the 50-year flood and were negligible for the 100-year flood.

Improvement of flood protection structures. Improvements of the existing flood protection were envisaged by the "Complex program of rural settlements and agricultural lands protection against negative impacts of water in L'viv region in 2001 – 2010" accepted by L'viv regional state administration. The programme reflected the urgent need for appropriate protection and included, among others, three reservoirs for temporary storage of flood discharges located on the right-bank floodplain and designed to retain more than 160 million m^3 of flood discharge. With each reservoir covering an area of 3100 ha to 3200 ha and having a retention capacity between 50 million m^3 and 57million m^3 for 7 to 12 days they will reduce flood risk for the regions of 11 villages (Fig. 3). Other measures concerned the construction of new dikes and reconstruction of existing dike by heightening crests or strengthening bottom sections.

Modelling of fictive dike relocations

Modelling of assumed fictive dike relocations showed water surface levels dropped below the water level related to the existing dike alignment. Drop down increased with increasing distance of relocation. In the upper part of the considered Dnister reach, water levels were lowered by 1 m to almost 2 m while in the lower part the water levels obtained from dike relocation were often only 0.1 to 0.5 m blow water level at given dike alignment (Fig. 4). In spite of the lowering effects of the dike relocations the resulting dropped water surface levels were still above the top of given dike crests within most of the considered river reach.

Discussion and conclusions. With dike levels below even water levels of 10% floods, the Dnister flood plain is protected against floods insufficiently. Inundation depths of more than 2 m, as identified by the flood risk maps, expose goods, estates and lives of residents to severe endangerment. Endangerments by such inundation depths are given especially for low areas and depression sites within the floodplain which are filled by flood water.

The urgent need to mitigate the exposure to flood risks is recognised and attempts towards an improvement of flood protection have started. Measures to retain flood discharges will lower flood water levels most effectively when cutting peak discharges by controlled filling of retention basins. Uncontrolled retention basins are usually less effective and might be filled at least partially when flood wave peaks are passing. Construction of retention basins and floodable polders are among internationally applied measures to lower flood water levels (e. g. at Rhine and Danube). Design is based on assumptions taken from hydraulic modelling, but there is no evidence for the real effectiveness of such retention basins. Assumption on the lowering effects may be taken from

flood induced dike breaches and observations of comparable lowering of downstream water levels.

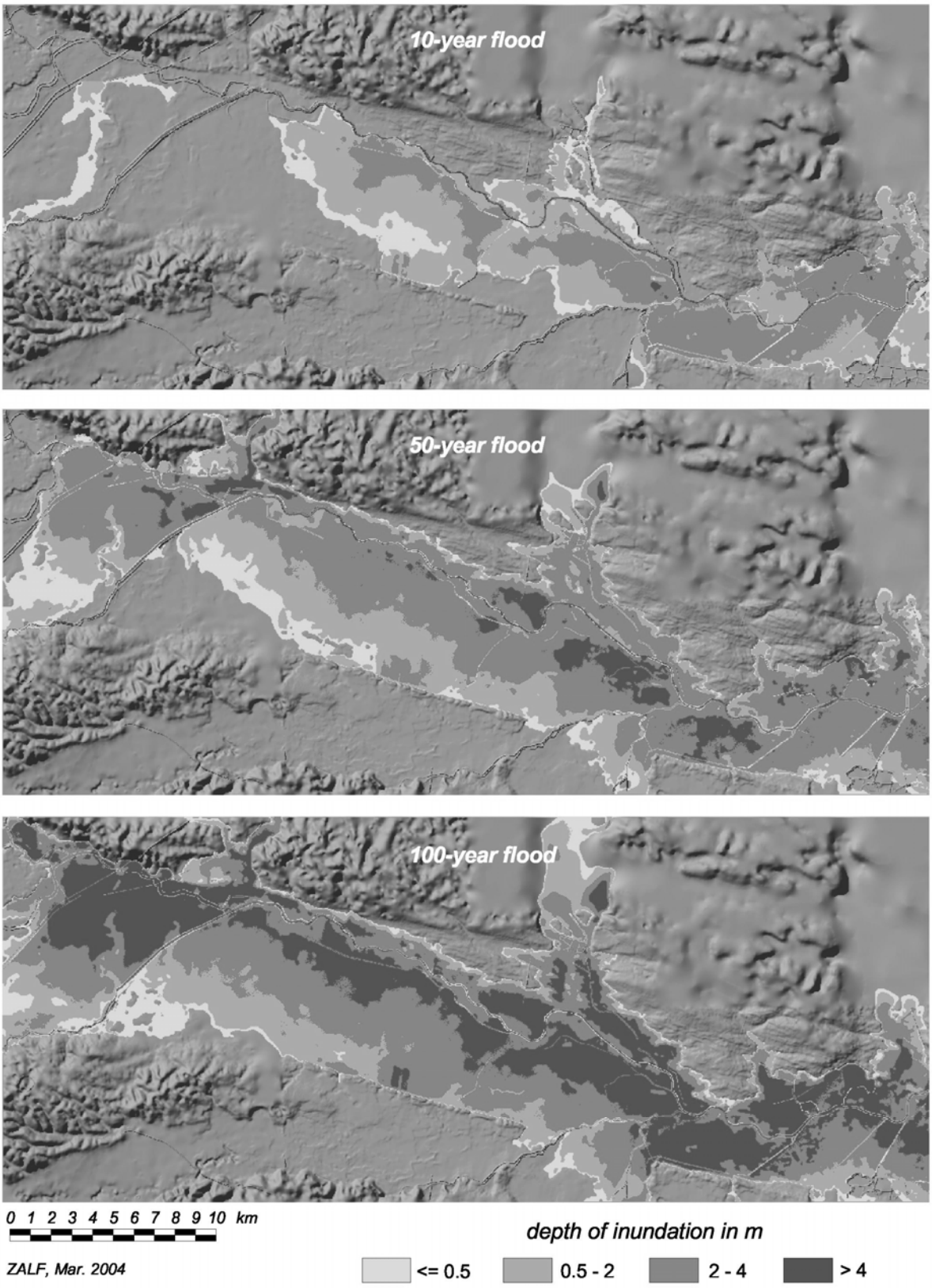
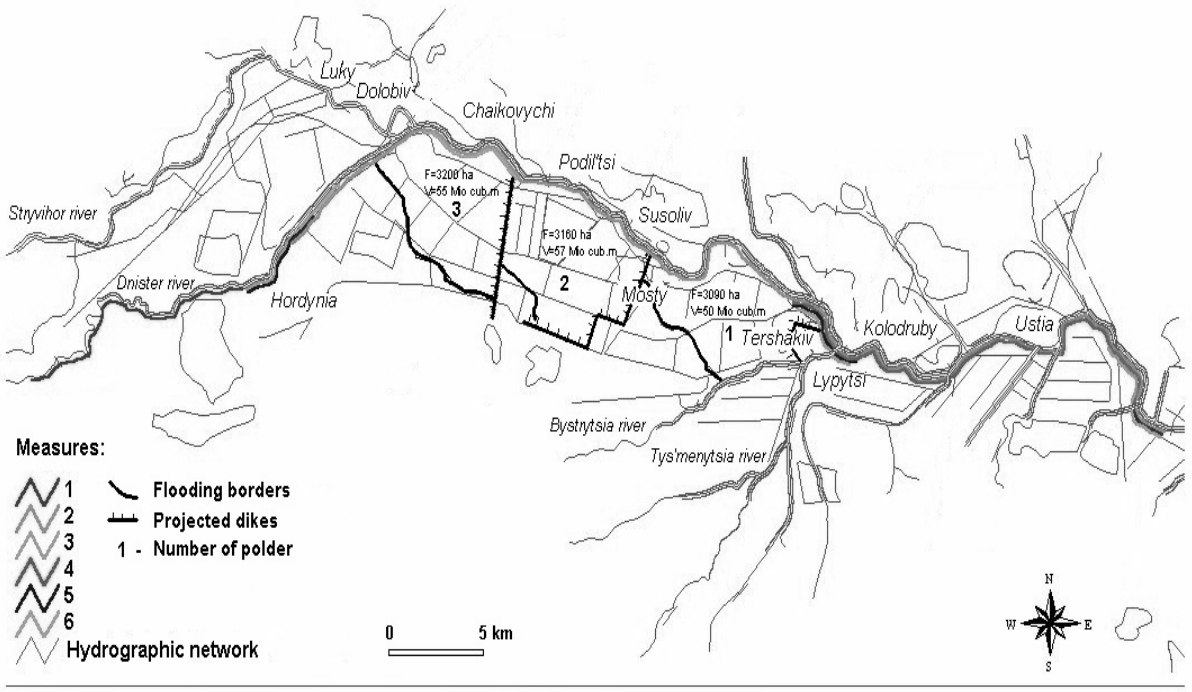


Fig. 2. **Extension and depth of inundation at 10-year, 50-year, and 100-year flood**



1 - new dikes building
2 - growing up of existing dikes for 1% flood passing
3 - growing up dikes in case of channel accumulation
4 - strengthen of dike base for 1% flood
5 - strengthen of dike base for 5% flood
6 - strengthen of dike base for 10% flood

Fig. 3. **Location and type of measures for improvement of flood protection and mitigation of flood risk at the Upper Dnister**

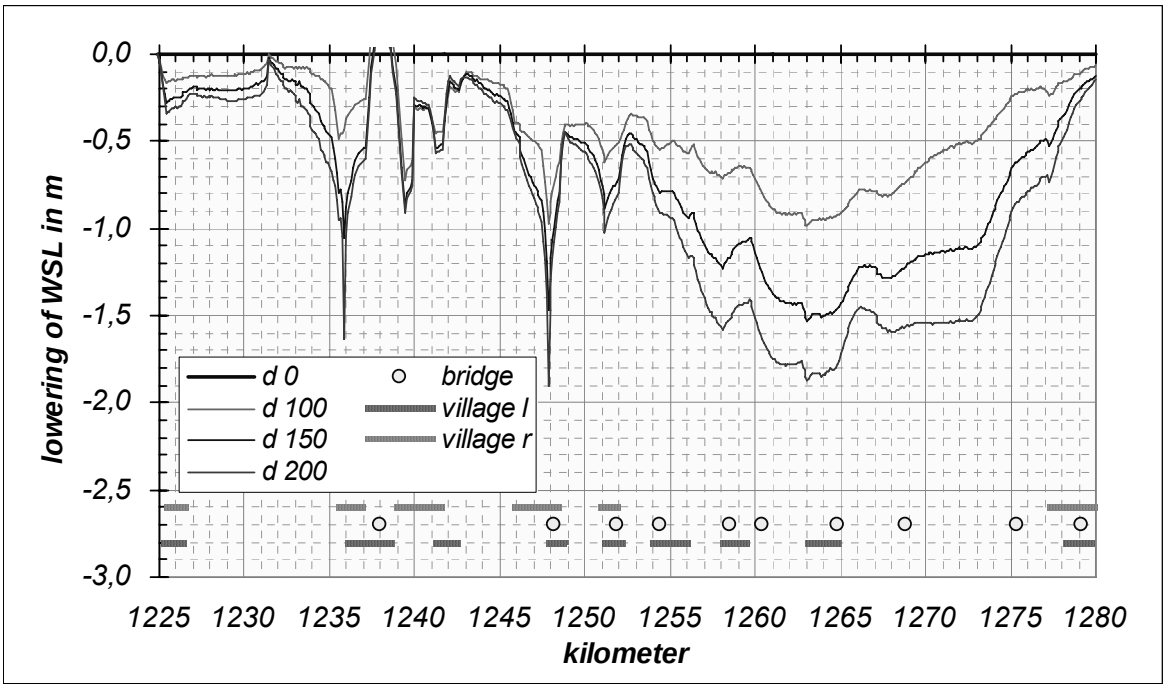


Fig. 4. **Lowering of 1%-flood water surface levels for three cases of dike relocation alignments (100 m, 150 m, and 200 m distance from Dnister center line) in relation to water surface level for existing dike alignment**

Widening cross sections by dike relocation is an efficient measure to lower flood water levels only where the widened cross section can be obtained over a certain longitudinal extent to become hydraulically effective as it is the case for the upper part of the considered Dnister reach. Where dike relocations cannot be realised because of villages and settlements, narrow existing cross sections remain as a bottleneck. Especially cross sections widening between longitudinally narrow spaced settlements produce little hydraulic effects. There, flood water levels are lowered over short distances only and then raised again due to not widened cross sections along settlements. In some of such cases water levels differ hardly from those obtained without any dike relocation. Only an option of continuously widened cross sections, i. e. extension of dike relocation to riverine village areas, would lead to further lowering of water levels, but would lead to conflict situations as well.

It is evident from the existing severe flood risks that measures are to be taken for risk mitigation. In many parts of the flood plain, risks are given by the topographic situation with low lying areas and depressions which are (at the investigated conditions) inundated and filled by the accumulation of overland flow of flood waters. Risk mitigation for such parts requires improvements of flood protection structures. Improvement works should be concentrated on dikes, i. e. rehabilitation and strengthening of existing dikes, relocation of dikes, and construction of new dikes. Choice among such measures shall be guided by economic, socio economic and ecologic aspects.

Acknowledgements. The project „Transformation Processes in the Dnister Region" was granted by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) for three working phases during an overall period from 1997 to 2005. It was run under the auspices of UNESCO.

References

1. Arcement, G.J. und V.R. Schneider (1989): Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains. US GSWS P. 2339. **2.** Brunner, G.W. (2002): HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. US-Army Corps of Engineers, HECenter, Davis. **3.** Disse; M., M.Hammer, B.Merz etc (2002): Vorsorgender Hochwasserschutz im Rheingebiet – welchen Beitrag leistet das DFNK. Zweites Forum Katastrophenvorsorge (DKKV): Extreme Naturereignisse – Folgen. – S. 269–277. **4.** ELLA (2006): Elbe Atlas. Community initiative ELLA represented by the Saxony State Office for Environment and Geology (LfUG), Dresden. **5.** Geomer (2003): User Manual FloodArea Version 2.5 - ArcView-extension for calculating flooded areas. Geomer Geoinformatik & Ressourcenmanagement, Heidelberg. **6.** HEC-Hydrologic Engineering Center (2002): HEC-RAS Applicatios Guide, Department of The Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources - HEC, Davis. **7.** IKSR-ICPR-International Commission for the Protection of the Rhine (eds.) (2001): Atlas on the risk of flooding and potential damage due to extreme floods of the Rhine, Koblenz. **8.** Kovalchuk, I.; A. Mykhnovych; V. Ehlert etc (2005): Floods modeling in the Upper Dnister river valley. - In: Integrated land and water resources management : towards sustainable rural development; 15-19 May 2005, Frankfurt (Oder), Germany and Slubice, Poland; Proceedings ; 21st European Regional Conference of the International Commission on Irrigation and Drainage : 1-11; Müncheberg (ICID). **9.** Kovalchuk, I.; A. Mykhnovych; J. Quast etc (2008a): Current Problems of Water Management in the Upper Dnister Basin. In: Roth et al., 2008. **10.** Kovalchuk, I.; A. Mykhnovych; J. Quast etc (2008b): Concepts of the sustainable water use

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

УДК 556.537 + 551.482

АНАЛІЗ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ РУСЛОФОРМУЮЧИХ НАНОСІВ ВЕРХНЬОГО ПРУТУ

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

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Площа частинки наносів становить:

$$F_ч = \pi d^2 / 4 \qquad (1)$$

Вага частинки наносів становить:

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

де γ - питома вага частинок наносів; V - об'єм частинок наносів.

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

$$K_н = \frac{P_ф}{F_ф} = \frac{2}{3}\gamma' \overline{d}, \qquad (3)$$

де $\overline{d}$ - середній діаметр фракції; $P_ф$ - вага фракції; $F_ф$ - площа зайнята частками фракції

$$P_ф = K_н \cdot F_ф \qquad (4)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

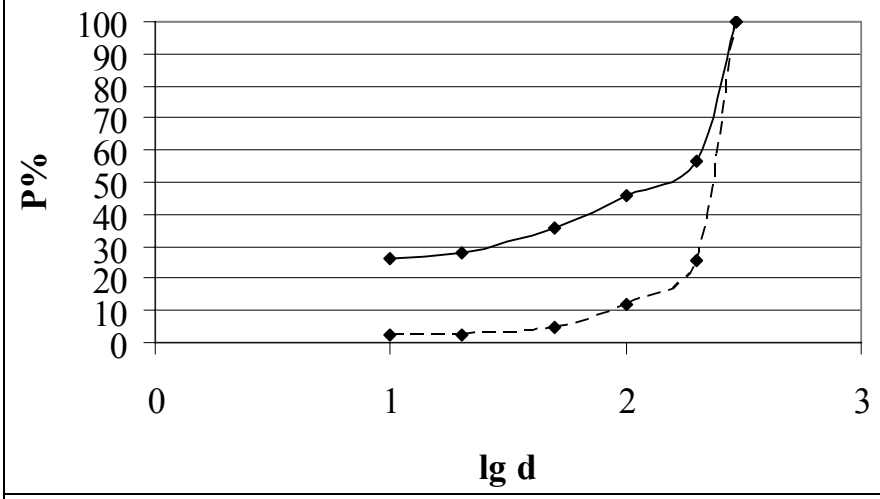


Рис. 1. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – с. Кремінці)**

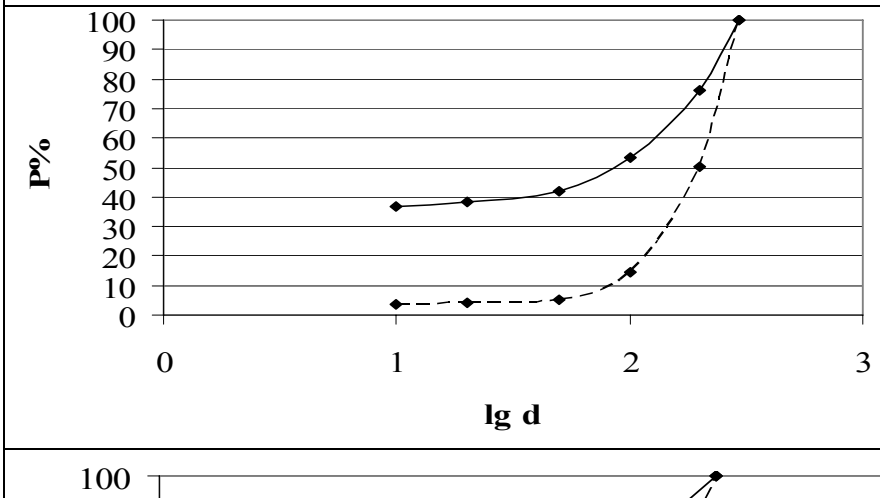


Рис. 2. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – смт Делятин)**

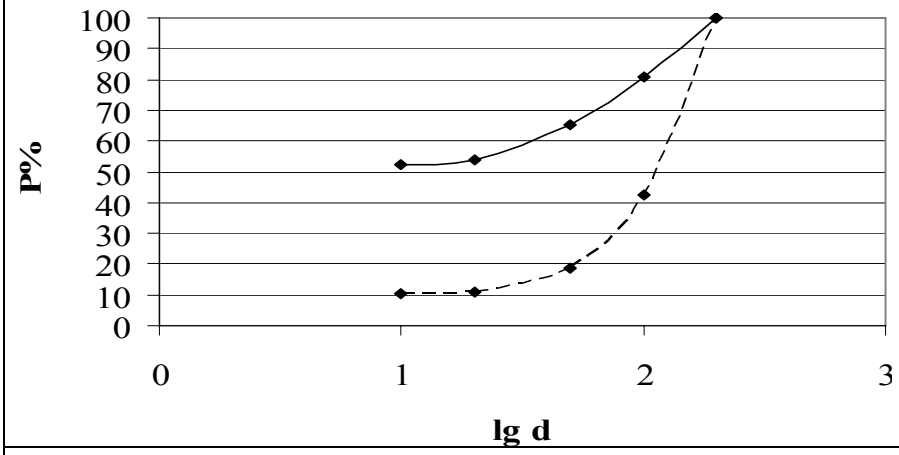


Рис. 3. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – м. Коломия)**

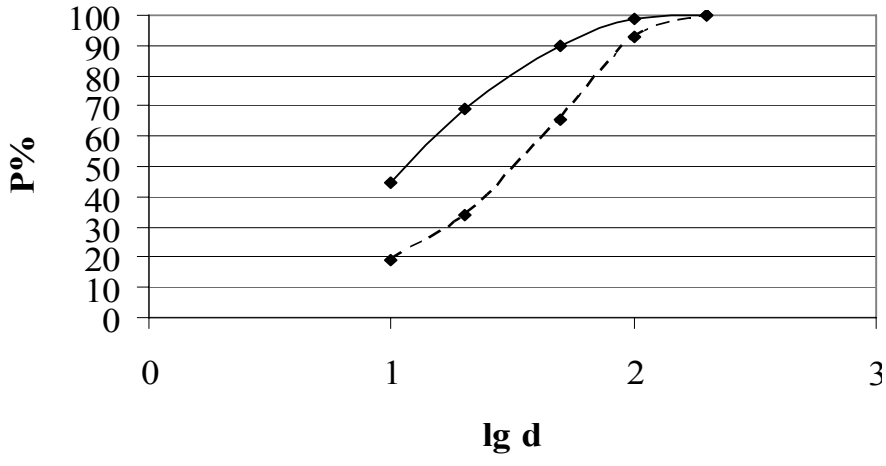


Рис. 4. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – с. Неполоківці)**

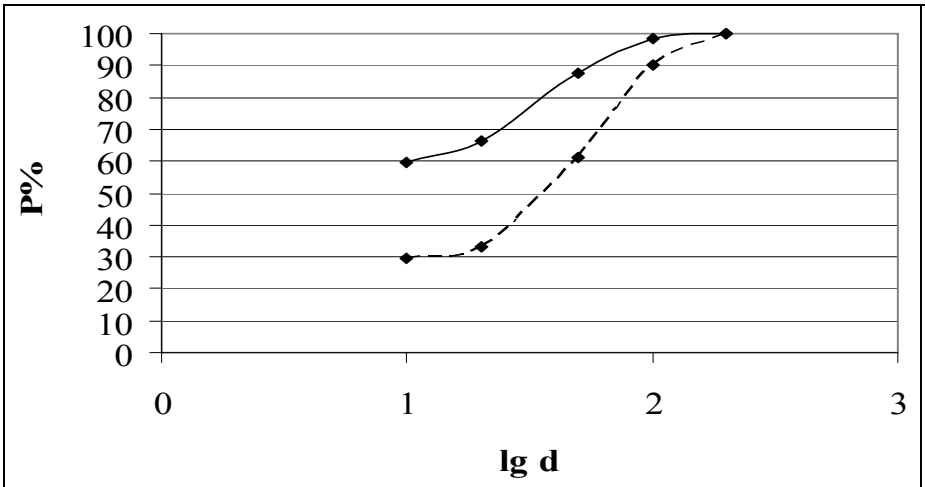


Рис. 5. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – м. Чернівці)**

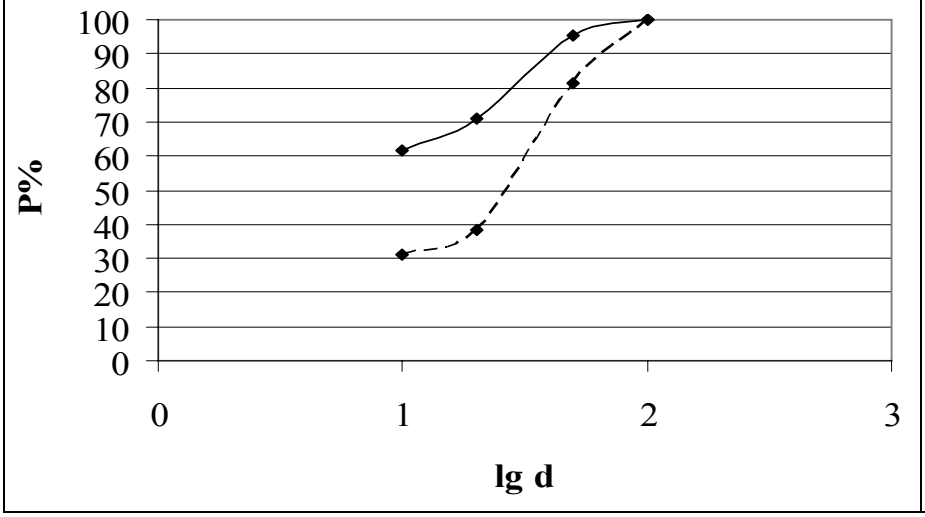


Рис. 6. **Інтегральна крива розподілу придонних наносів (р. Прут – с. Маршинці)**

Список літератури

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

Аналіз гранулометричного складу руслоформуючих наносів Верхнього Пруту

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

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

Анализ гранулометрического состава руслоформирующих наносов Верхнего Прута

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

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

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

Yushchenko S., Kyrylyuk A., Opechenyk V.

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

УДК 556.161

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

Лобода Н.С., Коробчінська А.О.

Одеський державний екологічний університет

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

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

стоку [2, 3]. Ці зміни асоціюють із змінами у характері великомасштабних атмосферних процесів, які викликані збільшення концентрації забруднюючих газів у повітрі [4, 5].

Північно-Атлантичне коливання (ПАК) – це перерозподіл атмосферних мас між Азорським максимумом та Ісландським мінімумом тиску [6]. ПАК визнаний домінуючою причиною мінливості зими у Північній півкулі, починаючи від Північної Америки до Європи та значної частини Азії [6, 7].

Позитивні значення індексів Північно-Атлантичного коливання зв'язують із підвищенням температур повітря та опадів в Північній Європі та зменшенням температури та кількості опадів у Південній Європі. Та навпаки, негативні індекси ПАК супроводжуються більш сухим кліматом в Північній Європі, та більш теплим й вологим кліматом у Південній Європі [1, 6].

На початку 80-х років XX століття було відмічено збільшення значень індексів ПАК (індекс ПАК увійшов у позитивну фазу), що супроводжувалось більш вологими та теплими зимами над Скандинавією та Північною Європою. Скандинавське коливання є складовою Північно-Атлантичного коливання, яке визначає клімат та водний режим Циркумбалтійських країн та Скандинавії. Скандинавський індекс, на відміну від ПАК, починаючи із 80-х років минулого сторіччя знаходиться у негативній фазі [1, 6]. Вплив індексів ПАК на формування гідрометеорологічних полів відомий давно, але для території України це питання мало вивчене. Ціллю дослідження є виявлення впливу Північно-Атлантичного та Скандинавського коливань (СК) на кліматичні фактори формування стоку та водні ресурси України.

Виклад основного матеріалу. У роботі використані матеріали спостережень за середньомісячними та річними значеннями опадів, температурою повітря та стоку річок для метеостанцій і гідрологічних постів з періодом спостережень перевищуючим або близьким до 100 років. До числа розглянутих метеорологічних станцій відносяться метеостанції Західної (Правобережної) України: Житомир, Кам`янець-Подільський, Тернопіль; до метеостанцій Східної (Лівобережної) України: Умань, Луганськ та Харків. Інформація по річному стоку Західної України включає до себе: р.Дністер – м.Бендери, р.Прут – м.Чернівці, р.Зах.Буг – м.Вишків, р.Дністер – с.Заліщики, р.Південний Буг – с.Олександрівка, р.Прип`ять – м.Мозир. Нами також були досліджені прилеглі до території Західної України водозбори: р.Дунай – м.Братислава, р.Мюреш – м.Арад. До водозборів Східної України відносяться: р.Десна – м.Чернігів, р.Сіверський Донець – м.Зміїв.

Для оцінки відгуку клімату та водних ресурсів України на зміни, що відбуваються в атмосферних процесах, були визначені коефіцієнти кореляції між індексами атмосферних процесів та гідрометеорологічними характеристиками (табл.1).

Таблиця 1. **Коефіцієнти кореляції між індексами Північно-Атлантичного коливання ($I_{ПАК}$), річними опадами (X) і середньорічними температурами повітря (T)**

Метеостанції *(роки спостережень)*	Параметр	За весь період спостережень					За період спостережень до 1980 року					За період спостережень після 1980 року				
		Рік	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	**Рік**	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	**Рік**	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)
Житомир *(1936-1990)*	X	**0,19**	0,22	0,19	0,19	0,11	**0,18**	0,34	0,22	0,02	0,16	**0,19**	0,03	0,18	0,21	0,22
	T	**0,39**	0,17	0,42	0,39	0,07	**0,24**	0,03	0,38	0,10	0,07	**0,64**	0,75	0,67	0,00	0,50
Умань *(1886-2001)*	X	**0,24**	0,33	0,09	0,24	0,12	**0,30**	0,40	0,12	0,16	0,07	**0,26**	0,06	0,12	0,10	0,18
	T	**0,27**	0,10	0,37	0,27	0,12	**0,12**	0,10	0,30	0,16	0,07	**0,59**	0,59	0,54	0,00	0,27
Київ *(1881-2001)*	X	**0,24**	0,28	0,11	0,24	0,00	**0,23**	0,30	0,08	0,03	0,12	**0,47**	0,14	0,29	0,18	0,43
	T	**0,31**	0,14	0,35	0,31	0,10	**0,20**	0,02	0,30	0,11	0,06	**0,59**	0,60	0,52	0,00	0,16
Кам'янець-Подільський *(1936-1990)*	X	**0,28**	0,37	0,06	0,28	0,10	**0,26**	0,43	0,04	0,15	0,03	**0,54**	0,21	0,36	0,23	0,60
	T	**0,30**	0,25	0,32	0,30	0,07	**0,05**	0,01	0,23	0,18	0,26	**0,80**	0,53	0,56	0,04	0,49
Тернопіль *(1881-1990)*	X	**0,17**	0,26	0,06	0,04	0,06	**0,09**	0,26	0,03	0,11	0,00	**0,75**	0,43	0,36	0,57	0,61
	T	**0,39**	0,19	0,38	0,39	0,11	**0,30**	0,06	0,34	0,16	0,02	**0,79**	0,70	0,61	0,10	0,58
Луганськ *(1881-2002)*	X	**0,26**	0,18	0,26	0,13	0,11	**0,27**	0,25	0,13	0,22	0,06	**0,34**	0,15	0,19	0,23	0,39
	T	**0,09**	0,06	0,20	0,15	0,05	**0,04**	0,24	0,30	0,22	0,08	**0,40**	0,47	0,48	0,11	0,01
Харків *(1881-2002)*	X	**0,30**	0,36	0,22	0,06	0,12	**0,32**	0,40	0,27	0,02	0,11	**0,41**	0,20	0,00	0,21	0,28
	T	**0,17**	0,04	0,27	0,05	0,03	**0,04**	0,13	0,19	0,08	0,08	**0,47**	0,51	0,51	0,08	0,19

Як основний метод досліджень був застосований метод лінійної парної регресії, на основі якого установлювалися зв'язки між гідрометеорологічними характеристиками та індексами атмосферної циркуляції. Установлено, що найтісніші зв'язки з метеорологічними характеристиками має індекс ПАК. Коефіцієнт кореляції річних значень цього індексу із річними сумами опадів змінюється від 0,17 (м.Тернопіль) до 0,30 (м.Харків), а із середньомісячними температурами повітря – від 0,09 (м.Луганськ) до 0,39 (м.Житомир та м.Тернопіль).

Вплив ПАК на формування кліматичного режиму України зменшується при переході від заходу до північного сходу та сходу. Слід зазначити, що після переходу річного індексу ПАК на початку 80-х років до позитивної фази коливань, внесок ПАК у формування температурного режиму та режиму зволоження посилився (табл.1).

Максимальне значення коефіцієнту кореляції між індексами ПАК та річними сумами опадів після 80-го року минулого сторіччя змінюється від 0,26 (м.Умань) до 0,75 (м.Тернопіль). Тіснота кореляційних зв`язків між індексами ПАК та середньорічними температурами повітря значно вища: коефіцієнт кореляції на території України змінюється від 0,40 (м.Луганськ) до 0,80 (м. Кам`янець-Подільський). На сезонний розподіл температур повітря ПАК найбільше впливає навесні, а на сезонний розподіл опадів - в зимовий сезон.

Безпосередній вплив індексів ПАК на коливання річного стоку є більш значущим для річок Західної України (табл.2). Коефіцієнт кореляції між річними індексами ПАК та річним стоком змінюється від 0,00 (р.Прип`ять – м.Мозир) до 0,39 (р.Південний Буг – с.Олександрівка), та досягає найменшого значення на півночі України (р.Дніпро – м.Київ, р.Прип`ять – м.Мозир, р.Десна – м.Чернігів). Установлено, що після переходу річних індексів ПАК до позитивної фази коливань (після 1980 року) відбулось зростання тісноти зв'язків між ними та величинами річного стоку.

Пошук впливу Скандинавського коливання на формування температурного режиму та режиму зволоження дозволив установити, що вплив Скандинавського коливання в найбільшій мірі проявляється на північному сході та півночі розглянутої території: метеостанції Київ, Харків, Умань, Луганськ (табл.3). Після 1980 р. вплив Скандинавського коливання посилився, що знайшло своє відображення у зростанні коефіцієнтів кореляції. Наприклад, $r_{X,СК} = 0,16$ при розгляді всього періоду спостережень та $r_{X,СК} = 0,33$ для періоду з 1981 по 2002 рр (м.Київ). Індекси Скандинавського коливання найбільш тісно зв'язані із температурами зимового сезону.

Коефіцієнт кореляції між річним стоком та індексом Скандинавського коливання перевищує кореляцію із індексами ПАК у межах північної та північно-східної території України. Наприклад, для р.Прип`ять – м.Мозир коефіцієнт кореляції з індексом ПАК складає 0,00, а

Таблиця 2 - **Залежність річного стоку (кореляція) від індексів Північно-Атлантичного ($I_{ПАК}$) та Скандинавського ($I_{СК}$) коливання**

Пост	***Кореляція з $I_{ПАК}$***			***Кореляція з $I_{СК}$***		
	За весь період спостережень	До 1980 року	Після 1980 року	За весь період спостережень	До 1980 року	Після 1980 року
р.Дніпро – м.Київ	**0,13**	0,14	0,15	**0,25**	0,33	***0,51***
р.Прип`ять – м.Мозир	**0,00**	0,10	0,22	**0,20**	0,06	***0,35***
р.Південний Буг – с.Олександрівка	**0,39**	0,39	***0,47***	**0,08**	0,03	0,19
р.Десна – м.Чернігів	**0,13**	0,22	0,19	**0,46**	0,29	***0,57***
р.Дністер – с.Заліщики	**0,20**	0,19	***0,31***	**0,10**	0,07	0,07
р.Західний Буг – м.Вишків	**0,11**	0,04	0,24	**0,10**	0,07	0,24
р.Сів.Донець – м.Зміїв	**0,37**	0,47	0,27	**0,48**	0,20	0,14
р.Прут – м.Чернівці	**0,28**	0,32	***0,31***	**0,07**	0,12	0,06
р.Тиса – м.Жегед	**0,43**	0,42	***0,65***	**0,08**	0,02	0,39
р.Мюреш – м.Арад	**0,24**	0,23	***0,43***	**0,07**	0,08	0,02
р.Дністер – м.Бендери	**0,25**	0,21	***0,35***	**0,12**	0,02	0,01
р.Дунай – м.Братислава	**0,21**	0,17	***0,63***	**0,14**	0,08	0,35

Таблиця 3. **Коефіцієнти кореляції між індексами Скандинавського коливання ($I_{СК}$), річними опадами (Х) і середньорічними температурами повітря (Т)**

Метеостанції *(роки спостережень)*	Параметр	За весь період спостережень					За період спостережень до 1980 року					За період спостережень після 1980 року				
		Рік	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	**Рік**	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)	**Рік**	Зима (XII-II)	Весна (III-V)	Літо (VI-VIII)	Осінь (IX-XI)
Житомир *(1936-1990)*	Х	**0,19**	0,13	0,35	0,01	0,32	**0,19**	0,37	0,39	0,22	0,26	**0,19**	0,24	0,39	0,15	0,21
	Т	**0,21**	0,20	0,00	0,00	0,00	**0,04**	0,12	0,16	0,04	0,03	**0,23**	0,24	0,14	0,63	0,09
Умань *(1886-2001)*	Х	**0,05**	0,18	0,22	0,01	0,10	**0,09**	0,09	0,40	0,19	0,30	**0,13**	0,03	0,04	0,02	0,02
	Т	**0,17**	0,31	0,05	0,10	0,07	**0,03**	0,15	0,13	0,02	0,04	**0,20**	0,37	0,01	0,19	0,05
Київ *(1881-2001)*	Х	**0,16**	0,21	0,24	0,04	0,29	**0,13**	0,19	0,17	0,02	0,37	**0,33**	0,12	0,26	0,18	0,28
	Т	**0,21**	0,30	0,07	0,07	0,00	**0,03**	0,10	0,07	0,08	0,02	**0,23**	0,38	0,04	0,20	0,00
Кам'янець-Подільський *(1936-1990)*	Х	**0,26**	0,16	0,02	0,00	0,45	**0,33**	0,05	0,19	0,19	0,51	**0,21**	0,53	0,58	0,22	0,05
	Т	**0,13**	0,13	0,04	0,09	0,01	**0,05**	0,12	0,16	0,10	0,03	**0,32**	0,03	0,17	0,59	0,07
Тернопіль *(1881-1990)*	Х	**0,27**	0,02	0,07	0,10	0,66	**0,32**	0,05	0,17	0,18	0,56	**0,00**	0,10	0,15	0,07	0,14
	Т	**0,10**	0,17	0,03	0,03	0,03	**0,04**	0,09	0,20	0,04	0,06	**0,32**	0,20	0,27	0,64	0,09
Луганськ *(1881-2002)*	Х	**0,07**	0,12	0,09	0,00	0,23	**0,30**	0,04	0,18	0,08	0,56	**0,08**	0,09	0,03	0,15	0,17
	Т	**0,25**	0,29	0,12	0,04	0,07	**0,12**	0,15	0,14	0,13	0,01	**0,22**	0,23	0,03	0,09	0,16
Харків *(1881-2002)*	Х	**0,19**	0,36	0,09	0,03	0,01	**0,20**	0,03	0,03	0,22	0,18	**0,20**	0,27	0,44	0,01	0,03
	Т	**0,04**	0,00	0,25	0,15	0,06	**0,01**	0,11	0,08	0,17	0,02	**0,26**	0,42	0,04	0,16	0,11

із Скандинавським індексом – 0,20 при розгляді всього періоду спостережень, а для періоду 1981-2002 рр. коефіцієнти кореляції змінюються на 0,22 та 0,35 відповідно. Для р.Сіверський Донець та р.Десна – м.Чернігів коефіцієнт кореляції річного стоку із індексами СК перевищує 0,45 (табл. 3).

Висновки. Північно-Атлантичне коливання значною мірою впливає на формування температурного режиму (весна, III-V), режиму зволоження (зима, XII-II). Коефіцієнти кореляції між гідрометеорологічними характеристиками та індексами Північно-Атлантичного коливання зменшуються у напрямі із заходу на схід. Після 1981 року вплив Північно-Атлантичного коливання посилився. Значущий лінійний зв'язок між індексами ПАК та сезонними гідрометеорологічними характеристиками температур повітря став спостерігатися як у весняний, так і зимовий сезон. А між індексами ПАК та характеристиками опадів як у зимовий, так і осінній (IX-XI) сезони.

Вплив Скандинавського коливання є суттєвим для півночі та північного сходу (м/с Київ, Харків, Луганськ, Умань, гідрологічні пости р.Дніпро - м.Київ, р.Десна – м.Чернігів, р.Прип`ять – м.Мозир).

Отримані результати можуть бути використані при розробці методик розрахунків гідрометеорологічних характеристик в умовах глобального потепління.

Список літератури

1. Лобода Н.С. Оценка влияния атмосферных процессов Северной Атлантики на формирование полей годового стока рек Украины / Н.С. Лобода // Укр. гідрометеорологічний журнал. – 2008. №3. **2.** Коробчінська А.О. Роль Північно-Атлантичного коливання у мінливості гідрометеорологічних характеристик рівнинної України/ А.О. Коробчінська // Матеріали IX наук. конф. молодих вчених (11-16 травня 2009 р.). – Одеса : ОДЕКУ, 2009. **3.** Рудник А.О. Роль Північно-Атлантичного коливання у мінливості гідрометеорологічних характеристик Українських Карпат / А.О. Рудник // Матеріали IX наук. конф. молодих вчених (11-16 травня 2009 р.). – Одеса : ОДЕКУ, 2009. **4.** Мартазинова В.Ф. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние / В.Ф.Мартазинова, Т.А.Свердлик // Труды УкрНИГМИ. – 1999. – Вып.246 – С. 21-27. **5.** Мартазінова В.Ф. Зміни великомасштабної атмосферної циркуляції повітря протягом XX сторіччя та її вплив на погодні умови і регіональну циркуляцію повітря в Україні / В.Ф. Мартазінова, Т.О. Свердлик // Український географічний журнал. – 2001. – №2 – С. 28-34. **6.** J.W. Hurrell and R.R. Dickson. Climate variability over the North Atlantic // Marine Ecosystems and Climate Variation. The North Atlantic: A comparative perspective. – Oxford, 2005. – P. 15-31. **7.** Uvo C.B. Analysis and regionalization of northern Europian winter precipitation based on its relationship with the north atlantic oscillation // International journal of climatology, 23. -2003 – P. 1185-1194 .

Оцінка впливу мінливості Північно-Атлантичного і Скандинавського коливань на гідрометеорологічні характеристики України

Лобода Н.С., Коробчінська А.О.

Разглянуто вплив великомасштабних атмосферних процесів на кліматичний і водний режим України. Встановлено, що Північно-Атлантичне коливання суттєво впливає на формування гідрометеорологічного режиму Західної України, а

Скандинавське - Північної та Північно-східної. Особенно сильно ПАК діє на температурний режим. Після 1980 року вплив ПАК і СК посилився.

Оценка влияния изменчивости Северо-Атлантического и Скандинавского колебаний на гидрометеорологические характеристики Украины

Лобода Н.С., Коробчинская А.А.

Рассмотрено влияние крупномасштабных атмосферных процессов на климатический и водный режим Украины. Установлено, что Северо-Атлантическое колебание оказывает значительное влияние на формирование гидрометеорологического режима западной Украины, а Скандинавское - северной и северо-восточной. Особенно сильно САК воздействует на температурный режим. После 1980 года воздействие САК и СК усилилось.

Assessing the impact of variability of the North Atlantic and Scandinavian fluctuations in the hydrological and meteorological characteristics of the Ukraine

Loboda N.S., Korobchinskaya A.A.

The influence of large-scale atmospheric processes on climate and water regime in the Ukraine. Established that the North Atlantic Oscillation has a significant influence on the formation of the hydrometeorological regime of western Ukraine, and Scandinavian - the northern and north-east. Especially strong NAO affects on the temperature regime. After 1980, the impact of NAO and SCA increased.

УДК 556.162

ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВОДНОГО БАЛАНСУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ) ТА ЇХ БАГАТОРІЧНІ КОЛИВАННЯ

Чорноморець Ю.О., Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *водно-тепловий баланс, водний режим, характеристики стоку, зміни клімату*

Актуальність проблеми. Зміни кліматичних характеристик, що мають місце на сьогоднішній день, відобразилися на функціонуванні практично всіх природних систем, зокрема, і на водності річок. Тому актуальність даного дослідження обумовлена необхідністю виявлення ступеню впливу зазначених кліматичних змін на річковий стік з можливістю деталізації наявних відмінностей між попередньою та сучасною схемами внутрішньорічного розподілу коливань водності.

Мета досліджень. Метою досліджень є виявлення закономірностей у багаторічних коливаннях та у внутрішньорічному розподілі основних елементів водного балансу річкового басейну Десни, як однієї з найменш зарегульованих річок України з можливою подальшою перевіркою отриманих висновків на інших річкових басейнах.

Основні результати досліджень. Річковий стік можна розглядати з різних позицій. В першу чергу це результат взаємодії факторів клімату і підстильної поверхні. В такому випадку, він є продуктом розвитку системи «клімат-підстильна поверхня». Приймаючи, що антропогенний

вплив не відіграє суттєву роль у формуванні стоку Десни (за даними [2], ступінь зарегульованості річок басейну Десни в межах України коливається від 1-2% на середніх річках (рр. Снов та Сейм) до 9-17 % на малих річках (рр. Есмань та Шостка); коефіцієнт зарегульованості стоку власне Десни становить біля 3%), а вплив фізико-географічних факторів в середньому по басейну залишається умовно рівномірним у багаторічному розрізі, «управлінським» параметром вказаної системи є фактори клімату. Серед кліматичних факторів на річковий стік прямо пропорційно впливають опади та обернено пропорційно - випаровування, однак їх перерозподіл, у свою чергу, є результатом коливань температури повітря. Достовірного зв‘язку між коливаннями водності річок і температурою повітря не простежується, оскільки тут залучаються глобальні циркуляційні процеси, вивчення яких вимагає більш масштабних об‘єктів дослідження.

Тому розглядається взаємодія опади–стік, а взаємодія температура-стік може стати, наприклад, основою довгострокових прогнозів при накопиченні більш тривалих рядів спостережень. Не розглядаючи причин, що викликали зміни кліматичних характеристик, а приймаючи останні як результат зовнішніх збурень, відповідно до аналізу існуючих рядів спостережень можна описати наслідки їх дії.

Коливання середніх річних значень температури повітря (рис.1) характеризуються, в загальному випадку, тенденцією до зниження у період від початку спостережень до 1988 року та тенденцією до зростання з 1989 по 2005 рр. [3]. Структура коливань має періодичний харакер. Особливо чітко це проявляється при аналізі різницевої інтегральної кривої коливань середніх річних значень температури повітря за даними окремих метеорологічних станцій, розташованих в українській частині басейну Десни.

Різницеві інтегральні криві дають змогу виділити багаторічні коливання температури повітря, що характеризуються тенденцією до зниження від початку обраного періоду до 1988 року, та тенденцією до зростання з 1989 року по теперішній час. Тому саме цей рік прийнято переломним у розрахунках [4].

Ступінь впливу зовнішнього чинника у внутрішньорічному розрізі можна оцінити через відсоток зміни середньої місячної температури повітря (рис.2).

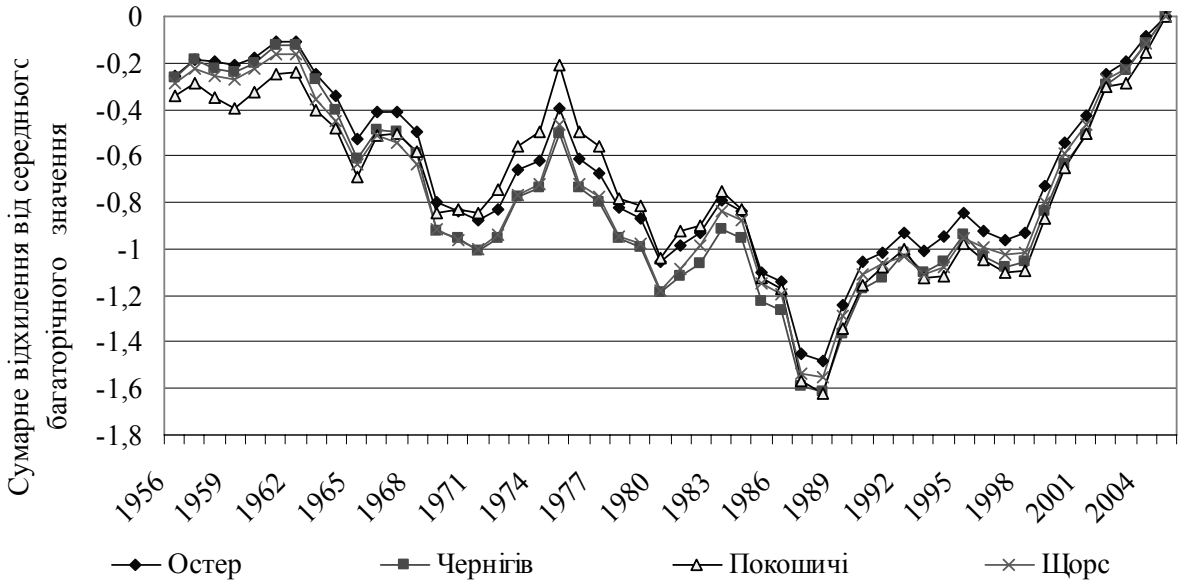


Рис.1. **Різницеві інтегральні криві коливань середніх річних значень температури повітря за даними окремих метеостанцій, розташованих в українській частині басейну Десни**

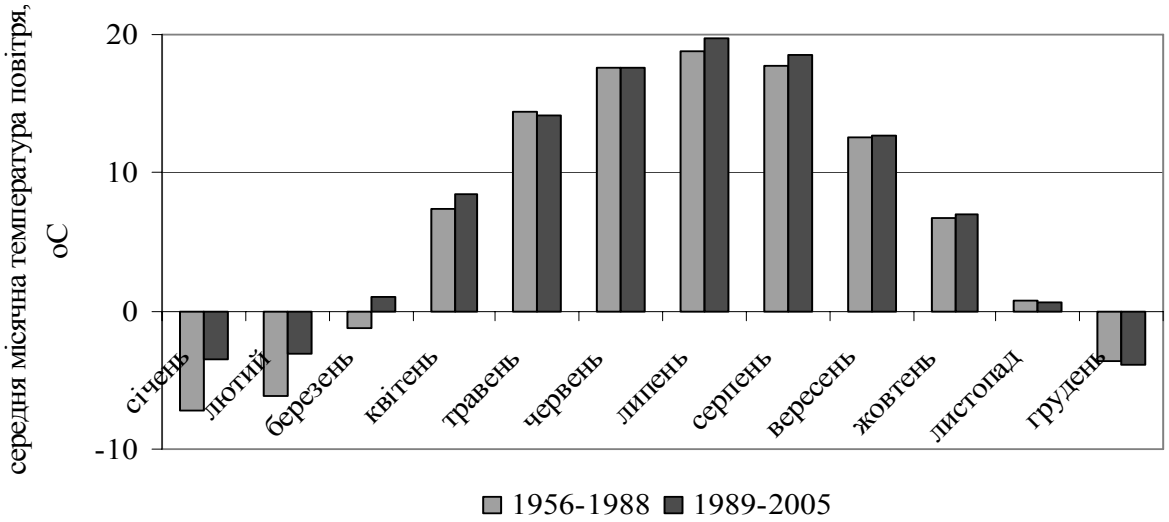


Рис.2. **Зміна середньої місячної температури повітря, осередненої для української частини басейну Десни за два характерні періоди**

За результатами розрахунків можна зробити висновок про те, що середня місячна температура повітря з травня по грудень, протягом останніх 20-ти років практично не змінилася, коливання обмежуються $\pm 1^0$C. Проте середня температура повітря в січні у другому періоді зросла майже на 4^0C, у лютому - на 3^0C, а у березні та квітні - на 2^0C. Така закономірність притаманна для усіх метеорологічних станцій басейну. Однак, якщо виразити описані зміни у відсотках від середнього місячного значення за попередній період (1956–1988 рр.) отримаємо наступні тенденції: у січні та лютому температура зросла у 1,5 рази, у березні у 2,8 рази, у квітні на 14%, у травні та у червні залишилася практично незмінною, у період з липня по жовтень незначно зросла, до 5%, або

залишалася незмінною, у листопаді зменшилася на 23%, а у грудні знизилася на 9%.

Отже, впродовж двох останніх десятиліть зафіксовано найбільше зростання середньої місячної температури повітря у січні - березні. Найбільш суттєвим це зростання виявилося саме для березня, що має безпосереднє відношення до річкового стоку. Як бачимо, зміни стосуються періоду накопичення волого запасів в басейні, що приймають участь у формуванні весняного водопілля. Тобто зростання температури у зазначений період призводить до значно меншого, порівняно з попередніми роками, промерзання ґрунту, до частих відлиг і, як наслідок, до утворення нестійкого снігового покриву, з невеликими запасами води. На річковому стоці це відображається через зменшення інтенсивності водопілля, що і буде показано далі.

Коливання річної кількості опадів (рис. 3) не мають чітко вираженого часового тренду, а відбуваються у вигляді взаємокомпенсуючих відхилень від певного середнього значення. Аналізуючи графік коливань річних сум опадів можна виділити повні цикли 1965-1976 рр. (12 років) та 1977-1994 рр.(18 років). Впродовж останнього періоду (з 1995 року) спостерігається коливання річних сум опадів близько кліматичної норми.

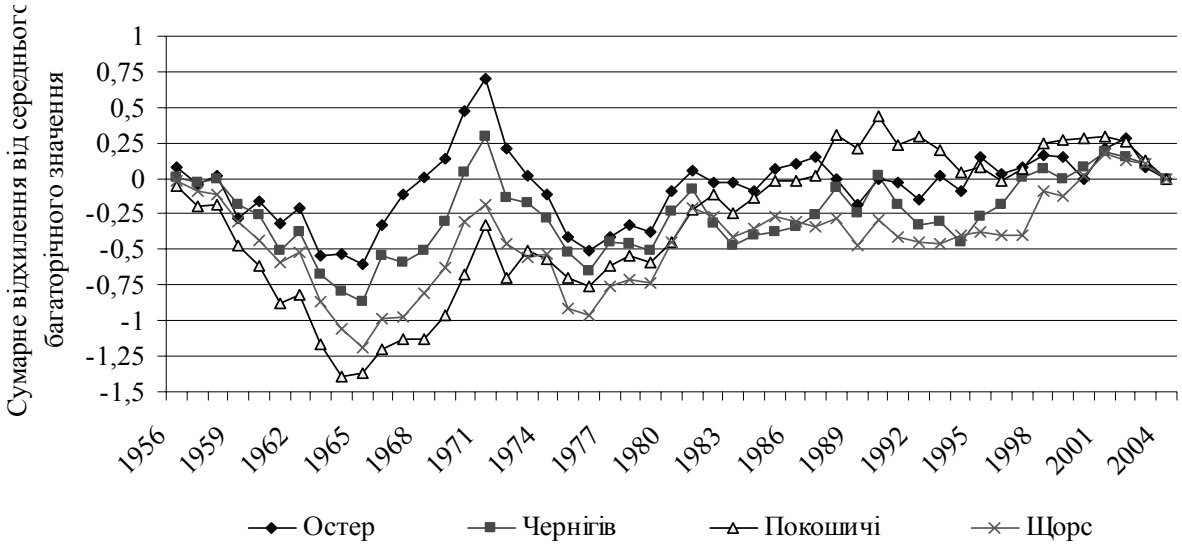


Рис.3. **Різницеві інтегральні криві коливань річних сум опадів за даними окремих метеостанцій, розташованих в українській частині басейну Десни**

Тобто односпрямованих змін, подібних до зміни температури повітря (див. рис.1), у багаторічній динаміці річної кількості опадів не виявлено. Найбільш суттєві відмінності проявилися у їх внутрішньорічному розподілі.

У результаті впливу зовнішнього чинника, у вигляді зміни характеру атмосферної циркуляції, змінився внутрішньорічний розподіл кількості опадів у бік його вирівнювання протягом року, що проявилося, в

загальному випадку, у зменшенні внутрішньорічної амплітуди коливань на 25% (рис. 4).

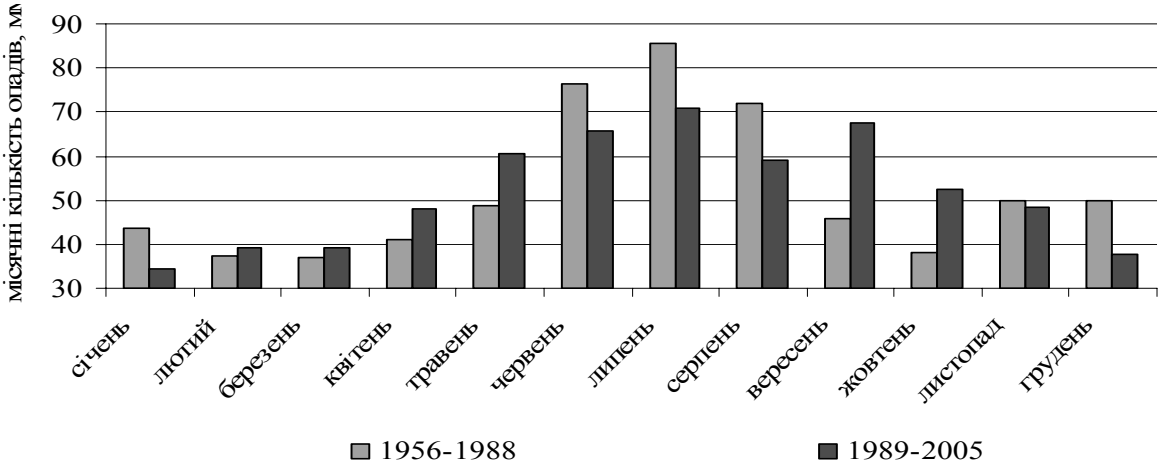


Рис.4. **Зміна місячної кількості опадів, осередненої для української частини басейну Десни за два характерні періоди**

Коливання внутрішньорічного розподілу кількості опадів характеризується досить значною неоднорідністю. Кількість опадів у січні зменшилася за даними всіх метеостанцій на 9-11 мм (або в середньому на 21%), з лютого по квітень дещо зросла (від 5% у лютому до 16% у квітні). У травні середня місячна кількість опадів зросла на 10-15 мм (або в середньому на 24%); в період з червня по серпень спостерігається зменшення кількості опадів з максимумом у липні – 20 мм (або на 17% по метеостанціях Чернігів і Щорс), вересень і жовтень характеризуються зростанням кількості опадів з максимумом у вересні (на станції Остер - 27 мм, або на 34%), у листопаді і грудні посилюється тенденція до зменшення кількості опадів у другому розрахунковому періоді. Найбільша амплітуда змін характерна для станції Остер, а найменша – для станції Покошичі. Осереднений за всіма метеостанціями внутрішньорічний розподіл кількості атмосферних опадів характеризується зменшенням амплітуди коливань їх середніх місячних значень на 12 мм (із 49 до 37 мм). При цьому у другому періоді кількість опадів зменшилася влітку (на 10-12 мм), а також у грудні-січні. Для решти місяців характерне зростання місячної суми опадів від 2 мм (або 5%) у лютому і березні до 22 мм у вересні (або 38%).

Як реакція на зміну кількості опадів відбулася зміна внутрішньорічного розподілу стоку (рис.5).Внутрішньорічний розподіл коливань водності аналізувався з використанням середніх місячних шарів стоку за даними гідрологічних постів з найбільш тривалим періодом спостережень. Зміни більш чітко проявилися на річках з меншими площами водозбору, оскільки коливання водності Десни вцілому є більш інерційними. Зростання середньомісячного шару стоку впродовж 1989 – 2005 рр. спостерігається протягом усього року, за виключенням квітня і травня, коли величина шару стоку зменшилася. На постах р.Десна - м.Чернігів та р.Десна - с.Розльоти ця тенденція більш розтягнена в часі, а

на постах р.Сейм – с.Мутине, р.Снов – м.Щорс інтенсивне зниження спостерігається лише у квітні (це пояснюється меншою тривалістю водопілля). Починаючи з червня поточного року і по березень місяць наступного року іде поступове зростання середніх місячних величин стоку під час другого періоду, порівняно з першим від 10% у вересні до 60 % у лютому. Зменшення шарів стоку відбулося в середньому по басейну у квітні на 37% та у травні на 4% (за рахунок зменшення шару стоку весняного водопілля).

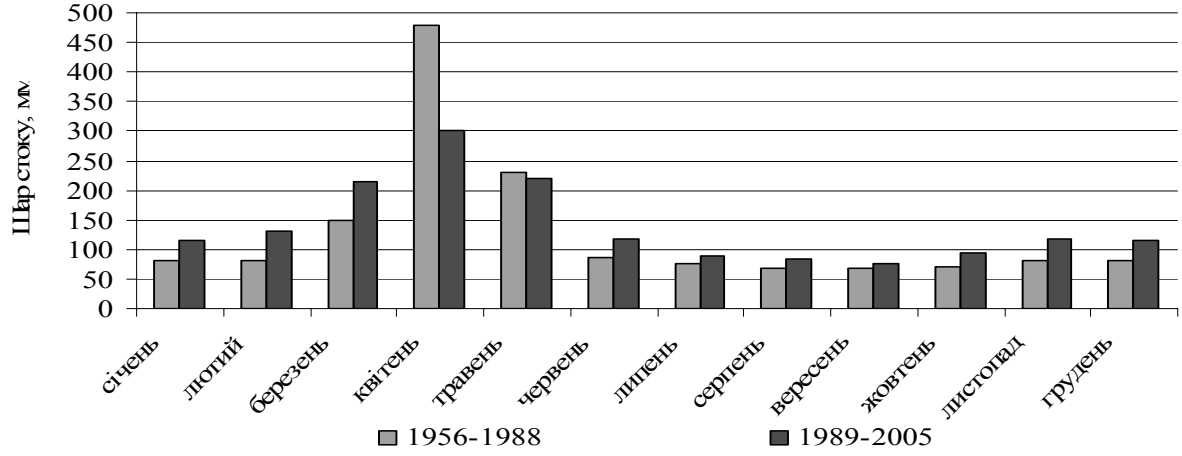


Рис.5. **Зміна середнього місячного шару стоку, осередненого для української частини басейну Десни за два характерні періоди**

Зміни внутрішньорічного розподілу стоку річка Десна за два характерні періоди в загальних рисах характеризує осереднений гідрограф стоку. Для його побудови використані дані про щоденні витрати води р. Десна по гідрологічному посту м. Чернігів (рис.6). Рисунок чітко показує розпластування хвилі весняного водопілля із зміщенням його початку на більш ранні терміни та зменшенням його осередненого максимуму (1245 $м^3/с$ – за перший період; 851 $м^3/с$ – за другий період) на 32%. Одночасно прослідковується зростання водності меженних періодів року, яке є найбільш суттєвим для зимової межені.

Для оцінки багаторічних коливань водності річок басейну Десни проведені побудови різницевих інтегральних кривих коливань максимальних, мінімальних та середніх річних витрат води.

Середні річні витрати води (рис.7) характеризуються тенденцією до зниження від початку обраного періоду до 1976 р. та тенденцією до зростання від 1977 р. по теперішній час. Винятком є гідрологічний пост р. Снов – м. Щорс, на якому переломним є 1989 рік.

Багаторічні коливання максимальних річних витрат води характеризуються спільною тенденцією до зниження, в середньому по басейну, з 1989 року по теперішній час (рис. 8).

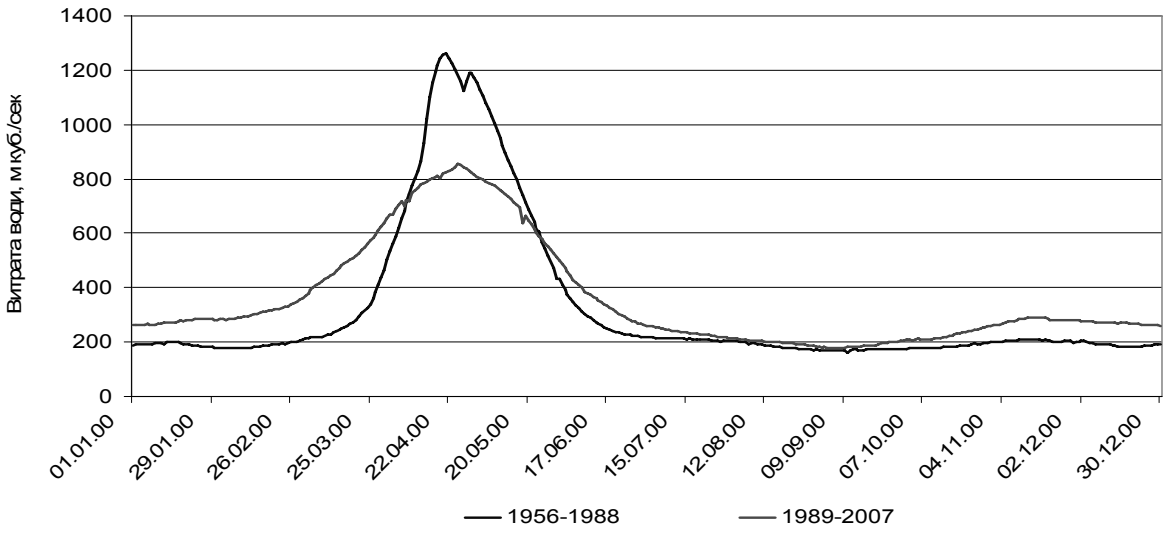


Рис.6. **Осереднені гідрографи стоку води р. Десна – м. Чернігів за два характерні періоди**

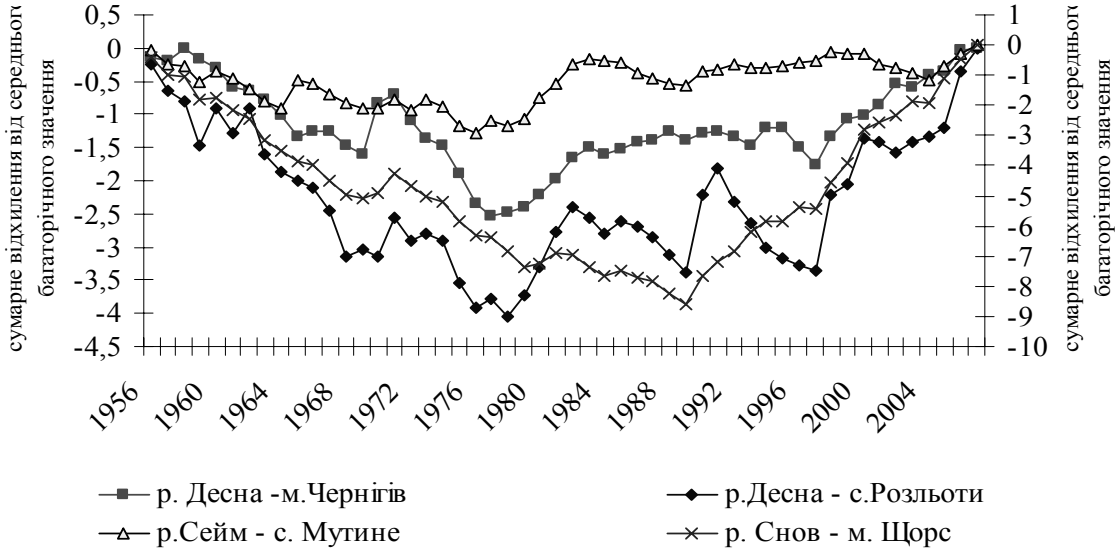


Рис. 7. **Різницеві інтегральні криві коливань середньої річної витрати води за даними окремих гідрологічних постів української частини басейну Десни**

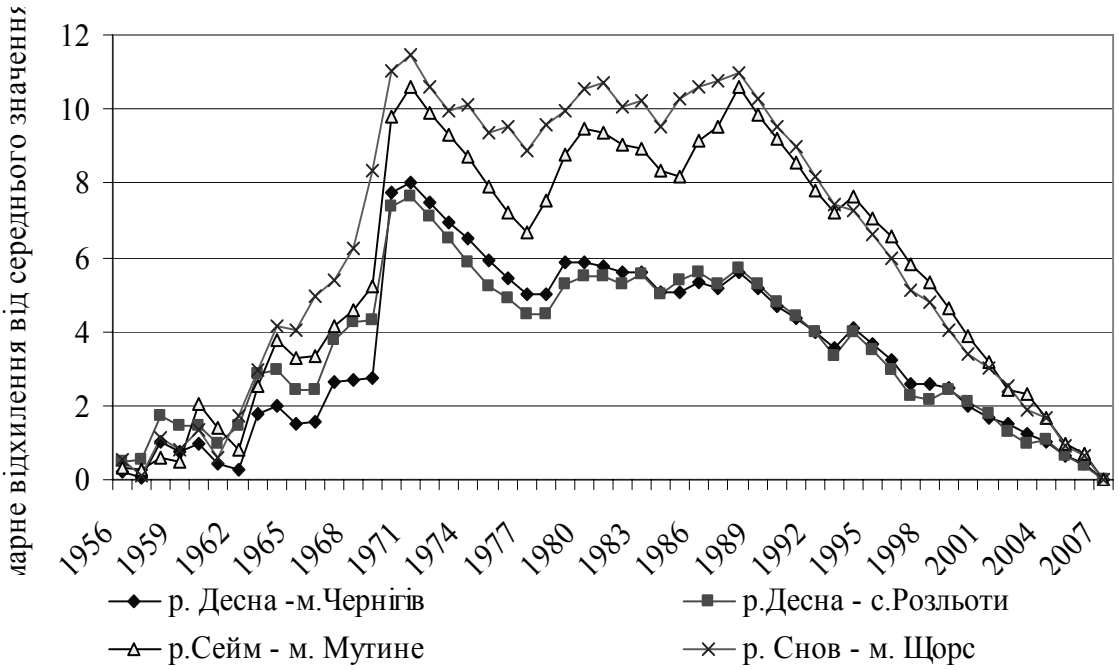


Рис. 8. **Різницеві інтегральні криві коливань максимальної річної витрати води за даними окремих гідрологічних постів української частини басейну Десни**

Це обумовлено змінами умов формування весняного водопілля в межах басейну. Часті відлиги впродовж зимового періоду, зменшення глибини промерзання ґрунту, скорочення величини снігозапасів перед початком весняного водопілля призводять до зменшення його об‘ємів та величини максимальної річної витрати.

Мінімальні річні витрати води характеризують постійне підземне живлення річок. Їх багаторічна динаміка на річках басейну (рис.9) свідчить про спрямоване зростання частки підземного стоку у живленні річок.

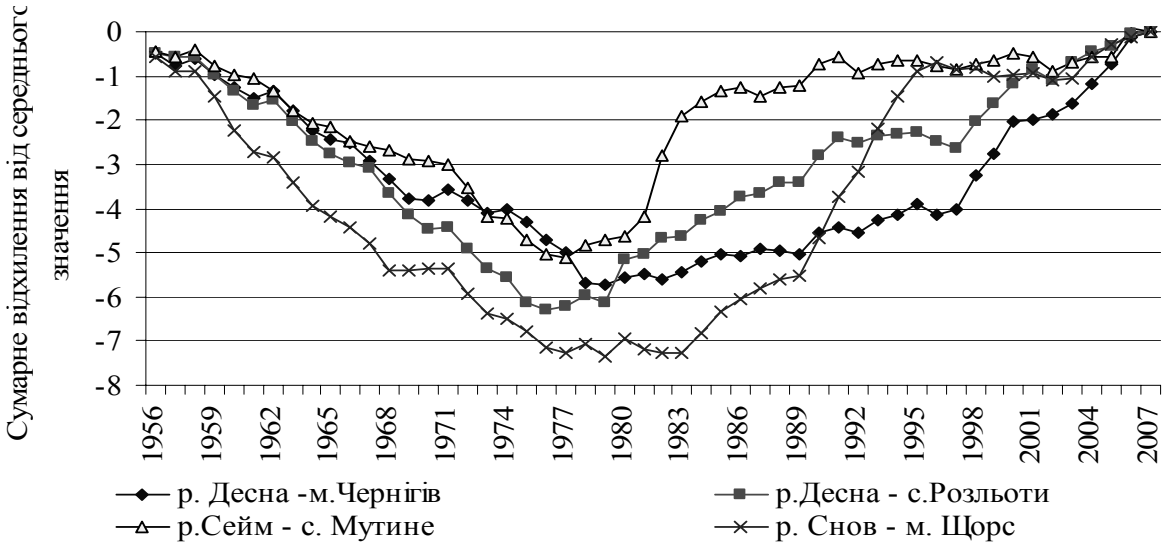


Рис. 9. **Різницеві інтегральні криві коливань мінімальної річної витрати води за даними окремих гідрологічних постів української частини басейну Десни**

За даними наших досліджень, по р. Десна – м. Чернігів частка підземного живлення впродовж останніх 20-ти років зросла з 45 % до 55%.

Висновок. Зростання середньої річної температури повітря та, особливо температури зимово-весняного сезону (січень-квітень), а також зміни внутрішньорічного розподілу опадів впродовж останніх двох десятиліть досить суттєво відобразилися на багаторічному та внутрішньорічному розподілі стоку води річок басейну Десни. При цьому, з одного боку, можна відмітити зменшення амплітуд багаторічних коливань водності, а з іншого - відповідне йому зменшення амплітуд внутрішньорічного розподілу стоку через зменшення середньомісячних шарів стоку травня і, особливо, квітня місяців та їх зростання із серпня до березня місяця. За існуючих температурних змін виявлені тенденції до зниження стоку водопілля і його зростання у меженний період проявляються у багаторічних коливаннях водності через збільшення мінімумів маловодних періодів і зменшення максимумів багатоводних.

Список літератури.

1. Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневський, О.О. Косовець. – К. : Ніка-Центр. – 2003. – 324 с. **2.** Водне господарство в Україні /За ред. А.В. Яцика, В.М.Хорева. – К. : Генеза, 2000. - 456с. **3.** Гребінь В.В. Географо-гідрологічний аналіз як метод дослідження сучасних змін водного режиму річок/ В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. - Т.9. - С.17-30. **4.** Чорноморець Ю.О. Багаторічна динаміка основних елементів водного режиму р. Десна / Ю.О. Чорноморець // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. - Т.17. - С. 80-93.

Внутрішньорічний розподіл окремих елементів водного балансу річок басейну Десни (в межах України) та їх багаторічні коливання

Черноморець Ю.А., Гребінь В.В.

Представлені результати досліджень сучасних змін елементів водно-теплового балансу у межах української частини басейну Десни і реакції характеристик водного режиму річок басейну (багаторічних коливань, внутрішньорічного розподілу, максимального і мінімального стоку) на зміни кліматичних параметрів.

Внутригодовое распределение отдельных элементов водного баланса рек бассейна Десны (в пределах Украины) и их многолетние колебания

Черноморец Ю.А., Гребень В.В.

В работе представлены результаты исследований современных изменений элементов водно-теплового баланса в пределах украинской части бассейна Десны и реакции характеристик водного режима рек бассейна (многолетних колебаний, внутригодового распределения, максимального и минимального стока) на изменения климатических параметров.

Elements of water river balance annual distribution of Desna Basin and their annual fluctuations

Chornomoretz Yu., Grebin' V.

Survey results of water and thermal balances changing inside the Ukrainian part of Desna Basin are shown in this article. Moreover water regime characteristics of Desna basin (long-term fluctuation, stream-flow annual distribution , maximum and minimum flow) are estimated in detail. Also reactions of water regime characteristics from alteration climatic parameter are studied.

УДК 556.5.06+528.94

ПРОСТОРОВЕ УЗАГАЛЬНЕННЯ НОРМ РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ

Горбачова Л.О.
Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м.Київ

Ключові слова *норма стоку води, цифрова карта, просторове узагальнення*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Узагальненням норм річного стоку води в різні роки займалось багато видатних гідрологів (Д.І.Кочерін, А.В.Огієвський, Д.Л.Соколовський, В.І.Мокляк, К.П.Воскресенський та ін.) [1-4]. В їхніх роботах було викладено методики щодо картування норм річного стоку та побудовано карти їхнього розподілу. Однак, незважаючи на велику кількість досліджень в цьому напрямку на сьогодні не існує єдиних науково обґрунтованих підходів щодо просторового узагальнення норм річного стоку. А з появою географічних інформаційних систем (ГІС), які дозволяють виконувати різні види інтерполяції виникають питання застосування цих технологій до просторового узагальнення розрахункових гідрологічних характеристик та розробки методичних підходів щодо такого застосування. Тому основним завданням даної статті є обґрунтування методичних підходів узагальнення та просторової інтерполяції норм річного стоку на основі ГІС-технологій.

Виклад основного матеріалу досліджень. Просторове узагальнення норм річного стоку можна виконати застосовуючи різні підходи. Найбільше застосування набув метод картування [4]. Зрозуміло, що побудована карта норм річного стоку повинна відповідати вимогам надійності й точності визначення по ній норм стоку, в першу чергу, для невивчених у гідрологічному відношенні річок. У випадку коли карта норм стоку будується із застосуванням ГІС, наприклад, MapInfo Version 7.0. доцільно розглянути два аспекти, які й визначають точність такої побудови. По-перше, необхідно визначити метод комп'ютерної інтерполяції, від якого буде залежати ступінь перетворення вихідної інформації та подальше її просторове представлення. По-друге, застосувати обґрунтовані у гідрологічному відношенні методичні підходи щодо картування норм річного стоку.

Методи комп'ютерної інтерполяції, які можна застосувати для побудови цифрової карти норм річного стоку детально розглянуті у роботі [5]. В ній доведено, що найбільш доцільно будувати інтерпольовану поверхню норм річного стоку тріангуляційним методом, який дозволяє позбутися суб'єктивних чинників, автоматично отримувати значення норми річного стоку у будь-який точці карти. Також перевагою тріангуляційної моделі є те, що точність побудови інтерполяційної поверхні знаходиться в межах точності вихідних даних.

Застосовані у даній роботі методичні підходи щодо картування норм річного стоку використовують і розвивають концептуальні підвалини просторового узагальнення характеристик стоку, що викладені у роботах В.І.Мокляка, Л.Г.Онуфрієнко, Н.Ф.Бефані, Є.Д.Гопченка, В.А.Овчарук [4, 6, 7].

Зрозуміло, що на формування величини річкового стоку впливають зональні й азональні чинники. Зональні відображають зміну кліматичних факторів (опадів, температури, випаровування та ін.) у широтному відношенні, що і є підставою для картування стокових характеристик. Наявність азональних чинників (висотне положення, залісеність, заболоченість та ін.) порушують широтний розподіл величин стоку. Тому, при картуванні норм річного стоку доцільно виключити вплив таких факторів шляхом знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозбору, залісеності, заболоченості на формування величини стоку, що й було запропоновано у роботі [7].

Для знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозборів, залісеності й заболоченості у роботі Гопченка Е.Д., Овчарук В.А. [7] спочатку запропоновано привести величини норм річного стоку на водозборі до однієї умовної широти. Умовну широту рекомендовано визначати таким чином, щоб вона приблизно відповідала центру тяжіння досліджуваного водозбору річки.

При картуванні характеристик стоку як визначальний чинник у формуванні їхніх величин розглядається географічна зональність. Однак, деякі водозбори річок простягаються з заходу на схід, тобто їхній стік залежить від впливу географічної довготи. Саме тому, у цій роботі запропоновано також привести норми річного стоку до однієї умовної довготи.

Після таких перетворень можна безпосередньо приступити до знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозбору, залісеності, заболоченості. Режим річок, особливо гірських, залежить від висотного положення водозбору. Вплив залісеності й заболоченості на річковий стік має неоднозначний характер й залежить від конкретних умов у басейні річки. Тому, при узагальненні величин норм річного стоку по території України необхідно привести їх до однорідних умов формування.

Вплив висотного положення водозбору на величини норм річного стоку, що приведені до умовної широти та довготи можна визначити на підставі залежності $q_{\varphi,\lambda} = f(\overline{H})$ шляхом отримання коефіцієнту впливу висотного положення

$$K_H = 1 \pm \beta_H \overline{H}, \qquad (1)$$

де $K_н$ – коефіцієнт впливу висотного положення на величину норми річного стоку; $\beta_н$ - коефіцієнт регресії, що визначається за лінійною кореляцією $q_{\varphi,\lambda} = f(\overline{H})$; $q_{\varphi,\lambda}$ - норма річного стоку, що віднесена до однієї умовної широти, довготи, л/с км^2; $\overline{H}$ - середня висота водозбору, м.

Отримавши $K_н$ можна привести величини норм річного стоку до висоти рівня моря

$$q_{\varphi,\lambda} = q_{\varphi,\lambda,H} K_H , \tag{2}$$

звідки

$$q_{\varphi,\lambda,H} = q_{\varphi,\lambda} / K_H , \tag{3}$$

де $q_{\varphi,\lambda,H}$ - норма річного стоку, що віднесена до однієї умовної широти, довготи та висоти на рівні моря, л/с км^2.

Аналогічно можна визначити вплив на норму річного стоку залісеності та заболоченості, тобто [7]

$$K_л = 1 \pm \beta_л \lg(f_л + 1), \tag{4}$$

$$K_б = 1 \pm \beta_б \lg(f_б + 1), \tag{5}$$

де $f_л$, $f_б$ – відповідно відносна залісеність, заболоченість басейну річки, %.

Формули (4) і (5) дозволяють привести величини норм річного стоку до $f_л=0$, $f_б=0$

$$q_{\varphi,\lambda,H,f_л} = q_{\varphi,\lambda,H} / K_л , \tag{6}$$

$$q_{\varphi,\lambda,H,f_л,f_б} = q_{\varphi,\lambda,H,f_л} / K_б \tag{7}$$

Таким чином, просторове узагальнення норм річного стоку по території України здійснюється на підставі

$$q_{пр} = q/(K_H K_Л K_б), \tag{8}$$

де $q_{пр}$ – приведена норма стоку до висоти на рівні моря, $f_л=0$, $f_б=0$.

Виключення впливу азональних факторів на формування величин норм річного стоку зроблено за басейновим принципом. Для гірських річок Криму та Карпат застосовано поділ їх території на райони, що є однорідними за експозицією схилів по відношенню до вологоносних вітрів переважаючих напрямків, запропонований Л.Г.Онуфрієнко у роботі [4]. Для території Карпат було виділено 4 райони (рис.1): південно-південно-західний, південно-південно-східний, північно-північно-західний, східний. Територія гірської частини Криму поділена на три райони: північний, західний та південний (рис.2).

Побудовано залежності норм річного стоку від широти та довготи центрів тяжіння водозборів, їхньої середньої висоти, залісеності, заболоченості для басейнів річок Дніпра (рис.3), Південного Бугу, Західного Бугу, Сіверського Донця, Дністра, а також річок Приазов'я, Криму та Карпат.

Отримано для кожного водозбору рівняння на основі таких залежностей, які дозволили привести норми стоку до умовної широти та довготи, а також одержати формули для розрахунків коефіцієнтів впливу висотного положення водозборів, залісеності й заболоченості. Крім того, для кожного басейну річки побудовані графіки зв'язку модуля стоку води з площею водозбору. Аналіз графіків дозволив визначити граничні площі, до яких спостерігається зменшення стоку води, що надало змогу не використовувати для узагальнення норм річного стоку ці дані. Це

дозволило здійснити просторове узагальнення норм річного стоку за формулою (8).

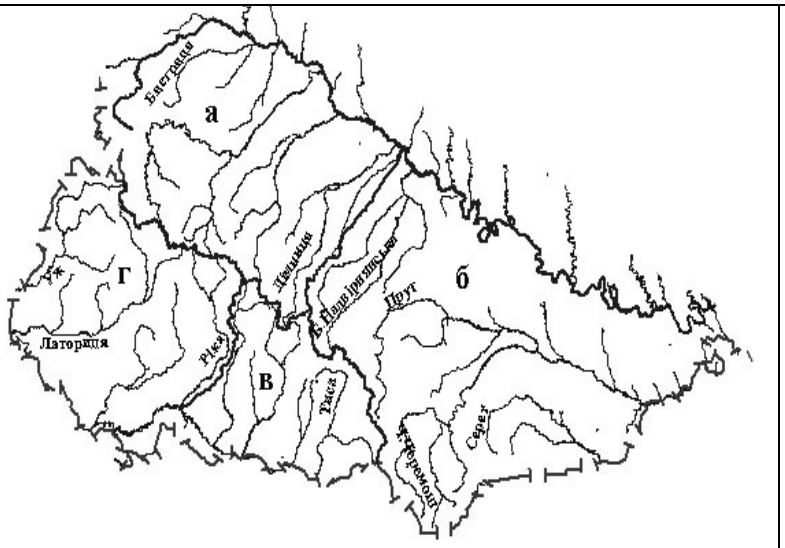


Рис. 1. **Схема районів на території Українських Карпат***:* північно-північно-західний район (а); східний район (б); південно-південно-східний район (в); південно-південно-західний район (г) [4]

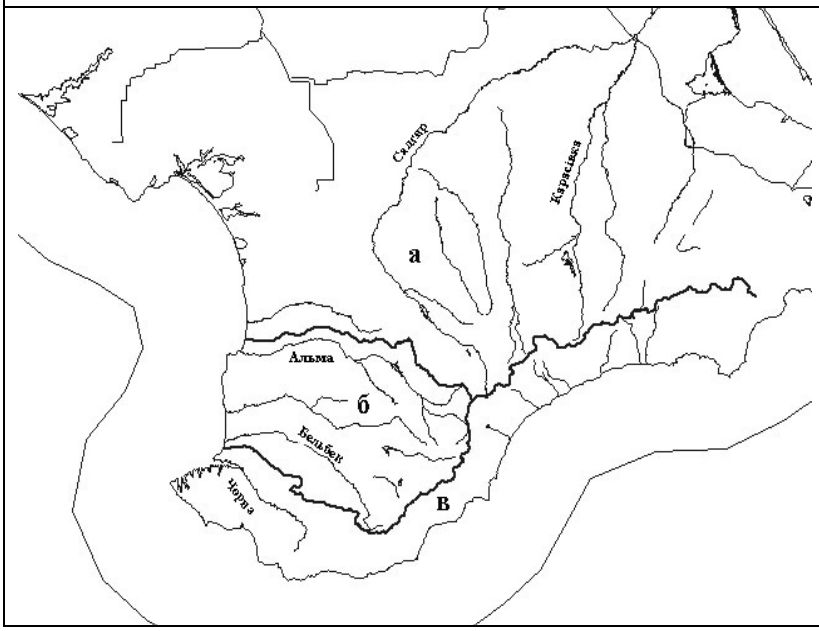


Рис.2. **Схема районів гірської частини Криму:** північний район (а); західний район (б); південний район (в) [4]

Використовуючи TIN-інтерполяцію у ГІС MapInfo Version 7.0. побудована цифрова карта норм річного стоку для річок України (рис.4), що відбиває норми стоку, які позбавлені впливу висотного положення водозборів, лісистості та заболоченості. При користуванні такою картою вводяться поправки на вплив цих чинників. Аналіз отриманої карти свідчить, що величини норм річного стоку збільшуються з півдня на північ та зі сходу на захід, що повністю відповідає розподілу кліматичних чинників. Крім того, така карта суттєво деталізує особливості розподілу модуля стоку по території України.

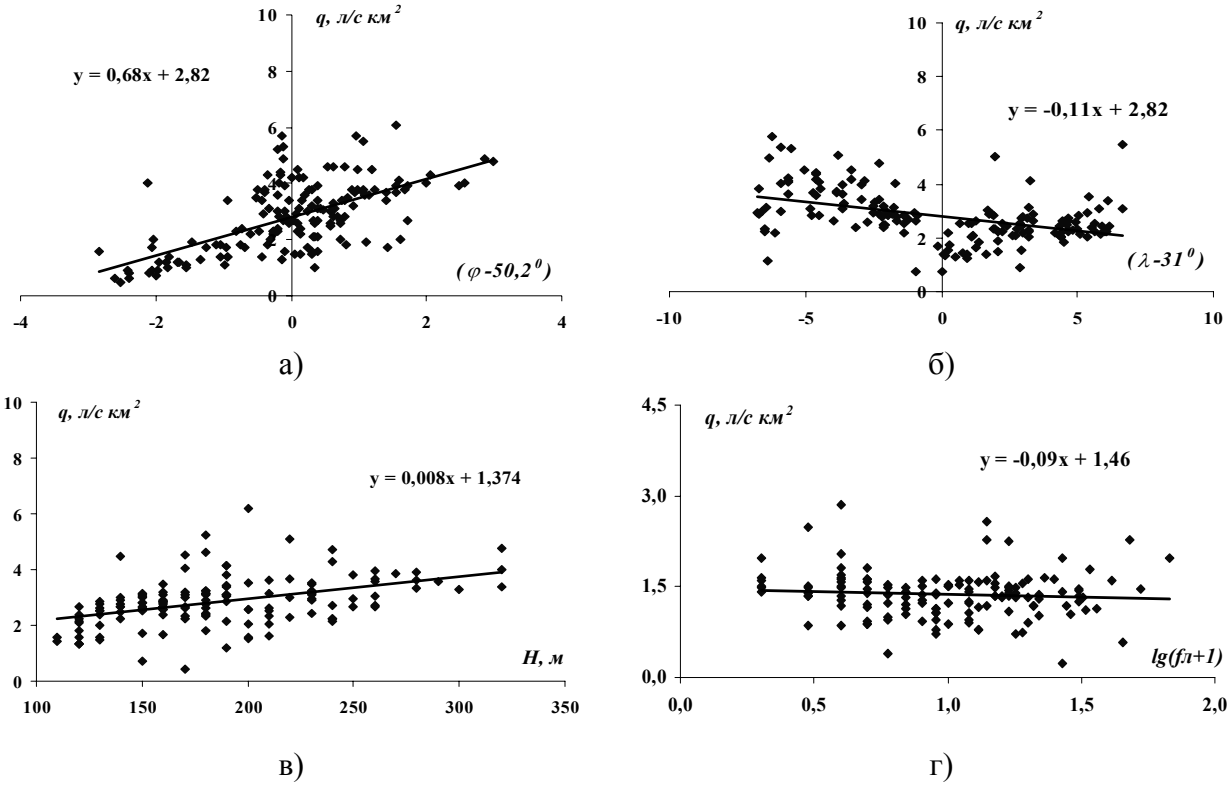


Рис. 3. **Залежність норм річного стоку** від широти (а), довготи (б) центрів тяжіння водозборів, їхньої середньої висоти (в) та залісеності у басейні Дніпра

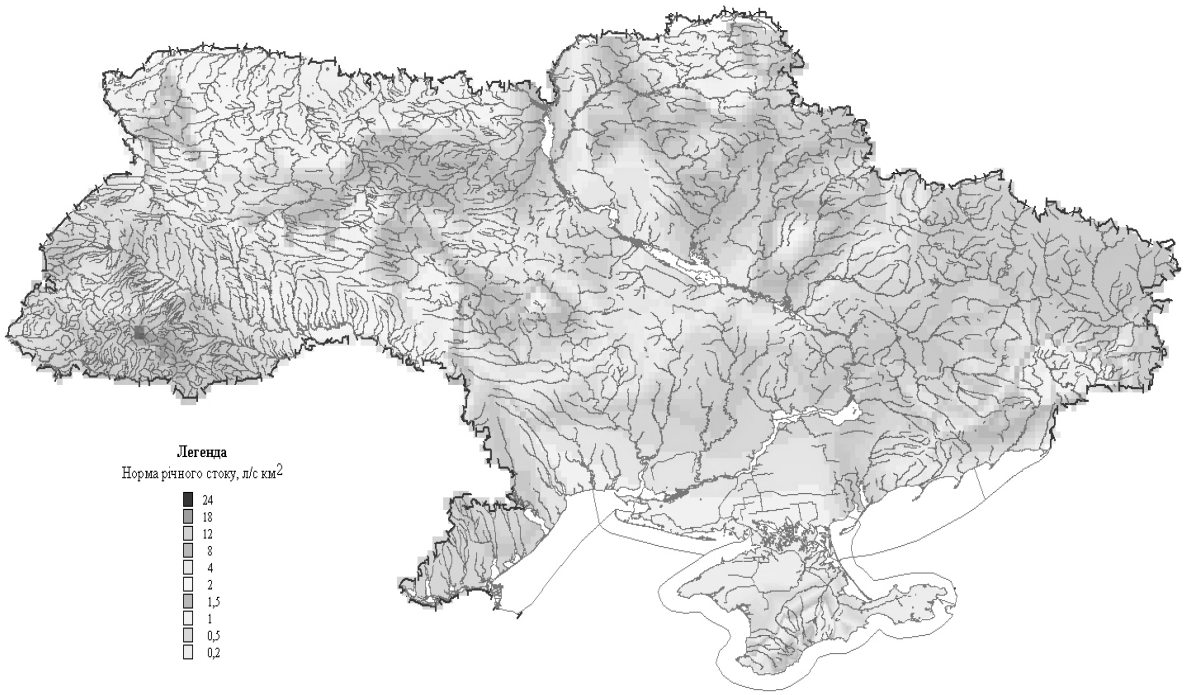


Рис. 4. **Цифрова карта норм річного стоку річок України**

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Обґрунтовано та відпрацьовано методичні засади просторового узагальнення норм річного стоку.

2. Отримано цифрову карту норм річного стоку для річок України, яка відображає норми стоку, що позбавлені впливу висотного положення

водозборів, лісистості та заболоченості та дозволяє автоматично отримувати значення норми річного стоку у будь-який точці карти.

3. Реалізація наведених методичних засад щодо інших розрахункових гідрологічних показників надасть можливість запровадити єдині науково обґрунтовані підходи просторового узагальнення цих показників.

Список літератури

1. Кочерин Д.И. Вопросы инженерной гидрологии / Д.И. Кочерин. – Л .: Энергоиздат, 1932. **2.** Огиевский А.В. Гидрология суши / А.В. Огиевский. – М. : Сельхозгиз, 1951. – 515 с. **3.** Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза / К.П. Воскресенский. – Л : Гидрометеоиздат, 1962. – 545 с. **4**. Онуфриенко Л.Г. Норма и изменчивость годового стока рек Украины и Молдавии / Л.Г. Онуфриенко // Тр. УкрНИГМИ. – 1966. – Вып.64. – С.3-93. **5.** Горбачова Л.О. Методи інтерполяції норм річного стоку та їх просторове представлення / Л.О. Горбачова // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – № 50, Ч.2. – С.72-77. **6.** Бефани Н.Ф. Особенности генетической территориально общей методики предвычисления дождевых паводков / Н.Ф. Бефани // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – 1990. – Т.7. – С.190-199. **7.** Гопченко Е.Д. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины / Е.Д. Гопченко, В.А. Овчарук. – Одеса : ТЭС, 2002. – 110 с.

Просторове узагальнення норм річного стоку воды
Горбачова Л.О.
Розроблені методичні основи просторового узагальнення норм річного стоку води для річок України. Створена цифрова карта норм річного стоку.

Пространственное обобщение норм годового стока воды
Горбачева Л.О.
Разработаны методические основы пространственного обобщения норм годового стока воды для рек Украины. Создана цифровая карта норм годового стока.

The space generalization of the normal annual runoff
Gorbachova L.O.
The methodical means of the space generalization of the normal annual runoff for rivers of Ukraine are designed. The digital map of the normal annual runoff is created.

УДК 556.16.047

ДИНАМІКА ПЕРІОДИЧНИХ СКЛАДОВИХ БАГАТОРІЧНИХ КОЛИВАНЬ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ВИЯВЛЕНИХ НА ОСНОВІ МЕТОДУ "ГУСЕНИЦЯ"-SSA

Мельник С.В.
Одеський національний політехнічний університет,
Лобода Н.С.
Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: *річковий стік, сонячна активність, гармонійна складова, фази опадів, гідрометеорологічні процеси*

Постановка проблеми. Фундаментальне вивчення властивостей та закономірностей часового ходу гідрометеорологічних процесів повинне опиратися на їхні об'єктивні характеристики. Одна з основних властивостей

останніх - чітко виражена динаміка. В існуючих нормативних документах урахування динаміки гідрологічних процесів рекомендується виконувати на основі аналізу автокореляційної функції та згладжених кривих коливань стоку або різницевих інтегральних кривих. Крива забезпеченості річкового стоку, за допомогою якої вирішується задача передбачення характеристик стоку у роки різної водності, практично не відображає реальну динаміку коливань річкового стоку, яка може бути використаною, насамперед, для прогнозування величин стоку.

Аналіз попередніх досліджень. Базисом прогнозування стоку може бути розгляд багаторічних коливань річкового стоку як параметра складної динамічної фізичної системи, яка характеризується різномасштабними, тісно зв'язаними між собою складовими (серії років зростання та зменшення стоку, виділення циклів різної частоти, вияв агрегованих складових та інше).

Багаторічні коливання річкового стоку, як і будь-якого іншого природного процесу, І.П. Дружиніним [1] представлені набором складових різного масштабу на різних "стадіях". На протязі кожної "стадії" або їхньої сукупності відбуваються певні кількісні зміни, які забезпечують якісний перехід на новий рівень. Система таких рівнів представляє собою ієрархічну структуру, яка стосовно до атмосферної циркуляції була показана ще О.О. Гірсом [2]. По відношенню до річкового стоку схожа ієрархія побудована на основі кривої Леонардо Фібоначчі та представлена Ю.О. Чорноморець, В.В. Оніщуком у роботі [3].

Відповідно з ієрархією О.О. Гірса при аналізі багаторічних коливань річкового стоку можна виділити шість рівнів. Перший (нижній) рівень формується серіями років підвищення й зниження водності. Другий рівень (внутрішньовікові цикли) формується сукупністю двох серій років підвищення і зниження водності, або навпаки. Третій рівень складається із серії екстремумів. Четвертий являє собою внутрішньовікові цикли, утворені серіями екстремумів. П'ятий та наступні рівні включають до себе серії, що утворюють великі внутрішньовікові, вікові й понадвікові цикли, а також цикли, які формуються на основі складових більш низьких рівнів.

На думку І.П. Дружиніна [1] серії років підвищень і знижень річкового стоку представляють собою найбільш дрібні складові його багаторічних коливань й характеризують односпрямовані зміни водності протягом певного періоду часу (один, два, три й т.д. роки) у бік її підвищення або зниження.

У роботах І.П. Дружиніна, З.П. Коноваленко [4] серії років зростання та зменшення водності розглядаються як генетично однорідні елементарні складові багаторічних коливань річкового стоку, оскільки відповідають різній за тривалістю дії факторів формування стоку. За даними цих авторів у показниках річкового стоку дво - і трьохрічні цикли становлять 98,6-99,5 % від загальної кількості серій.

Характеристиками другого, четвертого та наступного рівнів ієрархічної структури є внутрішньовікові, вікові й більш тривалі цикли. Питання про генезис серій років підвищення та зниження водності, а

також їх екстремумів, досить складне й поки що не може вважатися остаточно вирішеним. У вивченні природи циклічності коливань стоку можна виділити дві точки зору. Ряд дослідників, наприклад О. Д. Афанасьєв, М.П. Смірнов, А.В. Рождєствєнський, Д.Я. Раткович [5, 6] вважають, що головна причина циклічності річкового стоку полягає у циклічності, яка спостерігається у коливаннях геліофізичних, геофізичних (циркуляційних) та басейнових процесів, при яких на вплив атмосферних процесів накладається дія підстильної поверхні. Так, згідно із дослідженнями Д.Я. Ратковича циклічність коливань стоку та наявність внутришньорядних зв'язків впливає процес випаровування з поверхні суші. На думку інших, наприклад, Н.А. Картвелішвилі [7], циклічність є властивістю будь-якої випадкової послідовності. З іншого боку, дослідження впливу клімату на річковий стік [8-10], свідчать про істотну зміну стоку, обумовлену зміною глобального клімату, що спостерігається у останні десятиріччя.

Складність структури багаторічних коливань річкового стоку необхідно ураховувати при математичному моделюванні.

Метою роботи є виявлення закономірностей коливань метеорологічних показників кліматичних факторів формування стоку та річного стоку шляхом аналізу гармонійних складових, що є особливо важливою задачею у період змін глобального клімату.

Об'єктом дослідження є річки Подолії. Предмет дослідження – закономірності коливань гідрометеорологічних характеристик Подолії. Методи дослідження – спектральний аналіз та метод «гусениці». У Великобританії та США аналог методу «гусениці» одержав назву SSA (Singular Spectrum Analysis). Метод «гусениці» є потужним засобом дослідження часових рядів і використовується в основному, у метеорології, гідрології, кліматології, геофізиці. Базовий варіант методу полягає у перетворенні одномірного ряду в багатомірний за допомогою однопараметричної процедури зсуву, дослідженні отриманої багатомірної траєкторії за допомогою аналізу головних компонентів й відновленні вихідного ряду по обраних головних компонентах. Таким чином, результатом застосування методу «гусениці» є розкладання часового ряду на прості компоненти: повільні тренди, періодичні складові, а також шумові компоненти. У даній роботі використовувався алгоритм, розроблений у Санкт-Петербурзькому університеті [11].

У роботі використані ряди спостережень за річним стоком річок Поділля за період 1950 по 2006 рр., а також ряди середніх річних температур повітря та сум річних опадів по метеостанції Тернопіль та Львів. Таким чином, загальна довжина ряду спостережень становить 57 років.

Основне призначення спектрального аналізу - виділення частоти регулярних складових сигналу, трансформованих побічними шумами. Алгоритм розрахунків побудований на основі перетворень Фур'є. Для порівняння закономірностей коливань часових рядів різних масштабів

використана нормована спектральна щільність, що утворюються у результаті поділу спектральної щільності на дисперсію.

Типові результати спектрального аналізу рядів стоку представлені на рис.1.

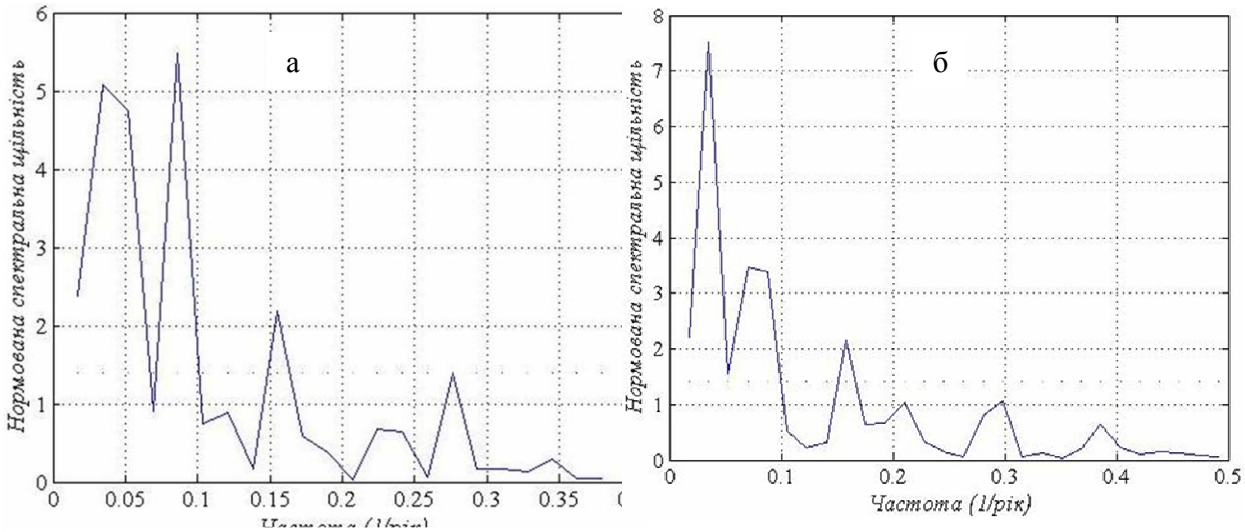


Рис. 1. **Нормована спектральна щільність, отримана на основі аналізу часових рядів стоку:** а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець-смт. Коропець

У коливаннях функції нормованої спектральної щільності виділяються піки (у деяких випадках зрізані), які відповідають середнім циклам тривалістю 11-13 років та довгим, тривалістю 22-26 років. 7-8 - річні цикли є менш значущі. Оскільки виправлення на кінцівку вибірки не виконане, то границі спектрів не відображають дійсного розподілу. Саме через це залишились невиявленими короткі цикли.

Найбільш значущими тобто такими, що вносять найбільший вклад в коливання часових рядів серед виявлених гармонійних складових стоку річок є гармоніки тривалістю 22-26 років (рис. 2). Піки 22–26-річних гармонік припадають на 29-й та 52 роки спостережень, що відповідає 1980 та 2003 рр.

Через період з низкою водністю, що на Подолії тривав з 1945 по 1964 рр. (рис.3) перший пік цих гармонік виявився дуже низьким. Наступні цикли проходили на фазі більшої водності і мають добре виражену амплітуду.

Другими по значущості гармоніками є 11-ти річні (рис. 4).

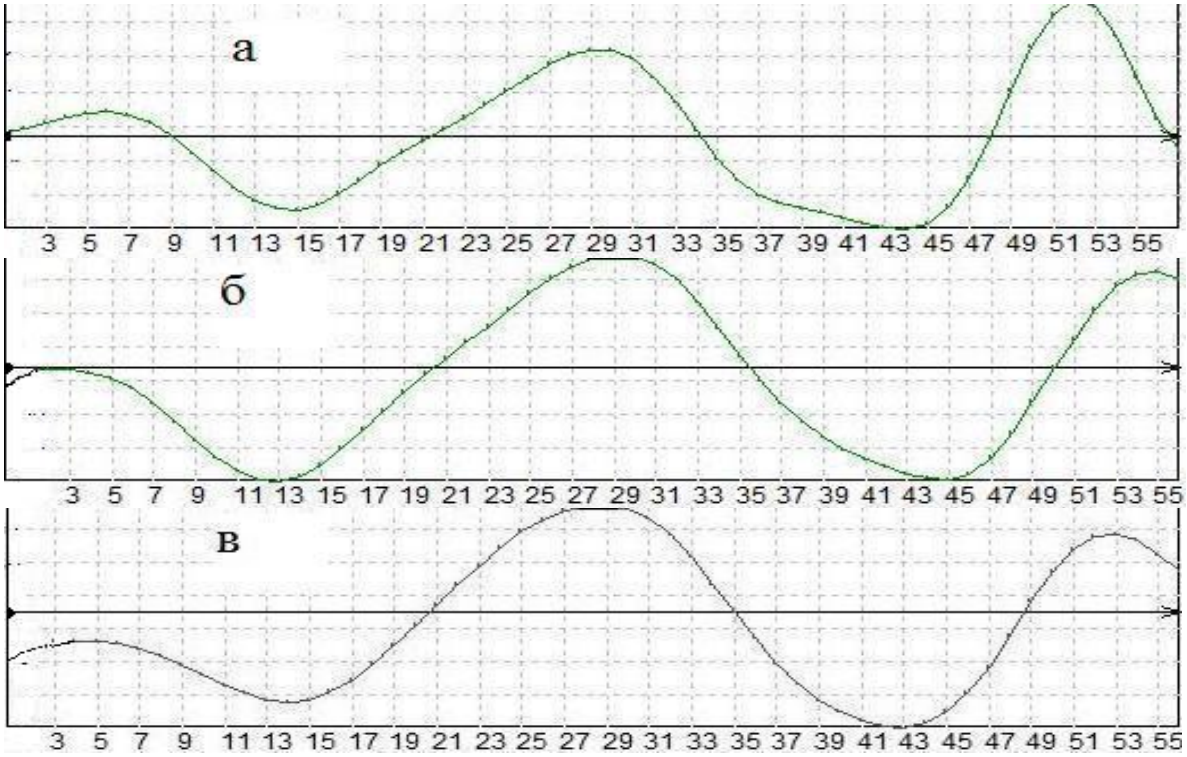


Рис. 2. **Загальний вигляд 22-26 річних гармонійних складових багаторічних коливань річкового стоку (1950-2006 рр.).** а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець - смт. Коропець, в – р. Гнила Липа – смт. Більшівці.

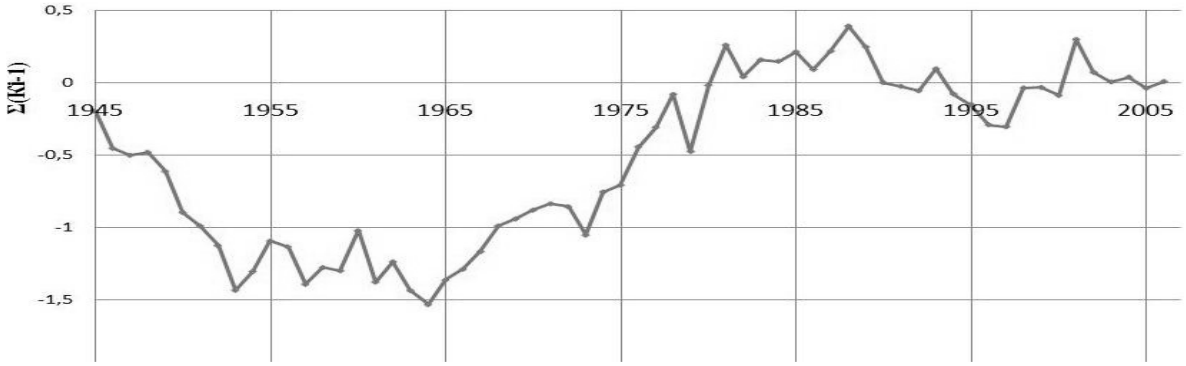


Рис. 3. **Різницева інтегральна крива середньорічної кількості опадів м. Тернопіль**

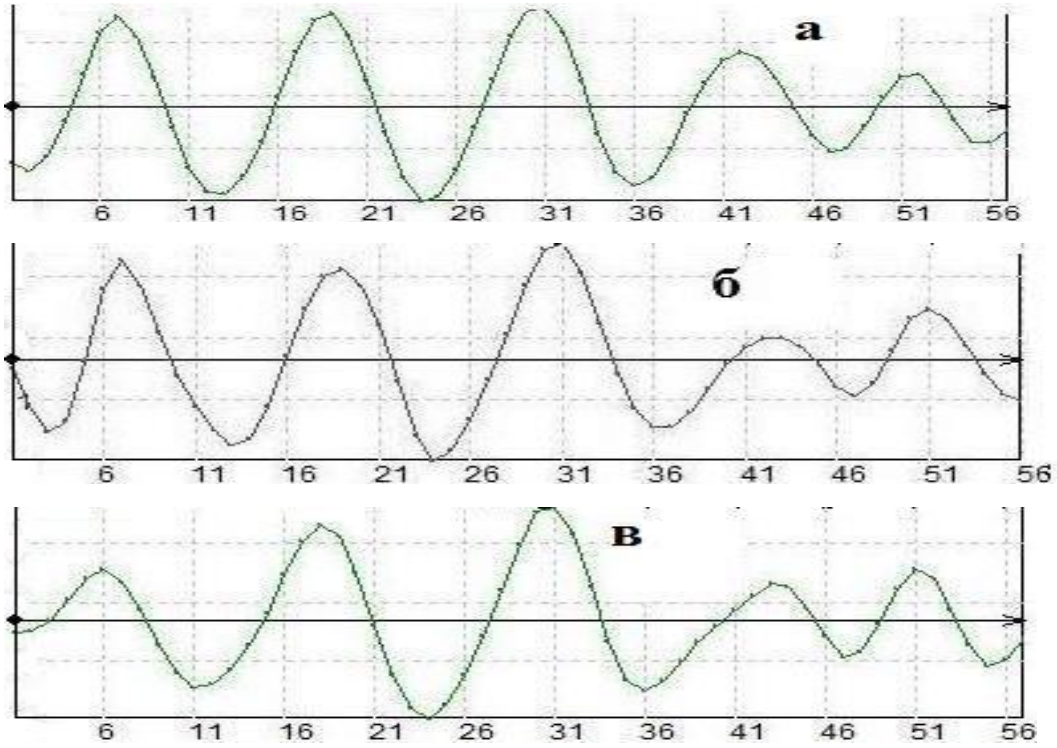


Рис. 4. **11-ти річні гармонійні складові багаторічних коливань річкового стоку (1950-2006 рр.).** а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець - смт. Коропець, в – р. Золота Липа – м. Бережани

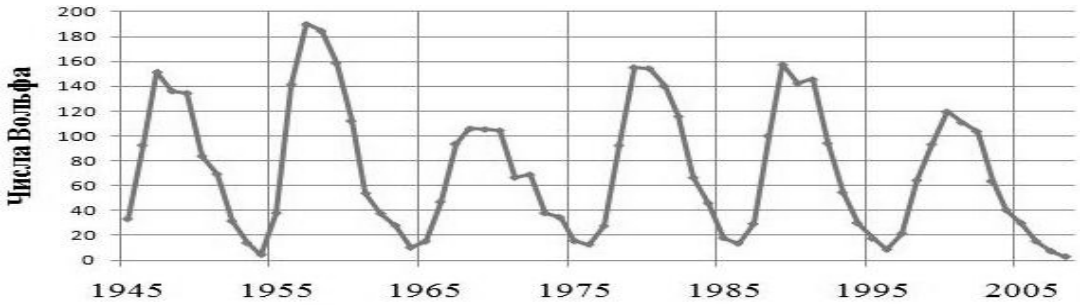


Рис. 5. **Хронологічна крива чисел Вольфа**

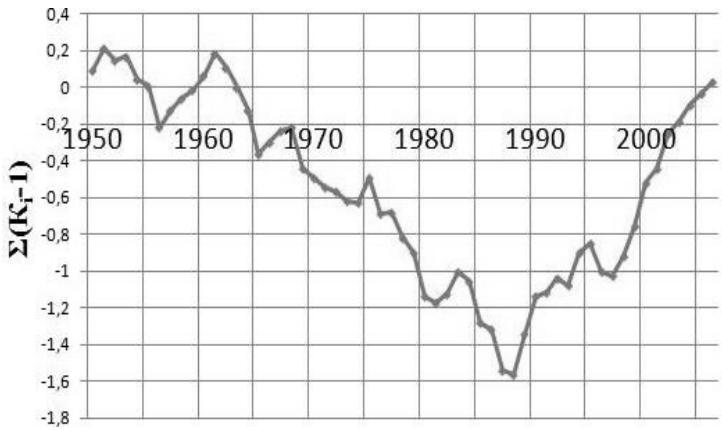


Рис. 6. **Різницева інтегральна крива середньорічних температур м. Тернопіль**

Підвищення температури повітря обумовлює збільшення випару і відповідно, зменшення стоку навіть в роки з достатньою зволоженістю, що й зменшує амплітуду коливань.

У багаторічних коливаннях температури та кількості опадів ні на основі метода «гусениця» ні на основі спектрального

аналізу 11-ти річних гармонійних складових не виявлено.

Аналіз 7-8 річні гармонік у даній роботі не проводився і може служити предметом подальших досліджень. Накопичення достовірної інформації з динаміки гармонійних складових дозволить робити відновлення рядів стоку річок Подолії і їх прогнозування у подальшому.

Висновки. Гармонійні складові багаторічних коливань річкового стоку являють собою результат складної взаємодії геліокліматичних, атмосферних та басейнових факторів. У досліджені представлені 22-26 річні та 11-ти річні гармоніки виявлені на основі методу "гусениця". Характер коливань 22-26 річних гармонік відображає зміну фаз водності: у маловодні періоди амплітуда коливань зменшується. 11-ти річні гармоніки у коливаннях стоку пов'язані із коливаннями сонячної активності: зростання сонячної активності, як правило, викликало відповідний підйом амплітуди цих гармонік. Але після 80-х років минулого сторіччя реакція коливань стоку на зміну сонячної активності стала менш вираженою (наприклад у 1991 р.), що можна пояснити глобальним потеплінням та впливом антропогенних факторів на формування і розвиток атмосферних процесів. Для останніх десятиріч характерне суттєве зменшення амплітуди 11-річних гармонік.

Список літератури

1. Дружинин И.П. Свойства многолетних колебаний гидрометеорологических элементов, их предсказание и математические модели / И.П. Дружинин // География и природные ресурсы. – 1980. – № 1. – С. 31-42. **2.** Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы/ А.А. Гирс. – Л. : Гидрометеоиздат, 1971. – 280 с. **3.** Чорноморець Ю.О. Закономірності в багаторічних коливаннях водності гірських річок (на прикладі річок Українських Карпат) / Ю.О. Чорноморець, В.В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.13 – С.40-46. **4.** Дружинин И.П. Генетические основы сверхдолгосрочного прогноза полезного притока в оз. Байкал / И.П. Дружинин, З.П. Коноваленко // Природные ресурсы Сибири (исследования преобразования охрана). – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 48-64. **5**. Раткович Д.Я. Стохастические модели колебаний составляющих водного баланса речного басейна / Д.Я.Раткович, М.В.Болгов. – М.: РАН, 1997. – 263 с. **6.** Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественський, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеоиздат, 1974. – 423 с. **7.** Картвелишвили Н.А. Стохастическая гідрологія / Н.А. Квартвелишвили. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975. – 218с. **8.** Вишневський В.І. Зміни стану довкілля України / В.І.Вишневський, О.О. Косовець // Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць у 4-х тт. – К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. ІІІ. – С. 5-13. **9.** Лобода Н.С. Потепління та оцінка можливих наслідків перспективи змін водних ресурсів України в умовах глобального потепління / Н.С. Лобода // Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць у 4-х тт. – К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. ІІІ. – С.17-19. **10.** Гребінь В.В. Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни / В.В. Гребінь //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7 – С. 133-142. **11.** Александров Ф.И. Выделение аддитивных компонент временного ряда при пакетной обработке методом "Гусеница"-SSA / Ф.И. Александров //Вестник СПбГУ, Сер. 1. Математика. Механика. Астрономия. – 2006. – № 2. – С. 71–74.

Динаміка періодичних складових багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик, виявлених на основі методу "гусеница"-SSA

Мельник С.В., Лобода Н.С.

Проведено спектральний і гармонічний аналіз стоку рік Поділля. Виявлено ряд гармонічіих складових. Амплітуди 22-26-річних гармонік при маловодній фазі суттєво зменшується. Потепління, яке триває останні 20 років зменшило амплітуди 11-ти літніх гармонік.

Динамика периодических составляющих многолетних колебаний гидрометеорологических характеристик, выявленных на основе метода "гусеница"-SSA

Мельник С.В., Лобода Н.С.

Проведен спектральный и гармонический анализ стока рек Подолии. Выявлен ряд гармонических составляющих. Амплитуды 22-26 летних гармоник при маловодной фазе существенно уменьшаются. Потепление, которое продолжается последние 20 лет уменьшило амплитуды 11-ти летних гармоник.

Dynamics of periodic making long-term fluctuations of hydrometeorological characteristics revealed on the basis of a method SSA

Melnyk S., Loboda N.

The spectral and harmonious analysis of a drain of the rivers Podol is carried out. A number of harmonious components are revealed. Amplitudes of 22-26 annual harmonics at a shallow phase essentially decrease. Warming which proceeds last 20 years has reduced amplitudes 11 summer harmonics.

УДК 556.166

ЗМІНА ТЕРМІНІВ ПРОХОДЖЕННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ) В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Василенко Є.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *весняне водопілля, тривалість повені, строкові витрати води, зміна термінів, Прип'ять*

Актуальність теми дослідження. Дослідження і розрахунки параметрів весняного водопілля являються в науковому і практичному відношеннях найбільш важливими розділами вчення про стік. Наукове значення даного питання пояснюється в першу чергу тим, що весняне водопілля визначає загальні риси режиму стоку річок того чи іншого району. Об'єм стоку повені становить основну частину, а на малих водотоках, при певних умовах, і весь річний стік.

Практична важливість питання визначається тим, що більшість елементів водопілля необхідно враховувати при будівництві

гідротехнічних споруд. Особливо важливо знати дати проходження і величини максимальних витрат води весняного водопілля, від яких залежать розміри споруд – мостових переходів через ріки і малі водотоки, а також розміри водоскидних і водопропускних отворів гідровузлів [2].

Оскільки весняне водопілля являється характерною фазою гідрологічного режиму річок басейну р. Прип'ять, то для нормального функціонування об'єктів господарського призначення в межах даної території є винятково важливим знання про зміни основних характеристик даної фази водності, що відбулися під впливом змін клімату [3, 7].

Аналіз попередніх досліджень. Перші карти весняного стоку для Європейської території колишнього СРСР були побудовані Н.Д. Антоновим. Надалі карти весняного стоку уточнювались рядом дослідників: Л.Т. Федоровим для Європейської території колишнього СРСР, К.П. Воскресенським для лісостепової та степової зон Європейської території колишнього СРСР, Л.М. Конаржевським для басейну Нижнього Дону і Північного Кавказу і П.С. Кузіним для всієї території колишнього СРСР [5]. Вивченням стоку весняного водопілля річок України займалися Я.А. Фоменко і В.І. Мокляк [4].

Серед багатьох формул розрахунку максимальних витрат води талих і дощових вод широко відомі формули Д.І. Кочеріна, Д.Л. Соколовського, М.Н. Протодьяконова, Г.О. Алексеєва, О.В. Огієвського, М.Ф. Срібного, Н.Н. Чегодаєва, Я.О. Мольчака [2]. Дослідженням водного режиму і, зокрема, весняного водопілля басейну р. Прип'ять займалися вчені Київського національного університету імені Тараса Шевченка у співробітництві з колегами з Білорусії під керівництвом М.Ю. Калініна та О.Г. Ободовського [3].

Мета проведених досліджень полягає в узагальненні вихідної інформації про стік води, її обробці та аналізі таких характеристик весняного водопілля, як дати його початку і закінчення, дати проходження найбільших строкових витрат води та тривалість повені на річках правобережжя Прип'яті.

Виклад основного матеріалу. Вихідними матеріалами у дослідженнях для визначення деяких характеристик максимально стоку за період весняного водопілля були дані, опубліковані в довіднику «Основні гідрологічні характеристики», архівні матеріали УкрНДГМІ та Центральної геофізичної обсерваторії.

У роботі використані дані спостережень по 25 гідрологічних постах, розташованих в правобережній частині басейну р. Прип'ять з площею водозбору від 231 до 13300 км², на яких проводяться спостереження за стоком води. Тривалість періоду спостережень за витратами води на цих постах становить 35–65 років [4].

Були визначені дати початку і закінчення весняного водопілля, дати найбільших строкових витрат води та тривалість повені на річках досліджуваної території.

Згідно результатів проведених авторами раніше досліджень [1], початок періоду сучасних змін гідрологічного режиму річок України та Прип'яті, зокрема, можна віднести до 1989 року. Отже, дослідження характеристик весняного водопілля річок басейну виконувалось для двох характерних періодів: з початку спостережень по 1988 рік та з 1989 по 2007 рік.

Було проведено осереднення дат проходження найбільших весняних строкових витрат, дат початку і закінчення весняного водопілля та тривалості повені по окремих гідрологічних постах і по українській частині басейну р. Прип'яті в цілому. Для вище згаданих характеристик також були вирахувані середні значення за характерні періоди та їх різниця. Дані розрахунків наведені в таблиці. За середніми значеннями тривалості весняного водопілля була побудована порівняльна гістограма [2] для відповідних періодів (рис.).

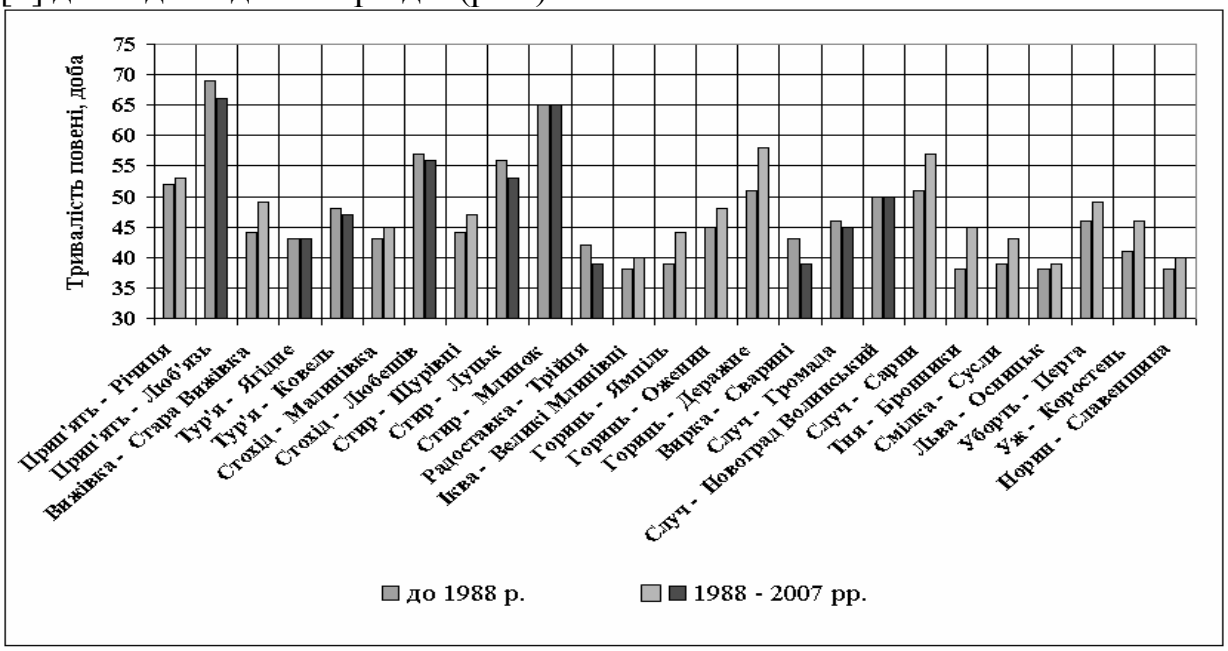


Рис. **Зміна тривалості повені правобережних приток Прип'яті за два характерні періоди.**

Весняне водопілля на річках української частини басейну Прип'яті раніше починається на південному заході і трохи пізніше - на північному сході [3].

Було виявлено, що до 1989 року самі ранні дати початку весняного водопілля спостерігалися на таких гідрологічних постах, як р. Стир – с. Щурівці, р. Радоставка – с. Трійця та р. Стир – м. Луцьк і припадали на 3 березня. Найпізніша дата початку повені – 11 березня, прослідковувалася на постах р. Случ – м. Сарни і р. Прип'ять – с. Любʼязь.

В середньому по басейну дата початку весняного водопілля в першому періоді припадає на 10 березня. У другому періоді дана дата змістилась на 1 березня. З 1989 року сама рання дата початку повені спостерігається 26 лютого на гідрологічних постах: р. Радоставка – с. Трійця, р. Горинь – с. Ямпіль. Найпізніша дата початку водопілля – 14 березня.

Таблиця. **Деякі характеристики весняного водопілля правобережних приток р. Прип'ять за два характерні періоди**

Пости	Від початку спостережень до 1988 р.				1989 – 2007 рр.				Різниця			
	Дата			Тривалість повені, доба	Дата			Тривалість повені, доба	Дата, доба			Тривалість повені, доба
	початку повені	найбільш. строкової витрати	закінчення повені		початку повені	найбільш. строкової витрати	закінчення повені		початку повені	найбільш. строкової витрати	закінчення повені	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
р. Прип'ять – с. Річиця	09.03	27.03	01.05	52	28.02	21.03	22.04	53	-9	-6	-9	1
р. Прип'ять – с. Люб'язь	11.03	03.04	17.05	69	03.03	27.03	06.05	66	-8	-7	-11	-3
р. Вижівка – смт. Стара Вижівка	07.03	17.03	19.04	44	01.03	15.03	18.04	49	-6	-2	-1	5
р. Тур'я – с. Ягідне	07.03	18.03	20.04	43	01.03	10.03	11.04	43	-6	-8	-9	0
р. Тур'я – м. Ковель	07.03	19.03	24.04	48	01.03	13.03	16.04	47	-6	-6	-8	-1
р. Стохід – с. Малинівка	09.03	20.03	20.04	43	02.03	10.03	14.04	45	-7	-10	-6	2
р. Стохід – смт. Любешів	09.03	27.03	04.05	57	02.03	21.03	26.04	56	-7	-6	-8	-1
р. Стир – с. Щурівці	03.03	13.03	16.04	44	28.02	08.03	13.04	47	-3	-5	-3	3
р. Стир – м. Луцьк	03.03	21.03	27.04	56	27.02	16.03	20.04	53	-4	-5	-7	-3
р. Стир – с. Млинок	08.03	24.03	10.05	65	28.02	22.03	02.05	65	-8	-2	-8	0
р.Радоставка– с. Трійця	03.03	10.03	13.04	42	26.02	08.03	07.04	39	-5	-2	-6	-3
р. Іква – с. Великі Млинівці	04.03	15.03	10.04	38	28.02	06.03	08.04	40	-4	-9	-2	2
р. Горинь – с. Ямпіль	04.03	16.03	11.04	39	26.02	12.03	11.04	44	-6	-4	0	5

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
р. Горинь – с. Оженин	04.03	20.03	18.04	45	27.02	10.03	15.04	48	-5	-10	-3	3
р. Горинь – с. Деражне	05.03	18.03	24.04	51	14.03	18.03	24.04	58	9	-6	0	7
р. Вирка – с. Сварині	07.03	19.03	18.04	43	27.02	07.03	06.04	39	-8	-12	-12	-4
р. Случ – с. Громада	04.03	18.03	18.04	46	27.02	14.03	12.04	45	-5	-4	-6	-1
р. Случ – м. Новоград Волинський	07.03	24.03	25.04	50	28.02	15.03	18.04	50	-7	-9	-7	0
р. Случ – м. Сарни	11.03	21.03	26.04	51	28.02	13.03	26.04	57	-11	-8	0	6
р. Тня – с. Бронники	07.03	20.03	14.04	38	28.02	12.03	11.04	45	-7	-8	-1	7
р. Смілка – с. Сусли	08.03	20.03	15.04	39	28.02	10.03	11.04	43	-8	-10	-4	4
р. Льва – с. Осницьк	10.03	20.03	17.04	38	02.03	07.03	09.04	39	-8	-13	-8	1
р. Уборть – с. Перга	05.03	27.03	25.04	46	01.03	10.03	18.04	49	-4	-17	-7	3
р. Уж – м. Коростень	07.03	23.03	17.04	41	28.02	13.03	15.04	46	-7	-10	-2	5
р. Норин – с.Славенщина	10.03	21.03	16.04	38	02.03	14.03	10.04	40	-8	-7	-6	2
Середнє:	**07.03**	**21.03**	**22.04**	**47**	**01.03**	**13.03**	**16.04**	**48**	**-6**	-7	**-5**	**2**

Щодо дати закінчення весняного водопілля, то у першому періоді в середньому по басейну вона припадала на 22 квітня. З 1989 року вище вказана дата змістилась на 16 квітня. До 1989 року сама рання дата закінчення повені – 10 квітня (р. Іква – с. Великі Млинівці), а сама пізня – 10 травня (р. Стир – с. Млинок). У другому періоді дані дати змістились на 6 квітня (р. Вирка – с. Сварині) та 6 травня (р. Прип'ять – с. Люб'язь) відповідно. Дати максимальних строкових витрат води до 1989 року припадали в середньому на 21 березня, у другому періоді – на 14 березня. Найраніші дати проходження максимумів припадають на 10 березня (р. Радоставка – с. Трійця) в першому періоді і на 7 березня (р. Вирка – с. Сварині, р. Льва – с. Осницьк) після 1989 року. Самими пізніми датами проходження вище зазначеної характеристики весняного водопілля є 3 квітня до 1989 року і 27 березня у другому періоді.

Тривалість весняного водопілля в цілому по басейну майже не змінилась після 1989 року. У першому періоді вона становить 47 діб, а у другому – 48. Хоча, по більшості гідрологічних постів після 1989 року тривалість повені зросла. Найбільша тривалість до і після 1989 року спостерігалась на таких гідрологічних постах, як р. Прип'ять – с. Люб'язь і р. Стир – с. Млинок і становила 69, 65 діб та 66, 65 діб відповідно. Найменша тривалість весняного водопілля у першому періоді 38 діб (р. Тня – с. Бронники, р. Льва – с. Осницьк, р. Норин – с. Славенщина), а у другому – 39 (р. Радоставка – с. Трійця, р. Вирка – с. Сварині, р. Льва – с. Осницьк).

Висновки. Проаналізувавши такі характеристики весняного водопілля, як дати початку і закінчення весняного водопілля, дати найбільших строкових витрат води та тривалість повені на річках української частини басейну Прип'яті, було виявлено їх зміни впродовж останніх двадцяти років. Так, дати початку і закінчення повені, а також дати проходження найбільших витрат води у сучасному періоді змістилися на більш ранні строки.

Щодо тривалості весняного водопілля, то в середньому по басейну, дана величина дещо зросла з кінця 80-х років минулого століття.

Такі зміни вище зазначених характеристик весняного водопілля в басейні Прип'яті можна пояснити інтенсивним зростанням температури повітря в зимово-весняний період та м'якими зимами, що прослідковується протягом останніх десятиліть XX та на початку XXI століття [6].

Список літератури

1. Гребінь В.В. Оцінка сучасних змін стоку річок басейну Дніпра (в межах України) / В.В. Гребінь // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – Вип. 50, ч. II. – С. 108-113. **2**. Клибашев А.Б., Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты / А.Б. Клибашев, И.Ф. Горшков. - Л. : Гидрометеоиздат, 1970.- 459 с. **3**. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять/ Под ред. М.Ю. Калинина, А.Г. Ободовского. – Мн.: Белсэнс, 2003. – 269с. **4**. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики.- Т.6.- Украина и Молдавия.- Вып. 2. - Среднее и нижнее Поднепровье // Под ред. М.С. Каганера. – Л.: ГМИ, 1971, -

656 с. **5**. Соколовский Д.Л. Речной сток (основы теории и методики расчетов) / Д.Л. Соколовский. - Л.: Гидрометеоиздат, 1968. - 540 с. **6**. Струтинська В.М. Динаміка характеристик льодового режиму річок басейну Дніпра на фоні сучасних кліматичних змін / В.М. Струтинська // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т. 14. – С.116–122. **7**. Шакірзанова Ж.Р. Метод довгострокового територіального прогнозу максимальних витрат весняного водопілля (на прикладі річок басейнів Верхнього Дніпра, Західної Двіни і Німану) : автореф. дис... к. геогр. наук / Ж.Р. Шакірзанова / ОДЕУ. – Одеса, 2002. – 19 с.

Зміна термінів прохождення весняного водопілля на річках басейну Прип′яті (в межах України) в сучасний період

Василенко Є.В., Гребінь В.В.

Проаналізиовані строки початку та закінчення весняного водопілля, дати проходження максимальних витрат води і тривалість водопілля на річках української частини басейну Прип'яті. Виявлені зміни вказаних характеристик після 1988 року.

Изменения сроков прохождения весеннего половодья на реках бассейна Припяти (в пределах Украины) в современный период

Василенко Е.В., Гребень В.В.

Проанализированы сроки начала и окончания весеннего половодья, даты прохождения максимальных расходов воды и продолжительность половодья на реках украинской части бассейна Припяти. Выявлены изменения указанных характеристик после 1988 года.

Change of terms of passage of a spring flood in the Prypyat river basin (within Ukraine) during the modern period

Vasylenko E.V., Grebin' V.V.

Have analysed dates started and the terminations of a spring flood, date of the greatest discharges of water and duration of a spring flood on the rivers of the Ukrainian part of Pripyat's basin. Have found out changes above the specified characteristics after 1988.

УДК 556.166

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ТА БАГАТОРІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ ПРИП'ЯТІ

Москаленко С.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *гідрометеорологічні умови, паводкі, багаторічні характеристики стоку, Прип'ять, водний режим*

Актуальність та суть дослідження. У водному режимі правобережних приток Прип'яті крім повені періоди високої водності відзначаються небезпечними дощовими паводками, які завдають збитків населенню та господарству внаслідок затоплення на тривалий час заплав, прилеглих територій [5].

В різних природних умовах (фізико-географічних зонах, геоморфологічних областях) дощовий стік набуває різні якісні особливості та утворюється комплексом різноманітних факторів. Тому розрахункові та прогностичні математичні моделі формування дощових паводків мають регіональний характер, який визначається насамперед генезисом паводків на тій чи іншій території, надходженням води на поверхню басейна (шар опадів, їх хід у часі та розподіл по площі), а також величинами втрат, які потім визначають шар паводкового стоку в різних регіональних умовах. При розробці прогностичних методик для врахування всіх цих процесів встановлюються параметри моделі у певних діапазонах їх змін в межах окремих басейнів, територій, які у процесі отримання єдиних регіональних формул перевіряються, уточнюються. Вивчення гідрометеорологічних умов, розрахунок статистичних характеристик дощових паводків на річках Правобережжя Прип'яті необхідно для встановлення меж змінювання максимальних витрат води, для перевірки модельних розрахунків.

Умовам формування водного режиму, кількісній та якісній характеристиці ресурсів поверхневих та підземних вод басейну р. Прип'яті присвячене наукове видання за редакцією Калінина М.Ю. та Ободовського О.Г. [8], дослідженнями та прогнозуванням повеневого та паводкового режиму займалися Бефані А.Н.[1], Сусідко М.М., Лук'янець О.І. [6–7].

Гідрометеорологічні умови формування паводків. Для аналізу гідрометеорологічних умов використані матеріали спостережень 11 метеорологічних станцій і 14 гідрологічних постів.

Процеси формування паводкового стоку в різних умовах неоднакові. Завдяки змінності основних зональних кліматичних та орографічних факторів стік утворюється або однією формою стікання, або сполученням декількох генетичних складових. За кваліфікацією макрорегіонів паводкового стоку [1] басейни правобережних приток Прип'яті відносяться до макрообласті, яка характеризується високим стоянням рівнів ґрунтових вод. Паводки утворюються рясними дощами, які викликають підтоплення низьких місць, а потім після проходження паводку можна спостерігати деякий час скидання вод з підтоплених територій. На підвищених ділянках (це райони витоків) можливий зливовий стік, який має асинхронний хід з підпертим стоком низовин. Дощові паводки формуються, якщо кількість опадів більше втрат на змочування, поверхневу акумуляцію та випаровування, а інтенсивність випадіння їх більше інтенсивності фільтрації. На середніх та великих річках паводки утворюються при випадіння серії дощів, які охоплюють усю або більшу частину водозбору, на малих річках – при випадінні коротких, але інтенсивних злив.

Середня кількість опадів за рік в басейнах правобережних приток Прип'яті дорівнює 600-700 мм, в дощові (багатоводні) роки сума річних опадів може досягнути 800-900 мм, а у посушливі (маловодні) лише 300-400 мм. Місячні суми опадів мають чітко виражений річний хід з мінімальною кількістю у лютому-березні (30-35 мм) та максимальними

сумами у червні-липні (85-90 мм) та серпні (65-70 мм). В теплий період року опадів випадає у 1.5-2.0 рази більше ніж у холодний, які й сприяють формуванню дощових паводків (табл.1).

Таблиця 1. **Кількості опадів (мм) у басейнах правобережних приток Прип'яті**

Метеостанції	Кількість опадів за холодний період року (XI-IV місяці) $P_{ХОЛ}$	Кількість опадів за теплий період року (V-X місяці) $P_{ТЕПЛ}$	Середня річна сума опадів $P_{РІЧНА}$	$P_{ТЕПЛ} / P_{ХОЛ}$
Ковель	220	375	595	1,71
Любешів	221	379	600	1,71
Маневичі	255	395	650	1,55
Луцьк	211	394	605	1,87
Дубно	220	392	612	1,78
Рівне	202	372	574	1,84
Сарни	232	421	653	1,81
Олевськ	268	412	680	1,54
Новоград Волинський	270	405	675	1,50
Овруч	255	395	650	1,55
Коростень	237	397	634	1,68

Протягом року кількість днів з рідкими опадами на водозборах Правобережжя Прип'яті за багаторічними даними складає у середньому 160-190 (ці дані відносяться до всіх дощів з сумою не менше 0.1 мм). Опади з сумою не менше 10 мм випадають 20-25 днів на рік [2, 4].

У періоди формування високих паводків в басейнах річок Правобережжя Прип'яті кількість опадів в 1.5-2.0 рази перевищує їхні середні багаторічні значення. Як вже відмічалося за VI-VII місяці в середньому випадає приблизно 160-165 мм, а за особливо дощові періоди (наприклад, VI-VII місяці 1948, 1955, 1965, 1993, 1998 рр.) сума опадів у середньому за ці два місяці склала 265-270 мм , хоча межі змінювання по території басейну була від 170 до 430-450 мм (1948 р.).

Кількість дощових паводків в часі та по території неоднаково. На їх формування мають вплив багато факторів, але насамперед – це кількість, інтенсивність та характер змінювання у часі та просторовий розподіл атмосферних опадів. Площа басейну Правобережжя Прип'яті (тобто в межах України) складає 65150 км^2 [7]. Площі охоплення дощами можуть досягати 20000-40000 км^2, але такі дощі бувають рідко. Частіше дощі охоплюють менші площі – 5000-10000 км^2. При цьому інтенсивність дощу зменшується від центру охваченої ним площі до периферії. Прикладом просторової нерівномірності площі охоплення значними опадами може слугувати дощовий період 23-26.VII.1993 р., коли у центральних районах Правобережжя Прип'яті випало 70-100 мм опадів на площі 20000-25000 км^2, тоді як на заході та сході їх кількість не перевищувала 10-30 мм. Дуже добре таку просторову неоднорідність у випадінні опадів відображають гідрографи стоку. На рис.1–3 представлені паводкові періоди 1980, 1993,

та 2001 рр. на річках Стирі, Горині та Случі, які розташовані в різних частинах Правобережжя Прип'яті.

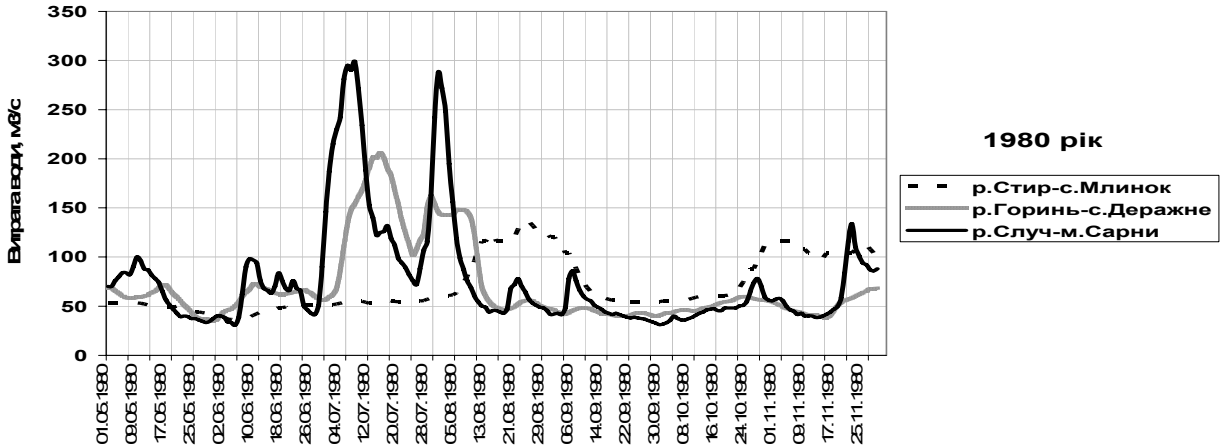


Рис. 1. **Гідрографи стоку річок Правобережжя Прип'яті з 01.05-30.11.1980 р.**

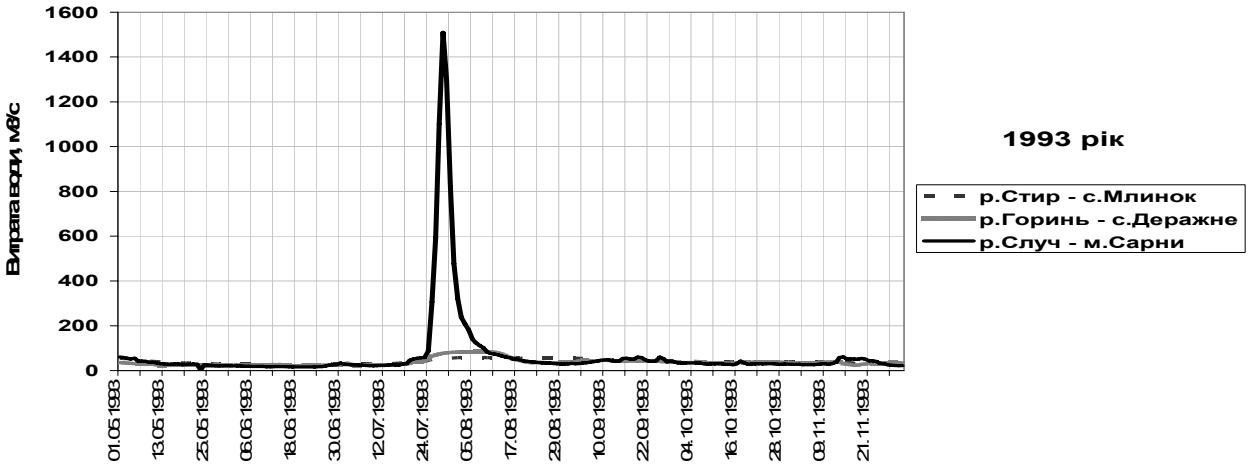


Рис. 2. **Гідрографи стоку річок Правобережжя Прип'яті з 01.05-30.11.1993 р.**

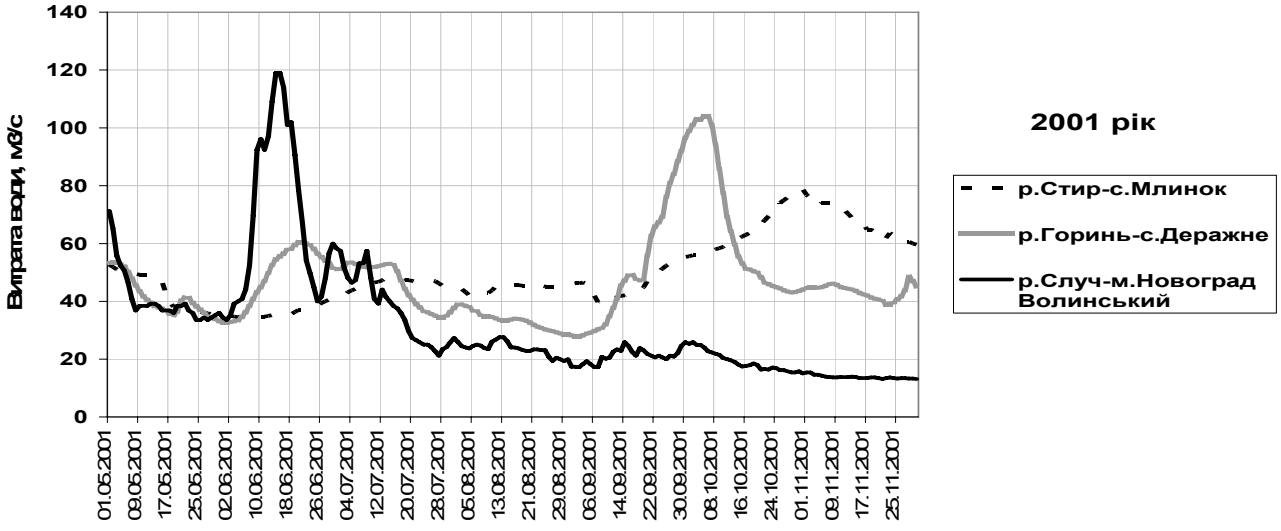


Рис. 3. **Гідрографи стоку річок Правобережжя Прип'яті з 01.05-30.11.2001 р.**

Так, у липні та 1980 року значні дощі охоплювали басейни річок Горині та Случі, тоді як на заході (басейни р. Тур'ї, р. Стоходу та р. Стирі) опади та паводки, які ними викликані, були менш інтенсивними. А у 1993 році ядро опадів було зміщено в основному на басейн Случі, де й пройшли виключно високі паводки. У той же час на заході правобережжя Прип'яті вони не набули взагалі значної висоти. У 2001 році паводки відбувалися в різний час у різних частинах басейну.

Найбільша добова кількість (за метеостанціями) за період спостережень 1946-1995 рр. становить від 60–70 мм до 180 мм (Луцьк).

Аналіз багаторічних характеристик стоку води. Для аналізу дощового стоку була розраховані статистичні характеристики середнього річного стоку, стоку за теплий та холодний періоди року, а також максимального стоку дощових паводків (табл. 2–3).

Таблиця 2. **Багаторічні характеристики середньорічного стоку води, за теплий та холодний період на річках Правобережжя Прип'яті (витрати води Q_{CEP} (м^3/с) та модулі стоку M_{CEP} (л/с·км^2))**

Річка - пост	Площа водозбору, км^2	кількість років	Середньорічні значення			Теплий період (V-X місяці)			Холодний період (XI-IV місяці)		
			$\frac{Q_{CEP}}{M_{CEP}}$	C_V	C_S/C_V	$\frac{Q_{CEP}}{M_{CEP}}$	C_V	C_S/C_V	$\frac{Q_{CEP}}{M_{CEP}}$	C_V	$C_S/C_$
Прип'ять - Річиця	2200	44	7,86 3,57	0,72	3,5	6,05 2,75	1,03	3,5	10,5 4,77	0,70	2,5
Вижівка - Стара Вижівка	722	59	2,56 3,55	0,45	1,7	1,32 1,83	0,95	3,0	3,75 5,19	0,44	1,6
Турья - Ковель	1480	59	3,77 2,55	0,47	2,0	2,29 1,55	0,89	2,5	5,28 3,57	0,43	1,7
Стохід - Любешів	2970	49	11,4 3,84	0,45	2,0	7,73 2,60	0,58	1,5	15,2 5,12	0,47	2,1
Стир - Щурівці	2020	50	10,7 5,30	0,35	2,8	9,04 4,48	0,48	2,5	12,4 6,14	0,35	2,5
Стирь - Луцьк	7200	62	30,8 4,28	0,26	2,0	25,1 3,49	0,36	1,6	36,5 5,07	0,28	3.0
Стир - Млинок	10900	45	42,3 3,88	0,27	3,0	34,9 3,20	0,28	2,5	49,7 4,56	0,33	4,5
Горинь - Ямпіль	1400	61	6,15 4,39	0,22	0,1	5,24 3,74	0,29	0,3	7,13 5,09	0,27	3,1
Горинь - Оженін	5860	60	25,2 4,30	0,27	1,5	20,5 3,50	0,37	1,2	29,8 5,09	0,28	3,1
Горинь - Деражне	9160	48	44,2 4,83	0,29	2,0	36,2 3,95	0,41	3,3	52,1 5,69	0,29	2,5
Случ - Громада	2480	61	8,95 3,61	0,43	3,0	6,72 2,71	0,53	1,5	10,6 4,27	0,41	2.0
Случ – Нов. Волинський	7460	32	27,5 3,69	0,36	2,5	21,8 2,92	0,48	3,0	32,4 4,34	0,45	2.0
Случ - Сарни	13300	60	52,1 3,92	0,46	2,0	33,4 2,51	0,66	1,9	70,8 5,32	0,46	2.0
Уборть - Перга	2880	52	12,5 4,34	0,46	1,2	8,11 2,82	0,72	1,5	16,9 5,87	0,46	0,8

Таблиця 3. **Багаторічні характеристики максимального стоку дощових паводків на річках Правобережжя Прип'яті**

Річка - пост	Площа водозбору, км^2	Об'єм вибірки (кількість років)	Максимальні витрати води $Q_{СЕР_М}$ (м^3/с) та модулі стоку $M_{СЕР_М}$ (л/с·км^2) дощових паводків			
			$\frac{Q_{СЕР_М}}{M_{СЕР_М}}$	C_V	C_S/C_V	Найбільші значення за період спостережень $Q_{МАКС}/M_{МАКС}$
Прип'ять - Річиця	2200	44 (1962-2005)	20,3 9,22	0,93	2,5	88,7/40,3 (1974), 77,3/35,1 (1980)
Вижівка - Стара Вижівка	722	59 (1947-2005)	7,6 10,5	1,17	2,0	47,2 /65,4(1974), 42,2/58,4 (1980)
Турья - Ковель	1480	60 (1946-2005)	10,8 7,29	1,22	2,5	106/71,6 (1974), 77/52,0 (1980)
Стохід - Любешів	2970	45 (1961-2005)	25,7 8,65	1,00	3,5	164/55,2(1974), 141/47,5 (1975)
Стир - Щурівці	2020	50 (1956-2005)	28,1 13,9	0,72	2,5	120/59,4 (1974), 120 /59,4(1969)
Стирь - Луцьк	7200	61 (1945-2005)	51,9 7,21	0,53	4,0	224/31,1 (1974), 175/24,3 (1969)
Стир - Млинок	10900	45 (1961-2005)	70,4 6,46	0,45	2,5	197/18,1 (1974), 153/14,0 (1988)
Горинь - Ямпіль	1400	55 (1951-2005)	20,7 14,8	0,73	2,0	72,1/51,5 (1955), 66,2/47,3 (2001)
Горинь - Оженін	5860	60 (1946-2005)	68,8 11,7	0,99	2,5	311/53,1 (1969) 285/48/6 (1948)
Горинь - Деражне	9160	48 (1958-2005)	79,1 8,64	0,83	4,0	425/46,4 (1969), 206/22,4 (1980)
Случ - Громада	2480	61 (1945-2005)	32,1 12,9	1,03	2,5	174/70,1 (1949), 119/47,9 (1998)
Случ – Новогр. Волинський	7460	32 (1974-2005)	101 13,5	0,87	2,0	400/53,6 (1983), 258/34,6 (1998)
Случ - Сарни	13300	60 (1946-2005)	238 17,8	1,60	2,0	2180/164 (1948), 1540/116 (1993)
Уборть - Перга	2880	52 (1954-2005)	51,4 17,8	0,98	1,5	208/72,2 (1977), 199/69,1 (1993)

Найбільш багатоводними в басейні Правобережжя Прип'яті – її великі притоки Стир, Горинь, Случ, середній річний стік яких в замикальних створах становить від 42 до 52 $м^3/с$.

Стік води у холодний період більше ніж у теплий на всіх річках басейну, але коефіцієнти варіації C_V середніх витрат води за теплий період більше ніж за холодний період, що свідчить про мінливість водності у цей період та наявність паводкового режиму.

Значне варіювання й максимальних витрат води дощових паводків, C_V змінюється від 0,45-0,60 для річок з великими площами водозборів до 0,8-1,2 для малих. Співвідношення коефіцієнтів асиметрії та варіації C_S/C_V для максимальних витрат води становить 2,0-4,0.

Максимальні витрати дощових паводків не перевищують максимуми, які формуються під час повені. При аналізі найбільших за період спостережень максимальних витрат води повені та дощових паводків (табл. 4), повеневі у 1,5-3,5 рази більше.

Таблиця 4. **Найбільші максимальні витрати води під час повені та паводків за період спостережень на річках Правобережжя Прип'яті**

Річка – пост	Площа водозбору, $км^2$	Найбільша повенева максимальна витрата води за період спостережень $Q_{МАКС_ПОВ}$	Найбільша паводкова максимальна витрата води за період спостережень $Q_{МАКС_ПАВ}$	Відношення $Q_{МАКС_ПОВ}$ до $Q_{МАКС_ПАВ}$
Прип'ять - Річиця	2200	260	88,7	2,9
Вижівка – Ст.Вижівка	722	163	47,2	3,5
Турья - Ковель	1480	147	106	1,4
Стохід - Любешів	2970	227	164	1,4
Стир - Щурівці	2020	198	120	1,7
Стирь - Луцьк	7200	417	224	1,9
Стир - Млинок	10900	377	197	1,9
Горинь - Ямпіль	1400	384	72,1	5,3
Горинь - Оженін	5860	766	311	2,5
Горинь - Деражне	9160	716	425	1,7
Случ - Громада	2480	327	174	1,9
Случ - Новоград Волинський	7460	1040	400	2,6
Случ - Сарни	13300	2330	2180	1,1
Уборть - Перга	2880	322	208	1,5

Висновки. Аналіз гідрометеорологічних умов та узагальнення часових рядів дало можливість уточнити умови формування та багаторічні характеристики середнього річного стоку води, стоку води за теплий та холодний періоди року, максимального стоку дощових паводків на річках

Правобережжя Прип'яті. Отримані результати можуть використані у подальших дослідженнях паводкового режиму цієї території, для математичного опису коливань паводкового стоку та його максимальних значень, який відрізняється достатньою мінливістю і асиметричністю.

Список літератури

1. Бефани А.Н. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей / Н.А. Бефани. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 182 с. **2.** Вишневський В.І. Гідрологічні характеристики річок України / В.І.Вишневський, О.О. Косовець. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – 324 с. **3.** Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання : монографія / В.І. Вишневський. – К.: Віпол, 2000. – 376 с. **4**. Гідрологічні розрахунки для річок України / Вишневський П.Ф., Дрозд Н.Й., Желєзняк Й.А. та ін. – К. : Вид-во АН УРСР, 1962. – 261 с. **5.** Дутко В.О. Особливості паводкового режиму річок басейнів Західного Бугу та Правобережжя Прип'яті / В.О.Дутко, С.О. Москаленко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т.15. – С.63-68. **6**. Лук'янець О.І. Оцінка інформативної здатності мережі опадомір них спостережень у західному регіоні України / О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко // Наукові пр. УкрНДГМІ. – 1998. – Вип. 246. – С. 62-75. **7.** Лук'янець О.І. Річки Правобережжя Прип'яті в періоди високої водності: повторюваність дощових паводків та особливості гідрологічного режиму / О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко // Наукові пр. УкрНДГМІ. – 1999. – Вип. 247. – С. 136-143. **8.** Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять // под общей ред..Калинина М.Ю. и Ободовского А.Г. – Мн.:Белсенс, 2003. – 269 с.

Гідрометеорологічні умови та багаторічні характеристики дощових паводків на річках Правобережжя Прип′яті

Москаленко С.О.

Проведено аналіз гідрометеорологічних умов формування паводків у басейні Правобережжя Прип'яті й узагальнення багаторічних характеристик середньорічного стоку води, стоку за теплий і холодний періоди року, максимального стоку дощових паводків.

Гидрометеорологические условия и многолетние характеристики дождевых паводков на реках Правобережья Припяти

Москаленко С.А.

Проведен анализ гидрометеорологических условий формирования паводков в бассейне Правобережья Припяти и обобщение многолетних характеристик среднегодового стока воды, стока за теплый и холодный периоды года, максимального стока дождевых паводков.

Hydrometeorological conditions and long-term descriptions of rain floods on the rivers of Pripyat

Moskalenko S.O.

The analysis of hydrometeorological conditions of formation of high waters in pool of Pripyat and generalization of long-term descriptions of average annual flow of water, flow for warm and cold periods of year, maximal flow of rain floods.

УДК556.537.+551.435.1

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ НАЙБІЛЬШ ТИПОВИХ ВИДІВ БЕРЕГОУКРІПЛЮВАЛЬНИХ СПОРУД, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА МАЛИХ ТА СЕРЕДНІХ РІЧКАХ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Керечан Д.М.
Виноградівське міське управління водного господарства, Закарпатська область

Ключові слова: *русло річки, водний потік, паводки, укріплення берегів*

Вступ. Згідно Водного та Земельного Кодексу України до малих річок відносяться річки з площею водозбору до 2 тис.км. Кількість таких річок є значною. Саме тому враховуючи обмеженість земельного фонду області, а також проблеми з раціональним використанням малих річок та їх басейнів стає зрозумілою важливість вирішення проблеми узгодження руслоформуючих процесів та руслоформуючих режимів малих річок з економічними, екологічними та рядом інших питань, що виникають у процесі впливу людини на саму річку та на її басейн.

Чинним законодавством регулюються деякі питання користування малими річками і їх басейнами. Зокрема заборонено змінювати рельєф басейну малих річок, руйнувати їх русла, спрямляти русла річок, зменшувати природний рослинний покрив і лісистість басейну, надавати земельні ділянки у заплавах річок під будь-яке будівництво. Водночас переважна частина земель області, на яких можлива господарська діяльність та проживання місцевих мешканців знаходиться саме в межах заплав річок. Зумовлено це геологічною будовою регіону та історичними умовами заселення. Виникає лише одне питання – як узгодити природні процеси, що проходять у басейнах річок з потребами людини таким чином, щоб річка і людина приносили взаємну користь, адже ми історично змушені жити поруч.

Однією з найбільш актуальних проблем річкової гідравліки залишається проблема руслоформуючих процесів. Актуальність її була обумовлена передусім необхідністю забезпечення судноплавства, будівництвом мостових переходів. Важливим є врахування цих процесів при обґрунтуванні будівництва берегозахисних споруд , оскільки поверхневий підхід до нього часто зумовлює руйнування чи суттєве пошкодження водозахисних споруд, відновлення яких є питанням важким і надзвичайно коштовним.

Для малих річок Закарпатської області на перший план в сучасних умовах при обмеженості державного фінансування берегоукріплювальних робіт виступає обґрунтування можливості використання полегшених конструкцій для виконання вищенаведених робіт при умові збереження надійності та їх захисних властивостей. Важливо забезпечити стійкість

русла. Згідно з М.С.Лелявським стійким і розумно організованим річковим руслом буде таке, яке відповідає чередуванню чи збереженню в плані звивистості річкового русла.

Результати досліджень. Для надійного захисту населених пунктів регіону, сільськогосподарських угідь та об'єктів цивільного і промислового призначення з врахуванням вищенаведених міркувань найбільш широко використовуються наступні види кріплень :

Кам'яний накид. Кріплення зазначеного виду є надзвичайно поширеним в умовах Закарпатської області (рис. 1).

Рис.1. **Загальний вигляд кріплення – кам'яний накид**

Поширення пояснюється надійністю зазначеного виду кріплення , а саме його значною стійкістю проти навантажень, що виникають при проходженні паводків, конструкції вологостійкі, морозостійкі,після підмивання конструкції паводковими водами гнучкість конструкції забезпечує падіння каменю з вище розташованих ділянок вниз до розмитої ділянки, що може припинити подальший розвиток підмиву. Використовується переважно камінь - негабарит, діаметром біля 1м. Автосамоскидами здійснюється відсипка негабариту до річки вздовж берегової лінії, що дозволяє надійно захистити її від ерозії. Суттєвими недоліками конструкції є необхідність перевезення кам'яного матеріалу на значну відстань(наприклад територію 3 районів обслуговує лише 2 кам'яних кар'єри, при цьому відстань перевезень становить в середньому 35-80 км).При відсипці виникає необхідність у виконанні планувальних робіт екскаваторами типу «фіскас», яких на території області практично немає. Тому роботи проводяться кранами і вручну, що є небезпечним з точки зору техніки безпеки. Крім того це значно підвищує вартість виконання будівельних робіт, які і без того є одними з найдорожчих у водогосподарському будівництві. Кам'яний накид є слабко естетичним видом кріплення, несприятливим для флори і фауни. При його влаштуванні виникає чимало проміжків між каменями, які при вимиванні заповнювача можуть призвести до повної руйнації конструкції кріплення. Такі випадки є непоодинокими і вимагають дорогого відновлення часто в екстремальних умовах паводків, коли можливості техніки є обмеженими. Кріплення є мало привабливим із точки зору рекреаційних можливостей

регіону(зеленого туризму). При виконанні робіт ґрунти та берегова лінія пошкоджуються важкою технікою (рис. 2), що нерідко спричиняє додаткову ерозію з вимиванням родючого шару ґрунту, втрати рідкісних представників флори і фауни, більшість з яких занесено до Червоної книги. Крім того кам'яний накид як кріплення практично неможливий на малих річках і потічках області, оскільки спричиняє стиснення і без того звуженого русла, зумовлюючи цим проблеми підтоплення прилеглих територій через значний підйом рівнів при проходженні паводкової хвилі, при наявному льодовому покриві на річці додається як додаткове джерело стиснення перерізу, що може призвести до катастрофічних наслідків.

Рис.2. **Роботи по обладнанню кріплення берегової лінії р.Тиса поблизу смт. Королево Виноградівського району Закарпатської області –кам'яна призма.**

При цьому слід підбирати необхідний діаметр каменю для виконання робіт, який би був стійким від зсуву і забезпечував співвідношення нерозмивних швидкостей:

$$V_n = (4{,}6 \cdot \sqrt[3]{d}) \cdot \sqrt[3]{H}\ , \qquad (1)$$

де V_n - швидкість потоку, м/с, H- глибина потоку, м, d-діаметр каменю,м.

Плотові стінки –досить поширений тип кріплення (рис. 3, 4). Полягає воно у наступному : по дну обладнується канава глибиною біля 1м .В канаву забиваються неошкурені кілки діаметром 5-10см. Виготовляються кілки з живих свіжо нарубаних рослин тополі або верби з їх розміщенням на відстані 20-25 см один від одного. Глибина забивання кілків становить 1,2-1,8 Н, де Н- глибина потоку. При цьому обов'язкова вимога влаштування, яка до речі часто порушується при будівництві – встановлення кілків у попередньо зроблені ломом на дні канави заглиблення. Мета їх полягає у тому, щоб зберегти від пошкодження бруньки і дати можливість кілкам прорости. У випадку проростання кілків значно збільшується термін експлуатації споруди – до декількох десятків років. На кілках заплітаються плоти. При цьому верхній ряд необхідно закріпити дротом. Після виготовлення плоту проміжки заповнюються місцевим або привозним ґрунтом або каменем. При цьому не допускається засипка ґрунту безпосередньо з автосамоскида. Запас висоти кілків над

плетінням 15–20см. Можливе також паралельне використання хворостяної вистілки.

Рис.3. **Плотові клітки(незаповнені).**

Рис.4. **Готова конструкція плотових кліток**

Основний недолік плотових і аналогічних до них фашинних споруд – їх недовговічність. Їх не можна будувати на відповідальних ділянках русла річки. Враховуючи, що практично кожна ділянка заплави річки є відповідальною через наявність у задовільному стані автомобільних шляхів безпосередньо на березі або щільної забудови заплав використання цих споруд обмежується захистом лісових ґрунтових доріг вздовж потоку. Крім того плотові клітки використовуються як додаткове укріплення новозбудованих водозахисних дамб(їх мокрого відкосу). Це призводить до значного збільшення капіталовкладень у споруду. Крім того у випадку відсутності надійної експлуатації споруди можливий її швидкий вихід з ладу. Недоліком також можна вважати обмежену висоту плотових стінок і малий напір, який вони можуть витримувати при виникненні паводкових навантажень. (0,3-0,5м).

У минулому столітті широко використовувались на річках області бетонні і залізобетонні споруди(підпірні стінки, контрфорси як один з їх

різновидів, вистілка залізобетонними плитами та інш. (рис. 5)). Найпоширеніша товщина плит становить 10см при коливаннях її в межах 8-15см., довжина - біля 1м. Використовується кріплення переважно на великих річках. Плити з'єднуються між собою дротом діаметром 5-6мм.Вони можуть витримувати значні навантаження, мають тривалий термін служби при відповідних регулярних експлуатаційних заходах. При цьому товщина плит для влаштування кріплення становитиме:

$$\Delta = 0{,}05 \cdot v^{2/3} \qquad (2)$$

де *v*- середня швидкість течії при максимальній паводковій витраті поблизу місця кріплення, м/с. Необхідно враховувати також те, що при влаштуванні залізобетонних плит , отриману по розрахунку товщину плити необхідно збільшувати у 1,5-2 рази.

Рис. 5. **Кріплення залізобетонними плитами**

Їх обладнання ускладнюється високою вартістю матеріалів, неможливістю виготовлення їх на місці виконання робіт у достатніх обсягах, складністю виготовлення опалубки і вкладання суміші в неї, необхідністю використання для її доставки спеціалізованої техніки – авто міксерів. Бетонні і залізобетонні споруди дуже чутливі до стирання їх поверхні рухомими наносами, до промерзання, та й якість витратних матеріалів (бетонної суміші або цементу) часто вимагає бажати кращого. При утворенні тріщин у споруді з врахуванням від'ємних температур можливий її швидкий вихід з ладу. До наведеного недоліку додається надзвичайна складність відновлення споруд подібного типу.

Габіонні конструкції – поширений тип кріплення. Найчастіше використовують каркасні габіонні ящики, в окремих випадках – без каркасні. Параметри габіонів наступні: висота одного рівня – 0,5м. Довжина 3 м. Ширина 1,0 м. Сітка для габіонів виготовляється з оцинкованого дроту діаметром біля 6 мм вручну. Розмір чарунок сітки – 8,5 х 8,5см, при цьому вони можуть плестися « у півоберту » і «півтора оберту». Каркас ящиків зварюється з арматури періодичного профілю діаметром біля 12 мм. Доставка до місця виконання робіт здійснюється

автомобільним транспортом. Між собою ящики з'єднуються дротом діаметром 4–6 мм. Після встановлення ящика, вручну здійснюється його заповнення каменем. Біля стінок габіонного ящика вкладається крупніший камінь, у зовнішніх стінках у випадку використання бутового каменю він повинен виступати кутами з вічок сітки для захисту сітки від стирання волоченими наносами і від пошкодження пливучими предметами. При цьому варто зазначити, що використання бутового каменю, що доставляється з кар'єрів, для габіонних ящиків не прижилося у Закарпатській області і його використання є обмеженим, збір каменю здійснюється переважно вручну з дна річки. Розмір фракції каменю обмежується параметрами сітки. При цьому не допускається засипка ящиків з автомобільного транспорту – роботи проводяться виключно вручну. Використання дрібних фракцій або ґрунту неприпустимі. Висота влаштування стінки з габіонних ящиків практично не обмежена. Конструкція є гнучкою для зміни форми споруди у відповідності з деформаціями основи - при підмиванні основи споруди габіонна кладка осідає, закриваючи місце розмиву. Суттєвий недолік – надзвичайно висока вартість обладнання, великий обсяг ручних робіт. Конструкція є надійною, однак у випадку пошкодження хоча б однієї ланки сітки відбувається майже миттєва руйнація конструкції – камінь висипається з сітки, залишаючи берег незахищеним від розмиву. До недоліків конструкції слід також віднести швидке ржавіння сітки з її наступним пошкодженням. Крім того можливе пошкодження сітки плаваючими предметами у річці , льодовими брилами, волоченими наносами. Відновлення практично неможливе. Необхідно повністю відбудовувати кріплення. Тому надійність конструкції є недостатньою.

Конструкції з дерева. Найбільш практичними в літературі вважають ряжеві конструкції [5]. Для Карпатського регіону ці конструкції є традиційними. Вони широко використовувались при лісосплаві та при регуляційних роботах на більшості річок регіону на протязі багатьох століть. Перевагою конструкцій з дерева є їхня достатня надійність, міцність, легкість виконання і відновлення у випадку пошкодження паводками або плаваючими предметами, висока питома міцність, близька до питомої міцності мало вуглецевої сталі, хімічна стійкість. Важлива перевага – доступність будівельного матеріалу, який використовується при будівельних роботах, його відносна дешевизна та легкість обробітку (рис.6). Конструкція є гнучкою для зміни форми споруди у відповідності з деформаціями основи, дерев'яні конструкції мають малу вагу, роботи по їх зведенню можна проводити в будь-яку пору року, практично при любих рівнях(крім високих паводкових).Подібні споруди стійкі від підмиву, простір між частинами споруд швидко заповнюється наносами.

Недоліком конструкцій подібного типу є низький термін експлуатації при використанні у кріпленні некондиційної деревини з врахуванням змінного змочування водою, конструкція гігроскопічна, внаслідок чого може піддаватися усушці, набуханню, розтріскуванню. Деревина має

неоднорідну будову, природні недоліки, що впливають на міцність, при відсутності заходів по захисту деревини вона може загнивати.

Рис. 6. **Типова конструкція зрубової стінки.**

Однак при використанні рекомендованих культур термін служби дерев'яних споруд наближається до аналогів з габіонної кладки та деяких інших –тобто біля 25 років, а при вдалому виконанні – і до 50 років. Свідченням є конструкції з дерева, збудовані поблизу с.Н.Бистрий на р.Ріка, поблизу с.Синевир, Синевирська Поляна на річці Теребля Міжгірського району (рис. 7).

Рис.7. **Вдосконалена конструкція зрубової стінки**.

Важлива перевага – легкість відновлення у випадку пошкодження, а також можливість оперативної зміни розмірів споруди – збільшення висоти, довжини споруди. Деревина повинна відповідати вимогам 1,2,3-го сортів. Рекомендують деревину 1-го класу для розтягнутих елементів, 2-го – для тих, що згинаються, 3-го – для стиснутих елементів. Обладнання таких споруд переслідує такі цілі :

- Конструкція відхиляє частину витрат потоку , що призводить до перерозподілу витрат і швидкостей по всьому перерізу;

- При проходженні витрати поблизу конструкції швидкості зменшуються, завислі наноси осідають, що сприяє відновленню берегової лінії;
- Споруди можна влаштовувати як вздовж, так і впоперек потоку, створюючи поля шорсткості.

Механічна стійкість деревини залежить від багатьох факторів. При встановленні розрахункових опорів враховується переважно 2 фактори.

1.Тривалий опір при тривалій дії навантаження з часом спостерігається зростання пластичних деформацій деревини. Якщо навантаження не перевищує визначеної межі, то ріст деформацій має затухаючий характер і з часом припиняється. Якщо ж напруження перевищить деяку межу, розпочинається зростання пластичних деформацій, а потім конструкція руйнується.

2.Неоднорідність будови деревини - веде до відмінностей у міцності вздовж і впоперек волокон. Природні недоліки знижують міцність. Найбільшою міцністю виділяються неотесані колоди. Пояснюється це тим, що внаслідок відсутності розрізаних волокон вплив сучків на міцність є незначним.

З метою забезпечення довговічності споруд, виготовлених з дерева, необхідно враховувати те, що дерев'яні конструкції при сприятливих умовах можуть виконувати свої функції на протязі сотень років. Однак вони можуть піддаватись гниттю , корозії. Існує цілий ряд тварин , що руйнують деревину. Це для карпатського регіону переважно різні жуки – точильники. Тривалий термін служби дерев'яних конструкцій можна забезпечити конструктивними і технологічними мірoприємствами. Перевагою смолистої деревини є те, що вона в мало агресивному середовищі є стійким матеріалом.

Паралельно з вищенаведеними конструкціями широко використовуються фашини. Переважно це легкі фашини,- свіжо заготовлений хмиз, який перев'язується проволокою (перев'язка вербовим хмизом рідко використовується через малу надійність). Діаметр фашин при цьому становить 0,25-0,40м, довжина –до 4м. Тяжкі фашини на даний момент практично не використовуються через високу трудомісткість їх виготовлення.

Хворостяна вистілка виконується з хмизу товщиною біля 20см , або ж з легких фашин. Переважно використовується кам'яно-хмизова вистілка, коли хмиз пригружають кам'яним накидом. Кріплення при проростанні має значний термін експлуатації. Заростання частини русла та заплави різними видами кущів, деревної рослинності призводить до різкого збільшення шорсткості , яка в свою чергу є причиною підвищення рівнів води у потоці, зменшенню швидкостей , випадінню завислих наносів.

Для виконання робіт з біологічного кріплення як альтернатива пропонується посадка тополевих порід. Вони є невибагливими до умов проживання, росте значно швидше від інших порід(за рік – до 2м). Важливим є здатність тополі до виробництва кисню, поглинанню

шкідливих газів, регулюванню температурного та вітрового режимів. Причому ці властивості у тополі значно переважають інші деревні породи. Недоліком можна вважати пух, який з'являється на тополі в період цвітіння, він є алергеном для багатьох людей. Однак сам період цвітіння триває лише 10 днів. Причому пух також має здатність адсорбувати шкідливі речовини. Для вирішення проблеми з цвітінням можна застосувати роздільну посадку тополь з посадкою неплодових тополь, оскільки тополі є дводомною рослиною. При заготівлі черенків з чоловічих екземплярів, проблеми з цвітінням можна уникнути.

Висновки. Як показує досвід, виконання традиційних видів кріплення на річках доцільно проводити у поєднанні з біологічним, в окремих випадках можливим є повна заміна пошкоджених капітальних кріплень на полегшені конструкції, виконані з використанням деревини та біологічних методів кріплення – фашин, зрубів з вистілкою, посадки живців, одерновкою берегової лінії. При виконанні всього комплексу експлуатаційних заходів по догляду за біологічним кріпленням – періодичним прорубуванням, посадкою додаткових саджанців та ін. – це дає змогу надійно захистити береги річок від ерозії, прилеглі землі від підтоплення та змиву, тобто уникнути непродуктивних втрат сільськогосподарських угідь при мінімальних витратах коштів на їх захист та відновлення, що є актуальним питанням в умовах тотальної нестачі коштів на виконання берегоукріплювальних робіт.

Список літератури

1. Алтунин С.Г. Защитные сооружения на реках / С.Г. Алтунин, И.А. Бузунов. – М. : Сельхозгиз, 1953. – 232 с. **2.** Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости / Ц.Е. Мирцхулава. - М. : Колос ,1967. - 179 с. **3.** Бухин М.Н. Правила технічної експлуатації захисно-регуляційних споруд / Бухин М.Н.,Соловейко Л.Т., Войнаровський Л.М. – К. : Урожай, 1991. **4.** Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек / Н.А. Ржаницын. – Л. : Гидрометеоиздат, 1985. **5.** Корюкин С.Н. Регулирование русел рек в мелиоративных целях / С.Н. Корюкин. - М. : Колос, 1972. – 272 с.

Переваги та недоліки найбільш типових видів берегоукріплювальних споруд, що використовуються на малих та середніх річках Закарпатської області

Керечан Д.М.

Показані основні типи берегоукріплювальних споруд, що широко використовуються на малих та середніх річках Закарпатської області, заходи по попередженню і мінімізації втрат від паводків з метою захисту місцевого населення і земель від підтоплення, акцентується увага на важливості поєднання існуючих методів берегоукріплення і захисту земель від ерозії з біологічними методами.

Преимущества и недостатки наиболее типичных видов берегоукрепляющих сооружений, которые используются на малых и средних реках Закарпатской области

Керечан Д.М.

В статье показаны основне типы берегоукрепляющих сооружений, которые широко используются на малых та средних реках Закарпатской области, мероприятия по предупреждению и минимизации ущерба от паводков с целью защиты местного населения и земель от подтопления, акцентируется внимание на важность

соединения существующих методов берегоукрепления и защиты земель от эрозии с биологическими методами.

Advantages and disadvantages of the most common types Coast facilities that are used for small and medium-sized rivers, Transcarpathian region

Kerechan Dmytro.

The article briefly describes the main types Coast facilities that are widely used by small and medium-sized rivers, Transcarpathian region, measures to prevent and minimize damage from floods to protect the local population and land from flooding, emphasizes the importance of combining the existing methods of coast fastening and protect land from erosion with biological methods, preliminary observations and conclusions derived from observations are described.

УДК 556.531.3.4

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН В УМОВАХ ПІДІГРІТИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС)

Осадчий В.І., Мостова Н.М., Осадча Н.М., Чернишова Л.О.
Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *водойма-охолоджувач, теплове навантаження, випаровувальне концентрування, карбонатно-кальцієва рівновага, баланс*

Вступ. Хімічні елементи, що надходять у водні об’єкти за рахунок природних процесів або внаслідок антропогенного впливу, не залишаються у стабільному стані, а зазнають певних змін відповідно до їх фізико-хімічних властивостей та умов водного середовища. Знання процесів трансформації і шляхів міграції хімічних елементів та їх сполук у водному середовищі має велике значення як для розвитку багатьох напрямів наукових досліджень, так і для вирішення проблем прикладного характеру.

Водойми-охолоджувачі (ВО) атомних і теплових електростанцій характеризуються незвичним для природних вод термічним режимом внаслідок надходження додаткового тепла із систем охолодження енергоблоків. В умовах теплового навантаження в екосистемі ВО формується особливий гідрохімічній і гідробіологічний режим, що визначає міграційні властивості хімічних елементів та сполук, їх трансформацію й акумуляцію.

Протягом 70-90-х років XX століття успішно проводились дослідження впливу підігрітих скидових вод на екосистеми ВО [1-9]. Досягнуто значних успіхів у дослідженні гідробіологічного режиму [3-4, 6, 8], визначено гідрохімічні характеристики водних об’єктів атомної і теплової енергетики [1, 7-8], виконано оцінку теплового впливу об’єктів енергетики на водне середовище [9].

Запорізька АЕС (ЗАЕС) – найбільша атомна електростанція України, на якій працює 6 енергоблоків загальною потужністю 5,9 млрд. квт/год, і де виробляється 25% всієї електроенергії України. Станція розміщена на лівому березі Каховського водосховища біля м. Енергодар, нижче м. Запоріжжя на 70 км і за 160 км до греблі Каховської ГЕС. Технічне водопостачання АЕС здійснюється за оборотною схемою і включає ВО з комплексом бризкальних басейнів і 2 градирні.

Об’єм водойми-охолоджувача ЗАЕС (ВО ЗАЕС) – 43 млн.м^3, площа водного дзеркала – 9,5 км^2, середня глибина – 4-5 м, максимальна – 16 м. Циркуляційна вода, що скидається у водойму після охолодження

енергоблоків, несе додаткове тепло, кількість якого залежить від потужності електростанції. Частина тепла надходить в атмосферу, решта – формує тепловий режим водойми і впливає на процеси кругообігу речовин. На хімічний склад ВО ЗАЕС впливають також стічні води промислово-зливової каналізації проммайданчика АЕС і баків хімводоочистки, комунально-побутових стічних споруд АЕС і м.Енергодар.

Метою нашого дослідження було вивчення особливостей розподілу і трансформації хімічних елементів і сполук в умовах підігрітих вод на прикладі ВО Запорізької АЕС.

Матеріали та методи досліджень. У якості вихідної інформації опрацьовано матеріали багаторічних експериментальних робіт відділу гідрохімії УкрНДГМІ, отримані під час експедиційних досліджень на ВО ЗАЕС і Каховському водосховищі, та результати хімічного контролю води гідротехнічних споруд служби екологічного моніторингу ЗАЕС.

Аналіз хімічного складу води ВО ЗАЕС виконано відповідно до загальноприйнятих методик [10].

Для вивчення умов і чинників трансформації хімічних елементів було використано програмний модельний комплекс TETRA [11], розроблений в УкрНДГМІ на базі математичної моделі MINTEQA2 [17].

Для визначення спрямованості внутрішньоводоймових процесів, кількісної оцінки розподілу, трансформації й акумуляції речовин було використано розроблену нами раніше балансову модель міграції різних класів хімічних речовин у водоймі-охолоджувачі.

Результати та їх обговорення.

Газовий режим та pH води. Характерною особливістю ВО є специфічний термічний режим [1, 12–14]. Унаслідок надходження підігрітої води з систем охолодження енергоблоків АЕС температура води ВО навіть у найбільш холодній його зоні на 5-18 градусів вище порівняно з природними умовами, а її середнє багаторічне значення становить близько 23°С [14]. Підвищена температура сприяє бурхливому розвитку гідробіонтів, що призводить до зростання у воді вмісту розчиненого кисню. У поверхневому шарі ВО ступінь насичення води киснем іноді досягав 220 %. У літні місяці за відсутності вітро-хвильового перемішування водних мас у ВО відзначалася вертикальна стратифікація вмісту кисню з виникненням анаеробних умов у придонному шарі води.

Розвиток фітопланктону призводить до зменшення у воді вмісту CO_2 і як наслідок цього у ВО спостерігався зсув кислотно-лужної рівноваги вправо, при цьому середня багаторічна величина pH становила 8,35, а максимальне значення водневого показника досягало 9,0 одиниць.

Головні іони та мінералізація води. В умовах значного теплового навантаження основного значення у формуванні складу головних іонів ВО ЗАЕС набув процес випаровувального концентрування, внаслідок якого значно збільшилася мінералізація води та змінився її іонний склад.

Загальна мінералізація води за перші дев'ять років експлуатації ВО у безпродувному режимі зросла більше ніж у 2,5 разу і на кінець 1993 р. становила майже 1000,0 мг/дм^3 (рис. 1).

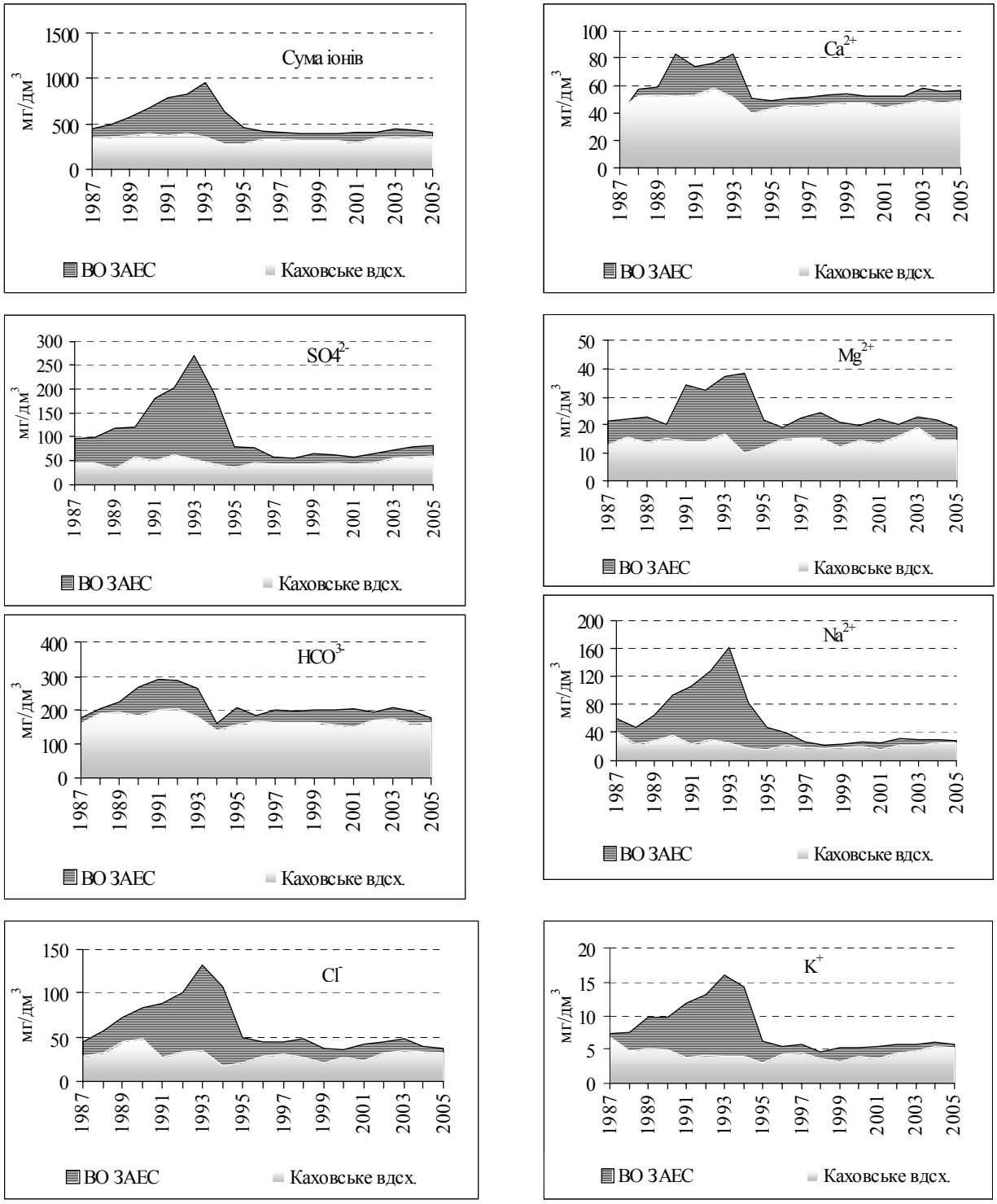


Рис. 1. **Динаміка вмісту головних іонів і мінералізації води у ВО ЗАЕС і Каховському водосховищі (1987 – 2005 рр.)**

У ВО ЗАЕС за цей період спостерігалося накопичення добре розчинних сульфатних і хлоридних солей натрію та калію (NaCl, KCl, Na_2SO_4 та ін.).

З початку експлуатації ЗАЕС до 1993 року вміст іонів натрію у воді ВО збільшився з 40,0 до 160,0 мг/дм^3, тобто у 4 рази, що перевищило

ступінь концентрування усіх інших іонів (див. рис. 1). За відповідний період у воді Каховського водосховища, водою з якого підживлюється ВО ЗАЕС, вміст Na^+ змінився з 23 мг/дм^3 до 28 мг/дм^3.

Концентрації хлоридних іонів у воді Каховського водосховища за період 1987–2005 рр. коливалися у межах 18–48 мг/дм^3, а у ВО – зросли утричі (з 37 мг/дм^3 до 133 мг/дм^3) (див. рис. 1).

Аналогічних змін зазнав вміст сульфатних іонів. Концентрації SO_4^{2-} у ВО зросли у 2,8 разу, з 97 мг/дм^3 до 269 мг/дм^3. У воді Каховського водосховища збільшення вмісту вказаних аніонів становило лише у 1,2 разу (див. рис.1).

Випаровувальне концентрування призвело також до збільшення у ВО ЗАЕС вмісту розчинених у воді іонів Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, концентрації яких перевищували вміст відповідних іонів у воді Каховського водосховища. Проте аналізуючи динаміку вказаних іонів у воді ВО добре помітно істотну відмінність від зміни концентрацій інших іонів за відповідний проміжок часу.

Мала величина добутку розчинності сполук кальцію і магнію (зокрема $CaCO_3$ і $MgCO_3$) і негативний температурний коефіцієнт розчинності (зі збільшенням температури добуток розчинності зменшується) призводить до зростання індексу насичення води у ВО стосовно відповідних мінералів.

Оскільки умови розчинності карбонату кальцію у воді визначаються міжфазовою рівновагою карбонату кальцію між його розчиненою і твердою фазами (мінералами), у водоймі-охолоджувачі більш часто, ніж у природних водних об’єктах, створюються умови до зсуву карбонатно-кальцієвої рівноваги й утворення хемогенного карбонату кальцію. Так, у воді ВО ЗАЕС за час безпродувного режиму концентрації іонів Ca^{2+} зросли у 2,1 разу (з 39 мг/дм^3 до 83 мг/дм^3), що значно менше порівняно з іншими головними іонами (див. рис. 1). У воді Каховського водосховища за цей же час концентрації кальцію зросли у 1,2 разу і змінювалися у межах 40–49 мг/дм^3.

За фізико-хімічних умов, що склалися у водоймі-охолоджувачі, вміст розчиненого кальцію лімітується станом карбонатно-кальцієвої системи. Зростання концентрацій розчинених іонів Ca^{2+} внаслідок випаровування, високі значення температури і pH води (pH=8,3-9,0) в умовах активізації фотосинтезу створюють сприятливі умови для пересичення води відносно кальциту. Спостерігається зрушення рівноважного стану карбонатно-кальцієвої системи у напрямку утворення важкорозчинних сполук карбонату кальцію ($CaCO_3\downarrow$) і виведення їх із фази розчину. Найбільш активно цей процес протікає у зонах підвищеної циркуляції водних мас, які одночасно зазнають найбільшого впливу високих температур (температура води влітку становить 34-36°C).

Значного збільшення вмісту іонів магнію у воді ВО не відбулося через часткове його виведення із водного середовища при співосадженні з карбонатом кальцію. Так, за період з моменту пуску першого енергоблоку

і до 1993 року вміст магнію у воді ВО збільшився в 1,8 разу (з 21,0 мг/дм^3 до 38,0 мг/дм^3) (див. рис. 1). У цей же час концентрації магнію у воді Каховського водосховища зросли лише на 4 мг/дм^3.

Отримані нами експериментальні дані були також підтверджені результатами термодинамічного моделювання стану карбонатно-кальцієвої і карбонатно-магнієвої гідрохімічних систем ВО ЗАЕС, які показали, що підвищення температури води призвело до збільшення індексу насичення води стосовно кальциту і магнезиту. Відповідно до виконаних розрахунків насичення води стосовно кальциту буде спостерігатися за умови досягнення температури води +30°С, а магнезиту – (+75°С). Найбільш імовірним мінералом, що утворить у водоймі-охолоджувачі хемогенний твердий осад, буде карбонат кальцію [12].

Відповідно до принципу хімічного розділення, сформульованого Дривером [16], нами розроблено прогноз трансформації іонного складу води ВО ЗАЕС в умовах підігріву. Як видно з рис. 1 у 1989 р. спостерігалося зменшення концентрації іонів Ca^{2+}, однак, враховуючи те, що дотримувалося співвідношення $Ca^{2+} > HCO_3^- + CO_3^{2-}$, цей іон продовжував накопичуватись у воді, і в 1990 р. його вміст досяг значень 4,15 мг-екв/дм^3. За цих умов почалося виведення $CaSO_4$, що знайшло відображення у відповідному зменшенні сульфатних іонів. Оскільки спостерігалося співвідношення $m_{Ca_{2+}} > m_{SO_4^{2-}}$, то в розчині знову почав накопичуватись кальцій, аж до рівня 4,15 мг-екв/дм^3. Протягом наступних трьох років цей цикл повторився знову. Це дозволило нам зробити висновок, що за даних меж коливань мінералізації води вміст кальцію за рахунок періодичного його виведення із водного середовища не буде перевищувати 4,15 мг-екв/дм^3. Цей стан буде спостерігатися до того часу, доки буде дотримуватись співвідношення $m_{Ca^{2+}} > m_{SO_4^{2-}}$.

На основі отриманих даних проведено розрахунок балансу головних іонів і мінералізації води ВО ЗАЕС при безпродувному режимі експлуатації, який показав, що прихідна частина балансу для всіх іонів і мінералізації води перевищила витратну частину (табл. 1). Це вказує на те, що процес кругообігу речовин сприяв накопиченню їх у ВО ЗАЕС. Таке перевищення для мінералізації води становило 32%, а найбільші значення перевищення балансу мали гідрокарбонатні іони і кальцій, відповідно 58% та 57%. Серед процесів, що сприяли накопиченню іонів у ВО, основну роль справляло випаровувальне концентрування. Підігрів води і втрата її частини внаслідок випаровування диктували потребу відновлення об'єму ВО до проектного рівня за допомогою постійного підживлення, унаслідок чого у водоймі значно зросли концентрації розчинених речовин.

Для покращення хімічного складу ВО у 1993 році було запроваджено регулярну продувку. Після започаткування продувного режиму концентрації іонів натрію у воді ВО зменшились і практично наблизились до рівня перших двох років експлуатації АЕС (28–31 мг/дм^3), вміст хлоридних іонів знизився у 2,7 разу (до 50 мг/дм^3), вміст

сульфатних іонів знизився майже у 5 разів, а їх зміни стали носити синхронний характер із таким у Каховському водосховищі (див. рис. 1). Після початку продувних робіт вміст кальцію практично стабілізувався і коливався у межах 50–56 мг/дм^3.

Таблиця 1. **Баланс головних іонів і мінералізації води при безпродувному режимі експлуатації ВО ЗАЕС, 1992 р. (т/рік)**

	Прихідна частина				Витратна частина	
	ПЗК	**КПВ**	**ХС**	**П**	**В**	**Ф**
HCO^-_3	2459,32	121,24	841,00	27281,6	14172,4	455,5
SO_4^{2-}	1854,41	33,43	503,77	8766,66	10384,1	333,76
Cl^-	865,56	21,62	284,0	4608,29	5072,58	163,04
Ca^{2+}	616,83	33,94	306,99	7757,75	3584,16	115,20
Mg^{2+}	289,62	7,28	67,82	1867,86	1762,21	56,64
Na^+	1109,25	27,77	290,03	4444,68	6804,93	218,72
K^+	117,06	3,66	49,79	654,43	717,85	22,88
Σi	7309,0	248,95	2343,38	55381,3	42589,1	1368,87

Примітка: ПЗК – стічні води промислово-зливової каналізації проммайданчика АЕС; КПВ – стічні води комунально-побутових стоків з об'єднаних очисних споруд м. Енергодара; ХС – стічні води хімцеху; П – підживлення з Каховського водосховища; В – винесення з вітром; Ф – інфільтрація через дамбу.

Результати розрахунку балансу головних іонів вказують на те, що навіть при експлуатації ВО у продувному режимі у його воді накопичується значна кількість головних іонів (переважно HCO_3^- і Ca^{2+}) (табл. 2).

Таблиця 2. **Баланс головних іонів і мінералізації води ВО ЗАЕС при експлуатації в режимі продувки, 1997 р. (т/рік)**

Показник	**Прихідна частина**	**Витратна частина**	**Акумуляція**
HCO_3^-	30703,19	14627,89	16075,30
SO_4^{2-}	11158,26	10717,87	440,39
Cl^-	5779,47	5235,62	543,84
Ca^{2+}	8715,51	3699,36	5016,15
Mg^{2+}	2229,59	1818,85	410,74
Na^+	5871,74	7023,65	-1151,91
K^+	824,94	734,73	90,20
Σi	65282,68	43957,97	21324,72

Біогенні елементи. Для сезонних коливань вмісту біогенних речовин у водоймах замкнутого типу характерне зменшення на початку періоду розвитку первинопродуцентів у результаті асиміляції гідробіонтами, а з другої половини літа й особливо восени, коли переважають деструкційні процеси, концентрації мінеральних сполук азоту і фосфору досягають максимальних величин. Проте цей класичний прояв яскраво вираженої сезонної динаміки для ВО ЗАЕС порушується зміною теплового режиму останнього. Якщо для Каховського водосховища інтенсивний розвиток фітопланктону характерний в період з

квітня по вересень, то для ВО, де середня температура води взимку становить +12°С, цей період подовжується на декілька місяців. Крім того, у ВО, як правило, відсутній пік інтенсивного розвитку фітопланктону [6]. Загибель фітопланктону відбувається після періодичного проходження води через системи охолодження енергоблоків, де температура води перевищує +35°С. Наступна седиментація й трансседиментація в глибоководних зонах ВО відмерлих залишків фітопланктону приводить до виведення й депонування в донних відкладах спожитих біотою біогенних речовин.

Результати балансових розрахунків показали, що при експлуатації ВО у безпродувному режимі у його воді відбувалося накопичення біогенних елементів (головним чином $P_{мін.}$) та органічних речовин (табл. 3). Це спричинено, з одного боку, інтенсифікацією гідробіологічних процесів у водоймі-охолоджувачі, а з іншого – ВО ЗАЕС є приймальником комунально-побутових і промислових стічних вод.

Таблиця 3. **Баланс біогенних елементів і органічних речовин при безпродувному режимі експлуатації ВО ЗАЕС, 1992 р. (т/рік)**

Показник	**Прихідна частина**	**Витратна частина**	**Акумуляція**
NH_4^+	102,49	18,50	83,99
NO_2^-	8,95	4,88	4,07
NO_3^-	479,44	151,06	328,38
$N_{мін.}$	195,95	48,81	147,14
$N_{орг.}$	196,02	86,32	109,70
PO_4^{3-}	32,31	9,76	22,56
$P_{орг.}$	14,70	2,88	11,82

Запровадження продувки дозволило значно знизити накопичення біогенних елементів у досліджуваній ВО, що становило для NH_4^+ – 34 рази, для NO_2^- – 24 рази і для NO_3^- – 8 разів. Проте накопичення фосфатних іонів зменшилося лише в 0,9 разу.

Розрахункові дані показали, що концентрації мінерального фосфору у ВО не перевищували відповідні значення у воді Каховського водосховища, хоч під час продувки абсолютна кількість винесених сполук $P_{мін.}$ була меншою порівняно з кількістю, яка надійшла у ВО (рис. 2). Очевидно, що цьому сприяли інтенсивні процеси самоочищення внаслідок сорбції фосфатних іонів на завислих речовинах з подальшим виведенням у донні відклади.

Важкі метали. Важкі метали надходять у водне середовище ВО ЗАЕС із джерела водопостачання, зі стічними водами, з атмосферними випадіннями та в результаті технологічної діяльності АЕС.

Проведені дослідження дозволили виявити, що багаторічна динаміка вмісту розчинених у воді важких металів (Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cd) у ВО ЗАЕС і Каховському водосховищі мала схожий характер. Для заліза і марганцю простежувалась тенденція до незначного збільшення їхніх концентрацій у воді обох водних об'єктів, для цинку відмічалася чітка

тенденція до зростання (з 0,003-0,005 мг/дм^3 у 1995 р. до 0,045 мг/дм^3 у 2005 р.) (рис. 3).

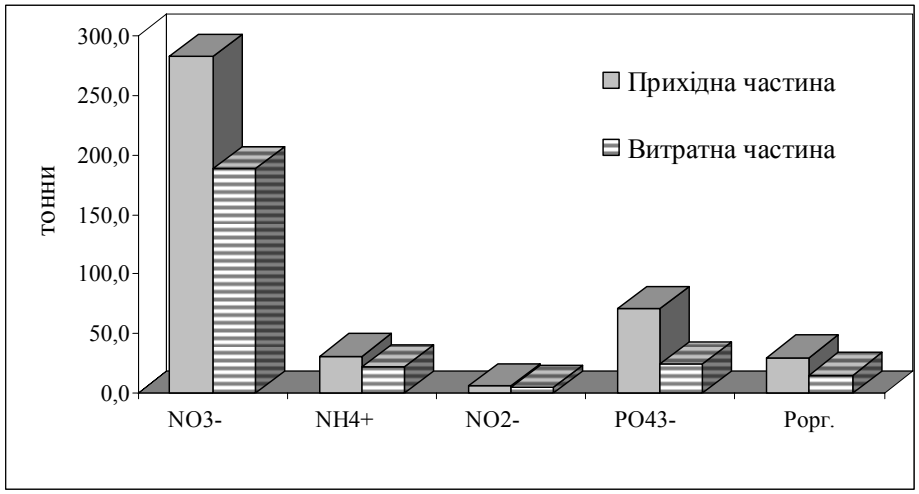


Рис. 2.– **Баланс біогенних елементів та органічних речовин у воді ВО ЗАЕС за час продувки (вересень1996 – березень 1997)**

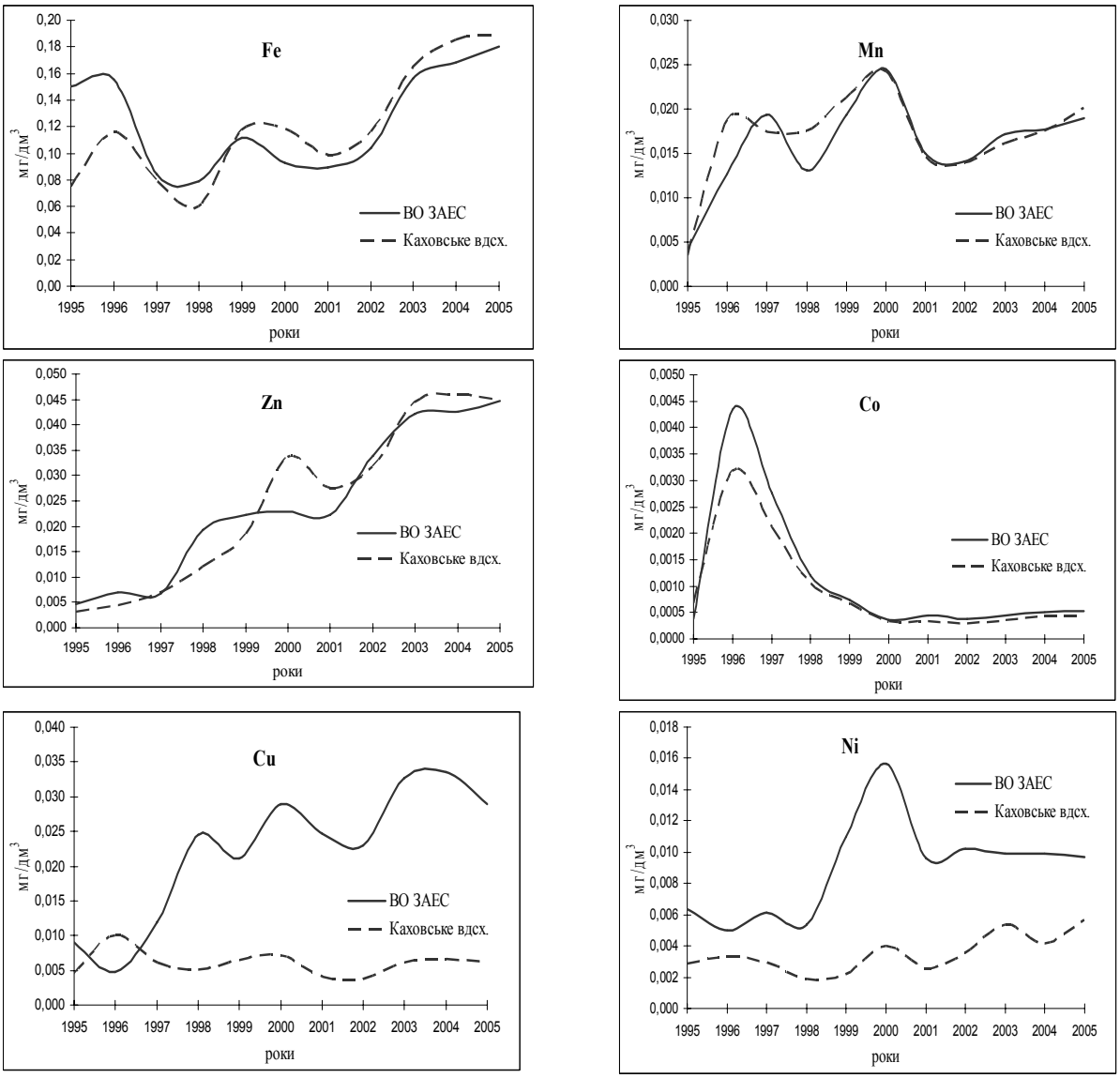


Рис. 3. **Багаторічна динаміка вмісту важких металів у воді ВО ЗАЕС і Каховського водосховища**

Для кобальту протягом усього досліджуваного періоду у воді ВО ЗАЕС спостерігалось незначне перевищення вмісту порівняно з Каховським водосховищем (див. рис. 3). Сезонні варіації вмісту важких металів зумовлені змінами фізико-хімічних умов водного середовища й інтенсивністю перебігу гідробіологічних процесів. Окремі разові підвищення відбуваються через додаткові надходження важких металів із зовнішніх джерел.

Виняток становили лише нікель та найбільшим чином мідь, для яких характерні значні перевищення концентрацій і тенденція до зростання у воді ВО (див. рис. 3). Якщо у 1996 р. концентрації міді у воді ВО ЗАЕС не перевищували 5 мкг/дм^3, то починаючи з 1997 р. відзначалася стійка тенденція до їх збільшення. У 1998 р. середня концентрація міді вже становила близько 40 мкг/дм^3, тобто зросла у 8 разів. Одночасно в Каховському водосховищі значних змін не спостерігалося, а концентрації міді коливались у межах 4–6 мкг/дм^3. Отримані результати дозволили припустити наявність додаткового зовнішнього джерела надходження міді у ВО ЗАЕС.

Проведені дослідження виявили, що забруднення сполуками міді набрало загального характеру й торкнулося всієї екосистеми ВО ЗАЕС. Як зазначалося вище, у фазі розчину її вміст збільшився у 8 разів, на зависях – у 18 разів (з 30 мкг/дм^3 до 560 мкг/дм^3), у складі фітопланктону – у 14 разів (з 20 мг/кг с.м. до 290 мг/кг с.м.) і у донних відкладах – з 60 мг/кг до 1200 мг/кг. Це вказувало на наявність постійного значного надходження міді, з яким не справлялися самоочисні механізми ВО.

Дослідження донних відкладів глибоководної зони дозволили встановити час початку збільшення концентрацій міді – кінець 1996 р. – початок 1997 р. Відповідно до наших розрахунків за період 1997–1998 рр. у ВО надійшло від 12 до 16 тонн міді. Саме у цей час на Запорізькій АЕС було запроваджено механічний спосіб очищення систем охолодження від твердих відкладів (так звана кулькова очистка), який ефективно використовується на атомних електростанціях Європи й Америки. Проте системи охолодження паровідвідного тракту на цих станціях виготовлені з неіржавіючої сталі, а на АЕС України в системах охолодження використовуються трубки зі сплаву МНЗ (мідь, нікель, залізо). Отже, додаткове надходження міді й нікелю у ВО ЗАЕС спричинено, найвірогідніше, їх вилуговуванням з поверхні трубок системи охолодження внаслідок руйнації оксидної плівки на їх поверхні у процесі проходження кульок.

Спрямованість міжфазової трансформації металів у системі “вода – завислі речовини” визначається індивідуальними хімічними властивостями кожного з металів, кількістю завислих речовин, їхнім гранулометричним і мінералогічним складом, а також фізико-хімічними умовами водного середовища. В умовах постійного теплового навантаження у ВО змінюються фізико-хімічні умови водного середовища й інтенсифікуються гідробіологічні процеси, що призводить до переходу

металів у завислу форму міграції з наступною їх седиментацією і накопиченням у донних відкладах.

Як свідчать вищенаведені дані, у ВО ЗАЕС переважна більшість заліза (понад 85%) й 47% марганцю мігрували в складі завислих форм. А для цинку, міді, свинцю, нікелю, кобальту й кадмію більш характерним був розчинений стан – 84-97%.

Значною асиміляційною дією відносно важких металів відзначається фітопланктон. Посилений приріст біомаси під час піків його розвитку зумовлює утилізацію значної кількості розчинених форм важких металів. Порівнюючи дані міграції у складі завислих речовин і фітопланктону (табл. 4), видно, що міграція металів на зависях мінерального походження значно перевищує кількість металу, спожитого фітопланктоном, що свідчить про високу сорбційну ємність дрібнодисперсних мінеральних часток. Проте внаслідок багаторазової циклічності фаз розвитку протягом року, загальна маса важких металів виведених біотою значно перевищує роль мінеральних зависей у цих процесах.

Таблиця 4. **Вміст важких металів у завислих речовинах і фітопланктоні ВО ЗАЕС і Каховського водосховища, 1987-1995 рр.**

Об'єкт	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Cd
Мінеральні завислі речовини, мг/кг с.м.								
ВО ЗАЕС	10141,1	2557,3	207,2	41,4	55,0	64,4	20,3	32,6
Каховське вдсх.	-	-	941,0	41,1	58,8	141,7	9,4	14,0
Фітопланктон, мг/кг с.м.								
ВО ЗАЕС	1037,9	43,89	72,3	10,35	-	12,90	12,7	-
Каховське вдсх.	1019,7	19,24	115,4	12,02	-	58,13	8,9	-

Як свідчать балансові розрахунки (табл. 5). у ВО ЗАЕС щорічно накопичується значна кількість важких металів, проте збільшення їх концентрацій у воді практично не спостерігалося. Це вказує на те, що у водній товщі відбуваються потужні процеси самоочищення, серед яких важливу роль відіграє сорбція на дрібнодисперсних зависях. Інтенсифікація гідробіологічних процесів через більш високу температуру води також сприяє виведенню важких металів внаслідок біоакумуляції й подальшому їх депонуванню в донних відкладах.

Таблиця 5. **Баланс важких металів при безпродувному режимі експлуатації ВО ЗАЕС, 1992 р. (т/рік)**

Речовина	**Прихідна частина**	**Витратна частина**	**Акумуляція**
Fe	27,0	7,8	19,2
Mn	2,1	0,36	1,75
Zn	2,5	0,5	2,0
Cu	2,0	0,26	1,74
Pb	0,25	0,08	0,17
Ni	0,6	0,14	0,46
Co	0,18	0,09	0,09

Проведені розрахунки дозволили зробити висновок про достатній запас буферної ємності ВО ЗАЕС відносно важких металів. Переважна частина важких металів сорбується зависями й споживається гідробіонтами, сприяючи їхньому виведенню з фази розчину. Зсув рівноважного стану карбонатної системи у бік утворення твердої фази карбонату кальцію сприяє виведенню частини металів з фази розчину внаслідок співосадження.

Важливість зменшення забруднення водних екосистем внаслідок трансформації фізико-хімічних форм металів наглядно продемонстрував факт щорічного надходження міді з паровивідного тракту в розмірі 12–16 т. Проте концентрації розчинених форм металу при цьому не зросли катастрофічно, а досягли значень 35–40 мкг/дм^3 і стабілізувалися.

Висновки. Поєднання експериментальних методів досліджень, балансових розрахунків і результатів фізико-хімічного термодинамічного моделювання дозволило розробити на прикладі водойми-охолоджувача ЗАЕС алгоритм трансформації хімічних елементів та оцінити особливості їх міжфазового розподілу в умовах теплового навантаження.

В умовах підігрітих вод інтенсифікуються біологічні і фізико-хімічні процеси, наслідком яких є зрушення рівноважного стану карбонатно-кальцієвої і карбонатно-магнієвої систем у бік утворення важкорозчинних сполук типу кальциту і магнезиту і виведення їх із фази розчину.

Високе теплове навантаження призвело до накопичення у водоймі-охолоджувачі внаслідок випаровувального концентрування добре розчинних сульфатних і хлоридних солей натрію та калію.

Встановлено загальну направленість перерозподілу практично для всіх досліджуваних важких металів, іонів Ca^{2+}, Mg^{2+}, сполук азоту і фосфору із фази розчину в донні відклади.

Основні процеси трансформації важких металів відбуваються у водному середовищі в системі “вода – завислі речовини”. Донні відклади практично не відіграють активної ролі у зазначених процесах і є депо для більшості токсикантів.

Список літератури

1. Ромась М.І. Гідрохімія водних об’єктів атомної і теплової енергетики : монографія / М.І. Ромась. – К. : ВПЦ “Київський ун-т”, 2002. – 532 с. **2.** Васенко О.Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці / О.Г.Васенко. – Харків : УкрНДІЕП, 2000. – 243 с. **3.** Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины / Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. – К. : Наук. думка, 1991. – 192 с. **4.** Структура и функциональные характеристики пелагических и контурных группировок гидробионтов в водоеме-охладителе Запорожской АЭС / Калиниченко Р.А., Сергеева О.А., Протасов А.А., Синицына О.О. // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 32, № 1. – С. 15–25. **5.** Каратаев А.Ю. Воздействие подогревания на пресноводные экосистемы / А.Ю. Каратаев // Вестн. Бел. ун-та. – 1990. – 133 с. – Деп. в ВИНИТИ № 2440-В90. **6.** Кафтанникова О.Г. Итоги изучения влияния сбросных подогретых вод на биологический режим их водоемов-охладителей (в пределах Украины) / О.Г. Кафтанников // Проблемы гидробиологии и альгологи. – 1978. – С. 198–212. **7.** Кошелева С.И. Гидрохимический режим водоемов в условиях подогрева / С.И. Кошелеві // Гидробиол. журн. – 1976. – №1. – С. 100-111. **8.**

Химический состав воды и планктон водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС / Сергеева О.А., Калиниченко Р.А., Кошелева С.И., Ленчина Л.Г. // Гидробиол. журн. – 1988. – Т. 24, № 6. – С. 8-14. **9.** Браславский А.П. Тепловое влияние объектов энергетики на водную среду / Браславский А.П., Кумарина М.Н., Смирнова М.Е. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 252 с. **10.** Аналітична хімія поверхневих вод / Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. – К. : Наук. думка, 2007. – 456 с. **11.** Розробити та впровадити програмно-моделюючий комплекс кількісної оцінки токсичних форм важких металів у природних водах. Звіт про НДР за договором № 8/11-98 / Осадчий В.І., Осадча Н.М., Манченко А.П. та ін. / УкрНДГМІ Мінприроди України. – № 0198U000437. – К., 2000 – 100 с. **12.** Осадчий В.І. Математичне моделювання стану гідрохімічних систем у водоймі-охолоджувачі Запорізької АЕС / В.І.Осадчий, Н.М. Мостова // Наук. праці УкрНДГМІ. –2003. – Вип. 251. – С. 95-111. **13.** Осадчий В.І. Закономірності формування хімічного складу і якості води водойми-охолоджувача Запорізької АЕС / В.І Осадчий., Н.М.Мостова // Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Серія Біологія. – 2005. – № 3(26). – С. 330-332. **14.** Мостова Н.М. Особливості температурного і кисневого режимів водойм в умовах теплового навантаження / Н.М. Мостова // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006 – Вип. 255.. – С. 116-125. **15.** Осадчий В.І. Форми міграції важких металів розчинених у воді Дніпровських водосховищ / В.І. Осадчий, В.В. Кирничний, Н.М. Осадча // Наук. праці УкрНДГМІ. – 1998. – Вип. 246. – С. 105-119. **16.** Дривер Дж. Геохимия природных вод / Дж. Дривер. – М. : Мир, 1985. – 440 с. **17.** Allison J.D., Brown D.S., Novo-Gradac K.J. (1990). MINTEQA2/PRODEFA2, a geochemical assessment model for environmental systems: Version 3.0 user's manual. U.S. EPA, Athens, GA. – 106 p.

Особливості розподілу і трансформації хімічних речовин в умовах підігрітих вод (на прикладі водойми-охолоджувача Запорізької АЕС)

Осадчий В.І., Мостова Н.М., Осадча Н.М., Чернишова Л.О.

За результатами експериментальних досліджень, балансових розрахунків і фізико-хімічного термодинамічного моделювання визначені особливості поведінки і трансформації хімічних речовин і оцінена спрямованість їх міжфазового розподілу в умовах теплового навантаження. Визначена загальна направленість перерозподілу практично для всіх досліджених важких металів, іонів Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, сполук азота і фосфора з фази розчину в донні відклади.

Особенности распределения и трансформации химических веществ в условиях подогретых вод (на примере водоема-охладителя Запорожской АЭС)

Осадчий В.И., Мостовая Н.М., Осадчая Н.Н., Чернышова Л.А.

По результатам экспериментальных исследований, балансовых расчетов и физико-химического термодинамического моделирования определены особенности поведения и трансформации химических веществ и оценена направленность их меж фазового распределения в условиях тепловой нагрузки. Определена общая направленность перераспределения практически для всех исследуемых тяжелых металлов, ионов Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, соединений азота и фосфора из фазы раствора в донные отложения.

Features of distribution and transformation of chemical compounds in conditions of thermally enriched water (on an example of the cooling pond of the Zaporizhya NPP)

Osadchy V.I., Mostova N.M., Osadcha N.M., Chernyshova L.O.

On materials of experimental researches, balance calculations and physicochemical thermodynamic modeling is revealed features of action and transformation of chemical compounds and also there is estimated orientation of their interphase division in the conditions of thermal loading. The general orientation of redistribution is established practically for all researched heavy metals, ions Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, chemical compounds of nitrogen and phosphorus from the dissolving phase in bottom sediment.

УДК 556.114

ОЦІНКА ТРАНСФОРМАЦІЇ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ РІЧКИ ДЕСНА

Курило С.М., Хільчевський В.К.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *хімічні речовини, трансформація хімічного складу, якісні характеристики, Десна*

Вступ. Дослідження змін гідрохімічного режиму річкових вод у взаємозв'язку із зміною кліматичних, гідрологічних і антропогенних факторів формування хімічного складу є питанням досить актуальним. Як кліматичні умови так і антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище не є сталими в часі процесами, тож цікаво прослідкувати яким чином їх зміни відбиваються на елементах гідрохімічного режиму поверхневих вод. В якості об'єкта зазначених досліджень нами була обрана р. Десна, предметом дослідження є мінералізація і вміст головних іонів у воді річки.

Методика досліджень. На якісному рівні для оцінки зміни хімічного складу води річки використовується модернізована класифікація природних вод Алекіна. Яка дозволяє фіксувати динаміку змін хімічного складу природних вод за катіонами на рівні груп, а також на більш детальному рівні характеризувати кількісну зміну вмісту класоутворюючих аніонів (на рівні підтипів) [1-2]. Для виявлення закономірностей у коливаннях мінералізації було використано хронологічні та згладжені за допомогою лінійного фільтру часові ряди, а також різницеві інтегральні криві за безперервні періоди спостережень.

Для оцінки змін водності річки в межах досліджуваного періоду авторами використовувалися різницево–інтегральна крива середньорічного стоку. В якості вихідних матеріалів використані дані Центральної геофізичної обсерваторії про витрати і хімічний склад води р. Десна – м. Чернігів за період 1957–2006 рр.

Виклад основного матеріалу. Трансформація хімічного складу води р. Десна–м. Чернігів розглядалась по наступним напрямкам: зміна кількісних характеристик (загальна мінералізації, іонний склад) і зміна на якісному рівні (зміна класифікаційних ознак за модернізованою класифікацією Алекіна).

Мінералізація води. Середня річна мінералізація (С) води р. Десна – м. Чернігів за весь безперервний період спостережень становила 351 мг/дм^3, мінімальна мінералізація середньорічна мінералізація зафіксована у 1969 р. (232 мг/дм^3), максимальна у 1982 р. (482 мг/дм^3).

Аналізуючи зміни мінералізації за досліджуваний період (рис.1), можна побачити, що фактично з 1957 р до 1981 р. (з деякими

коливаннями в окремі роки) у басейні р. Десна спостерігався період пониженої мінералізації, загальною тривалістю 25 років. В ньому зафіксовані окремі не тривалі але значні за амплітудою періоди підвищення і зниження вмісту розчинених мінеральних речовин. Наприклад, в період 1965–1971 рр. зафіксовані коливання середньорічної мінералізації в межах від 232 мг/дм^3 (1969 р.) до 421 (1968 р.) мг/дм^3. Починаючи з 1982 р. відбувся перехід через середнє багаторічне значення, яке триває і досі

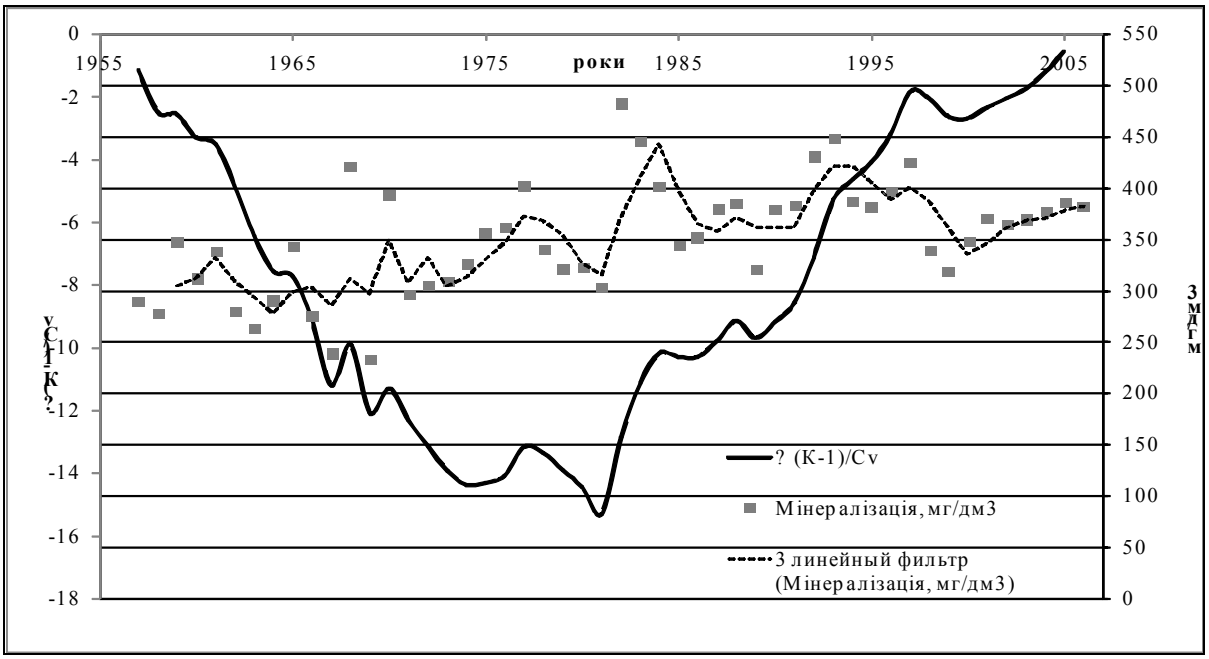


Рис 1. **Середньорічні коливання мінералізації і різнецево-інтегральна крива мінералізації р. Десна – м. Чернігів за період 1957-2006 рр.**

Аніони. Середньорічний вміст гідрокарбонатного іону ($HCO3^-$) протягом періоду досліджень змінювався в межах від 146 мг/дм^3 у 1969 р. до 276 мг/дм^3 у 1993 р. Середнє значення за період досліджень становило 216 мг/дм^3. Слід відзначити незначне поступове зростання вмісту гідрокарбонатного іону протягом всього досліджуваного періоду з стабілізацією концентрації на рівні 220-245 мг/дм^3 після 2000 р.

Більш значні коливання характерні для сульфатного іону (SO_4^{2-}). Починаючи з 1957 р. спостерігалося різке зростання його вмісту з 13 мг/дм^3 до 80 мг/дм^3 у 1968 р. Надалі спостерігався різкий спад у 1969-1970 рр. до рівня 12-15 мг/дм^3. Починаючи з 1971 р. і до 1997 р. тривав період циклічних коливань SO_4^{2-} в межах 18-45 мг/дм^3 з загальною тенденцією збільшення вмісту цього іону. Починаючи з 1998 р. фіксується різке зниження середньорічних концентрацій SO_4^{2-} з загальним мінімумом у 9 мг/дм^3 в 2000р. До 2006 р. вміст сульфатних іонів стабілізувався на рівні 20-25 мг/дм^3. Середньорічний вміст сульфатного іону протягом періоду досліджень змінювався в межах від 9 мг/дм^3 у 2000 р. до 81 мг/дм^3 у 1968 р. Середнє значення за період досліджень становило 25 мг/дм^3. Іони хлору (Cl^-) характеризувалися сталою тенденцією до зростання їх вмісту

протягом всього періоду спостережень. Мінімальний вміст хлоридів зафіксований на початку досліджуваного періоду на рівні 2 мг/дм^3 у 1957-58 рр. Надалі спостерігається циклічне зростання їх вмісту з загальним максимумом концентрацій в 32 мг/дм^3 у 1994 р. Для останніх 10 років досліджуваного періоду характерне поступове зниження вмісту хлоридів до рівня 15 мг/дм^3.

Катіони. Середній річний вміст домінуючого іону кальцію (Ca^{2+}) характеризувався не значними коливаннями відносно своєї середньої величини в 60 мг/дм^3 і в цілому був аналогічним до коливань вмісту гідрокарбонатного іону. Загальний мінімум середньорічних концентрацій в 45 мг/дм^3 зафіксований у 1969 р., а максимум (71 мг/дм^3) спостерігався у 1993 р.

Середній річний вміст іонів магнію (Mg^{2+}) характеризувався поступовим зростанням концентрацій з загальним максимумом в 23 мг/дм^3 у 1982 р. Наприкінці 80-х років минулого сторіччя його вміст стабілізувався на рівні 14-19 мг/дм^3. Мінімум середньорічних концентрацій (5 мг/дм^3) спостерігався на початку періоду досліджень у 1957 р.

Для сумарного середньорічного вмісту іонів натрію і калію (Na^++K^+) характерним було поступове зростання концентрацій з загальним максимумом в 35 мг/дм^3 у 1969 р. Мінімум середньорічних концентрацій (5 мг/дм^3) фіксувався у 1958 і 1963 рр. Середній вміст за період спостережень становив 17 мг/дм^3. Зміна середніх річних концентрацій іонів для яких зафіксовані значні коливання (осереднена за трирічний період) наведена на рис. 2.

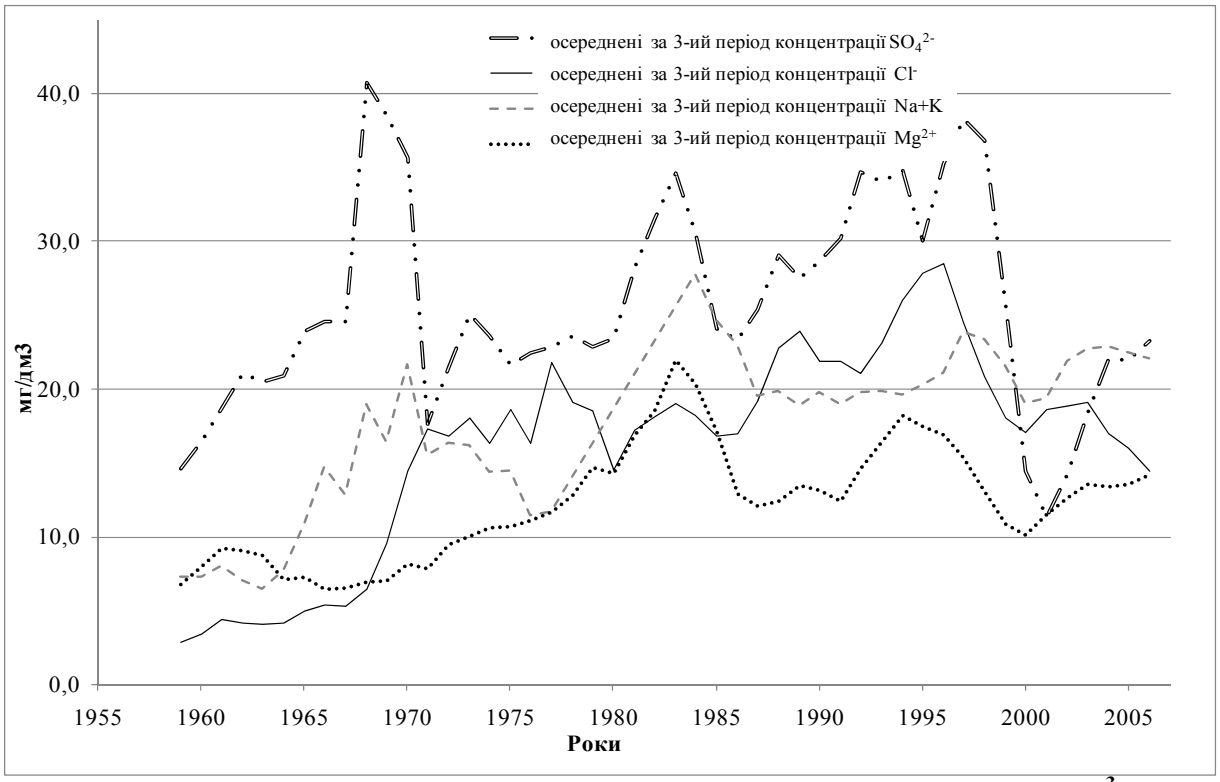


Рис. 2. **Зміна середніх річних концентрацій окремих іонів (мг/дм^3) за період 1957-2006 рр.**

Оцінюючи зміну хімічного складу води р.Десна за модернізованою класифікацією Алекіна можна вважати, що на початковому етапі досліджень (1957–1967 рр.) вода належала до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи першого типу підтипу «а» **(C_{IIa}^{Ca})**. У 1968 р. склад води істотно змінився на рівні групи і підтипу з C_{IIa}^{Ca} на $C_{IIб}^{CaNa}$, це пов'язано із тривалим періодом маловодної фази і посиленням впливу антропогенного фактору.

Другий етап періоду досліджень (1968-1996рр.) характеризується більш інтенсивною мінливістю змін хімічного складу води. В окремі періоди (1984-1985 та 1995-1996 рр.) середньорічний хімічний склад води характеризувався зростанням вмісту іонів магнію – C_{IIa}^{CaMg}. В ціж періоди під час фази літньо-осінньої межені склад води посилював свою трансформацію до $C_{IIб}^{CaNa}$.

Третій, сучасний, етап досліджень (1998–2006 рр.) характеризується стабілізацією хімічного складу води на рівні C_{IIa}^{Ca} для всіх фаз водного режиму (рис. 3). Хоча на відміну від 1950-х рр. має більш високу мінералізацію. Такі зміни пов'язані як з чергуванням періодів малої і високої водності [3] так і з зміною інтенсивності антропогенного навантаження на водозбір річки. Про це непрямо свідчить коливання коефіцієнтів кореляції між витратами води (Q) і мінералізацією (C). Для першого періоду характерні обернена залежність між витратами і мінералізацією r= -0,65; для другого періоду залежність між цими характеристиками булла взагалі відсутня r = 0,08; для третього періоду залежність поновилася майже до початкового рівня r= - 0,61 (табл. 1).

Таблиця. **Якісні характеристики виділених періодів змін хімічного складу води р. Десна – м. Чернігів**

Назва періода / Харак-теристика	1 період (умовний природний фон)	2 період (період значних коливань хімічного складу води)	3 період (період стабілізації хімічного складу)
Роки	1957-1967	1968-1997	1998-2006
Фаза водності	маловодна	маловодна - багатоводна	багатоводна
Коеф. кореляції між С і Q	-0,65	0,08	- 0,61
Середній вміст SO_4^{2-}, мг/дм^3	20	30	18
Середній вміст Cl^-, мг/дм^3	4	20	17
Середній вміст Na^++K^+, мг/дм^3	8	20	21
Мінералізація, мг/дм^3	296	372	360
Модернізована класифікація Алекіна	C_{IIa}^{Ca}	$C_{IIб}^{CaNa}$-- C_{IIa}^{Ca} -- C_{IIa}^{CaMg} – C_{IIa}^{Ca} -- $C_{IIб}^{Ca}$	C_{IIa}^{Ca}

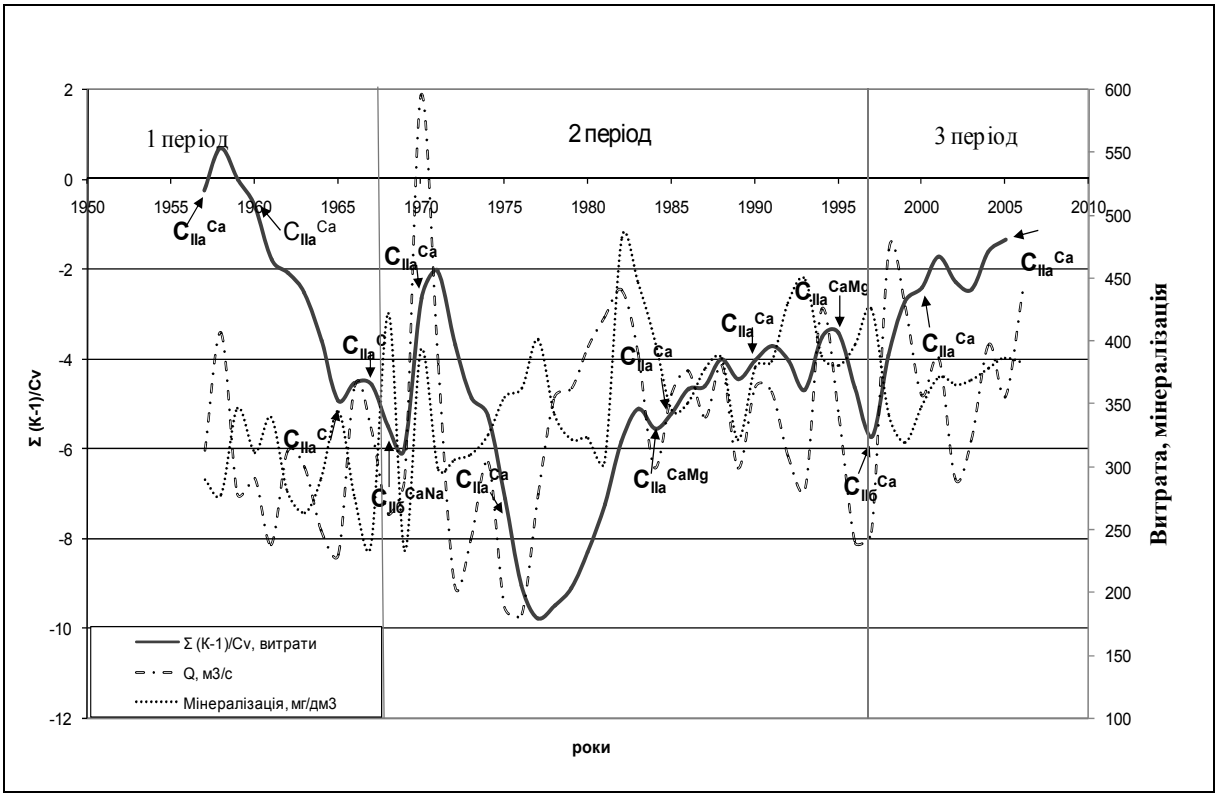


Рис 3. **Періоди якісних змін хімічного складу води р. Десна – м. Чернігів**

Висновки. У зміні середньорічних значень мінералізації і концентрацій головних іонів річки Десна на основі аналізу низки гідролого-гідрохімічних показників можна виділити 3 характерних періоди.

Перший період (умовний природний фон) характеризувався малою мінералізацією і сталим гідрокарбонатно-кальцієвим складом води $\mathbf{C_{IIa}^{Ca}}$**.** Для нього спостерігалася нормальна для річок поліського регіону обернена залежність між витратами і мінералізацією води.

Другий період характеризувався підвищенням мінералізації води і частою зміною її якісного складу на рівні груп і типів з $\mathbf{C_{IIa}^{Ca}}$ на $\mathbf{C_{IIб}^{CaNa}}$ і $\mathbf{C_{IIa}^{CaMg}}$. Для нього не спостерігалося залежностей між витратами і мінералізацією води. Що у сукупності з різким зростанням вмісту іонів SO_4^{2-}, Cl^- та Na^+і K^+ може свідчити про домінування антропогенного чинника у формуванні іонного складу.

Третій період характеризувався підвищеною у порівнянні з початковим періодом мінералізацією але стабільним гідрокарбонатно-кальцієвим складом $\mathbf{C_{IIa}^{Ca}}$, який був характерний для першого періоду. Концентрація сульфатних іонів стабілізувалася на рівні початкового періоду. Це можна пояснити зменшенням антропогенного навантаження на територію басейну в наслідок економічної рецесії 1990–2000 рр. і тривалим багатоводним періодом.

Список літератури

1. Хільчевський В.К., Курило С.М., Руденко Р.В. Модернизация классификации О.А. Алекина для исследования трансформации химического состава поверхностных вод / Хільчевський В.К., Курило С.М., Руденко Р.В. // Гідрологія, гідрохімія і

гідроекологія. – 2006.–Т.11. - С. 32-37. **2.** Хільчевський В.К. Про методичний підхід для дослідження трансформації хімічного складу річкових вод / Хільчевський В.К., Руденко Р.В., Курило С.М. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006.–Т.9.-С.9-17. **3.** Гопченко Є.Д. Особливості багаторічної мінливості річного стоку деяких річок України / Гопченко Є.Д., Діденко Г.В., Довгич М.І.// Наук. праці УкрНДГМІ. – 2000. – № 256. - С. 223-233.

Оцінка трансформації хімічного складу води річки Десна
Курило С. М., Хільчевський В.К.
Проведено аналіз зміни трансформації хімічного складу р. Десна за період 1957 – 2006 рр.

Оценка трансформации химического состава воды реки Десна
Курило С.М., Хильчевский В.К.
Выполнен анализ изменений трансформации химического состава р. Десна за период 1957 – 2006 гг.

Research transformation of chemical composition of the Desna river
Kurilo S., Khilchevsky V.
The analysis of changes transformation of chemical composition is executed Desna for period 1957 – 2006

УДК 556.114

ОЦІНКА ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ Р.ПІВДЕННИЙ БУГ НА ПРОТЯЗІ 1996-2006 рр.

Лобода Н.С., Романенко В.П.
Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: *хімічні речовини, факторний аналіз, критерії якості*

Метою роботи є оцінка хімічного складу води р.Південний Буг на основі факторного аналізу та визначення її якості у створі р. Південний Буг – с. Олександрівка.

Задачі дослідження полягали в наступному:

- описі хімічного складу води;
- аналізі розподілу хімічних речовин по довжині потоку;
- аналізі статистичної структури полів хімічних речовин на основі факторного аналізу;
- оцінці якості води.

Матеріали і методи досліджень. У роботі використані стандартні матеріали спостережень за стоком води, температурою води і її хімічним складом на таких постах: Хмельницький 0,7 км вище міста; Хмільник 3,5 км вище міста, 2 км нижче міста; Вінниця, 1 км вище міста, в межах міста, 4 км нижче міста; Первомайськ, 500 м вище міста, 8,2 км нижче міста, Олександрівка в межах села за 1996 – 2006 рр.

Методика досліджень: метод регресійного аналізу, факторного аналізу, методики оцінки якості вод.

Стан проблеми. Сольовий склад р.Південний Буг представлений, головним чином, солями соляної, сірчаної та вугільної кислот з металами натрієм, калієм, магнієм та кальцієм. Розчинені у воді солі представлені іонами HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+.

Хлорид–іон (Cl^-). У березні 2005 р. в створі р.Південний Буг – с.Олександрівка значення Cl^- перевищувало ГДК і складало 405 мг/дм^3. Підвищений вміст Cl^- у воді знижує її смакові якості і робить непридатною для водопостачання, зрошення сільськогосподарських угідь. Допускається вміст хлоридів у воді до 300 мг/ дм^3.

Сульфат–іон (SO_4^{2-}). Для р.Південний Буг – с.Олександрівка за 2000р., 2003 р., 2004 р. спостерігався підвищений вміст сульфатів та перевищував ГДК для рибогосподарського використання.

Підвищений вміст сульфатів погіршує смакові якості води, здійснює вплив на шлунково-кишковий тракт. Сульфати погано всмоктуються у кишечнику. При концентраціях 100 мг/дм^3 і більше у тварин відбуваються порушення секреторної діяльності шлунку, процесів всмоктування і перетравлювання їжі.

Іон кальцію (Ca^{2+}). Для р.Південний Буг – с.Олександрівка вміст даного іону знаходився в межах ГДК.

Іон магнію (Mg^{2+}). У лютому 2005 р. вміст іонів магнію набагато перевищував ГДК (160 мг/дм^3).

Сумарний вміст іонів кальцію та магнію у воді формує загальну жорсткість води. Жорсткість води – один з важливих критеріїв, який визначає придатність води для пиття та інших видів водокористування. В основному, за 2000–2006 рр. в створі р.Південний Буг – с.Олександрівка спостерігалася середня жорсткість, окрім лютого 2005 р., коли жорсткість складала 17,2 ммоль/дм^3 (дуже жорстка).

Натрій–іон (Na^+) та калій–іон (K^+). Для р.Південний Буг – с.Олександрівка дані концентрації не перевищували ГДК, окрім грудня 2000 р.

Натрій і калій мають важливе значення для живих організмів. Вони відповідають за транспорт поживних речовин на клітинному рівні.

Біогенні речовини. До біогенних належать мінеральні речовини, які найбільш активно беруть участь у життєдіяльності водних організмів: це сполуки азоту (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-), фосфору ($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}), кремнію ($HSiO_3^-$, SiO_3^{2-}), заліза (Fe^{2+}, Fe^{3+}) та деяких мікроелементів.

З точки зору оцінки якості води для питного водопостачання найбільший інтерес серед сполук азоту викликає нітрат–іон (NO_3^-). Для р.Південний Буг – с. Олександрівка його концентрації знаходилися у межах ГДК і за довжиною річки збільшувалася від витоку до гирла (рис.1), завдяки стоку з сільськогосподарських угідь, на яких застосовуються азотні добрива.

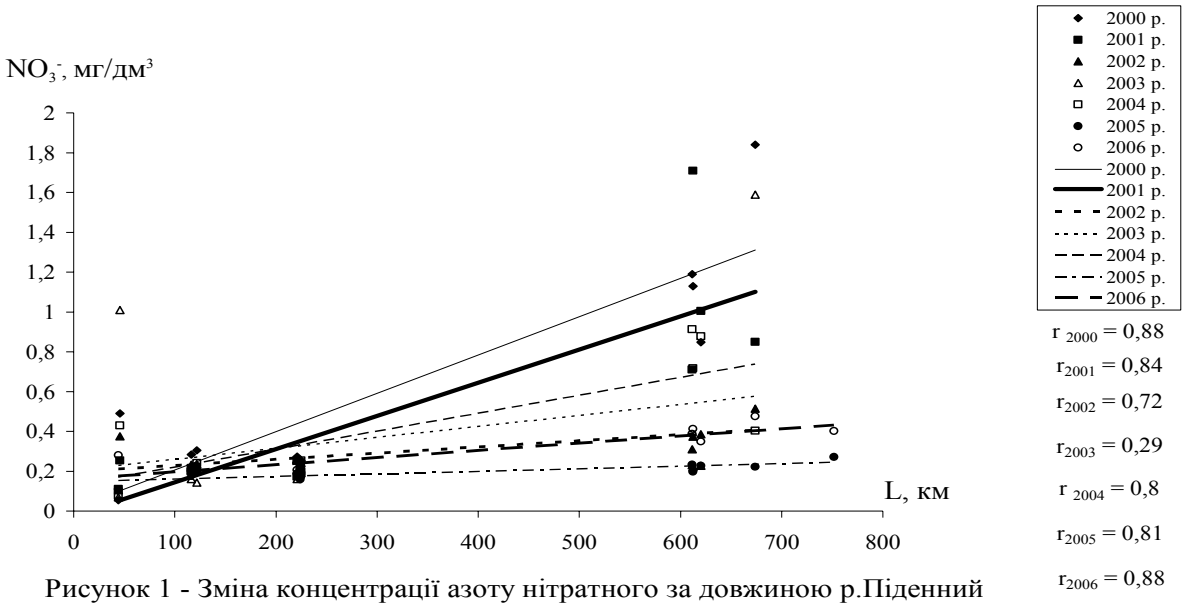


Рисунок 1 - Зміна концентрації азоту нітратного за довжиною р.Піденний Буг (2000 - 2006 рр.)

Концентрація фосфатів в природних водах зазвичай дуже мала – соті, рідко десяті частки міліграмів фосфору в 1 дм^3, в забруднених водах концентрація може досягати декількох міліграмів в 1 дм^3. Для р.Південний Буг концентрація фосфатів перевищувала ГДК у верхів'ї річки у 2000, 2004, 2005 рр. та зменшувалася вниз (рис.2).

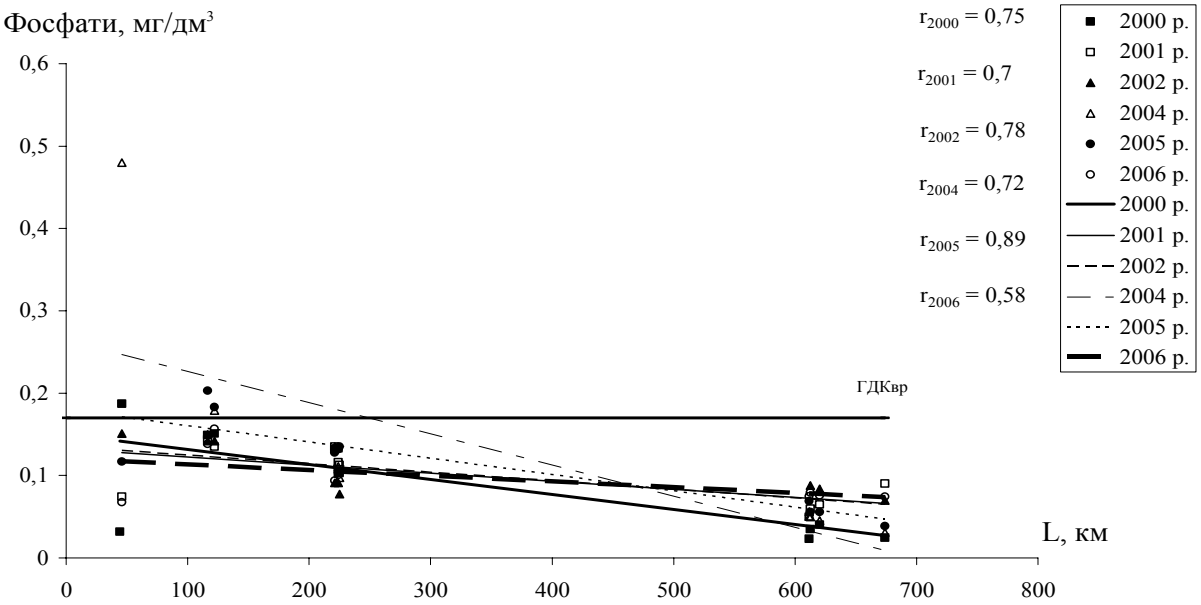


Рисунок 2 - Зміна концентрації фосфатів за довжиною р.Південний Буг з наведенням ГДК (2000- 2002, 2004 - 2006 рр.)

Підвищений вміст амонію у верхів'ї р.Південний Буг свідчить про погіршення санітарного стану водного об'єкту та його забруднення побутовими і сільськогосподарськими стоками (рис.3).

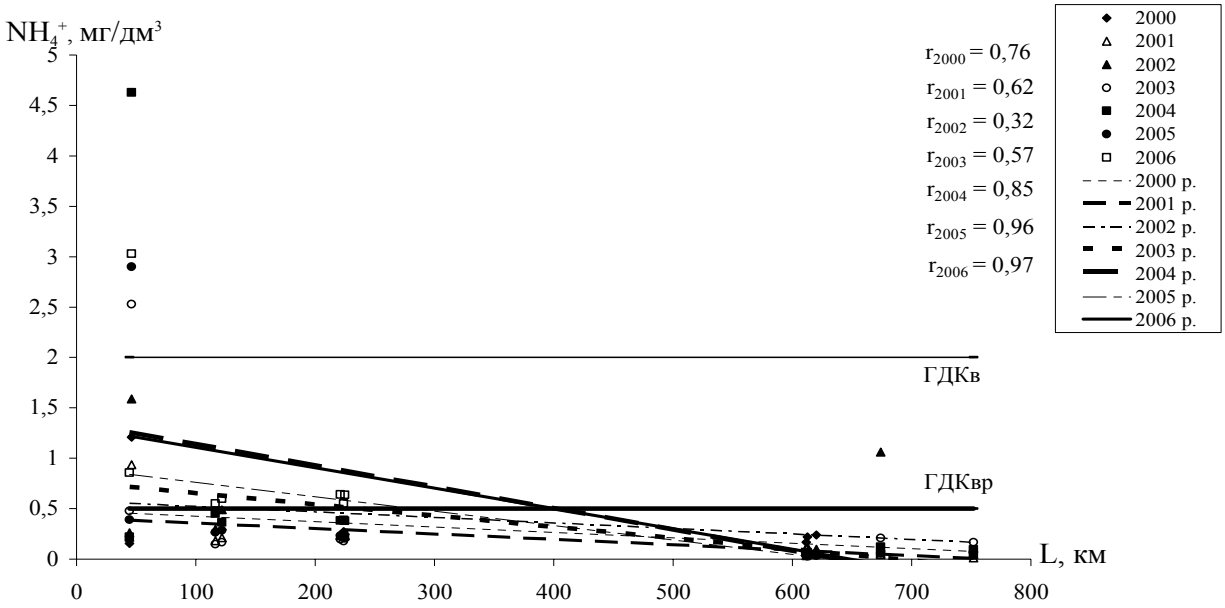


Рисунок 3 - Зміна концентрації азоту амонійного за довжиною р.Південний Буг з наведенням ГДК (2000 - 2006 рр.)

За допомогою факторного аналізу була проаналізована статистична структура хімічного складу води у створі р.Південний Буг – с.Олександрівка. Структура гідрохімічного поля даних представлена сьома факторами (табл.1).

Таблиця 1. **Факторні навантаження**

Змінна	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7
Q	0,0413	-0,445	0,101	-0,135	-0,641	0,127	0,391
t	0,278	-0,0656	-0,234	0,113	0,866	0,068	-0,0333
O_2	0,193	0,178	0,85	0,159	-0,106	0,111	-0,0095
CO_2	-0,276	0,365	0,552	-0,234	-0,434	0,217	-0,229
HCO_3^-	-0,667	-0,0983	-0,0989	0,0922	-0,561	-0,058	-0,171
SO_4^{2-}	0,198	0,843	0,0457	-0,0287	0,31	0,0195	-0,0885
Cl^-	-0,139	-0,427	0,68	-0,0966	-0,128	-0,133	-0,359
Ca^{2+}	-0,739	0,278	0,45	-0,0003	-0,141	0,00686	0,141
Mg^{2+}	-0,839	-0,0804	-0,269	-0,0793	-0,101	0,0657	-0,0964
Na^+	0,713	0,57	-0,0285	0,0248	0,00098	-0,203	-0,203
Сума іон.	-0,351	0,807	-0,0084	0,0812	-0,219	0,035	-0,274
Жорст.	-0,967	0,118	0,101	-0,0492	-0,148	0,0439	0,0245
$БСК_5$	0,141	-0,0597	0,454	-0,574	0,378	-0,182	0,41
$NH4^+$	-0,0201	-0,0147	0,0551	0,943	0,078	0,152	-0,0212
NO_2^-	0,306	0,108	0,0541	0,726	0,561	-0,0799	0,0756
NO_3^-	-0,0368	0,629	0,133	0,024	-0,0574	0,644	0,0152
Фосф.	-0,0703	-0,262	-0,162	-0,0245	-0,0913	-0,199	0,798
F	-0,226	-0,217	0,512	-0,132	0,0208	0,612	0,0845
Si	-0,0204	0,0571	-0,0983	0,293	-0,004	0,838	-0,304

Найбільший внесок у загальну дисперсію вихідних даних (22%) вносить фактор, обумовлений процесом, пов’язаним з мінералізацією та жорсткістю води, до складу яких належать такі іони як гідрокарбонат – іон

HCO_3^- (факторне навантаження $l_{1,\,HCO_3^-} = -0{,}667$), іон кальцію Ca^{2+} ($l_{1,\,Ca^{2+}} = -0{,}739$), іон магнію Mg^{2+} ($l_{1,\,Mg^{2+}} = -0{,}839$), іон натрію Na^+ ($l_{1,\,Na^+} = 0{,}713$). Знак «+» перед навантаженням свідчить про спільну направленість розвитку процесу та концентрацій речовин. Знак «–» вказує на різноспрямовані процеси. Другий фактор описує 18% вихідної інформації і також пов'язаний з мінералізацією води, що проявляється в знаходженні у воді р.Південний Буг таких іонів як сульфат – іон SO_4^{2-} (факторне навантаження $l_{2,\,SO_4^{2-}} = 0{,}843$), та суми іонів ($l_{2,\,\sum іонів} = 0{,}807$). Третій фактор описує 15% вихідної інформації та пов'язаний з процесами насичення киснем O_2 та вуглекислим газом у воді CO_2 (факторні навантаження становлять $l_{3,\,O_2} = 0{,}85, l_{3,\,CO_2} = 0{,}552$). Четвертий фактор описує 12% вихідної інформації та обумовлює процеси, пов'язані з органічним забрудненням води ($l_{4,\,NH_4^+} = 0{,}943; l_{4,\,NO_2^-} = 0{,}726; l_{4,\,БСК_5} = -0{,}574$). На п'ятий фактор припадає 14% вихідної інформації, він відповідає фізичному процесу, пов'язаному з водністю ($l_{5,\,Q} = -0{,}641$). В даному процесі температура води має найбільше навантаження $l_{5,\,t} = 0{,}866$. Тобто між витратою та температурою води існує обернений зв'язок. У шостому та сьомому факторах описується 10 і 9% вихідної інформації. Ці фактори пов'язані з вмістом у воді промислових та сільськогосподарських відходів, якими є фтор ($l_{6,\,F} = 0{,}612$), кремній ($l_{6,\,Si} = 0{,}838$) та фосфати ($l_{7,\,Фосф.} = 0{,}798$).

У роботі для оцінки якості води використано дві методики – методика оцінки якості води за індексами забруднення (ІЗВ) та методика оцінки якості води, розроблена гідрохімічним інститутом (м.Ростов – на – Дону).

Для порівняння якості води у різних створах р.Південний Буг була використана методика за індексами забруднення води. У виконаній роботі клас якості визначався за даними про концентрації хлоридів, натрію, розчиненого кисню, $БСК_5$, азоту амонійного, нітритного та нітратного, сульфатів, кальцію, магнію, суми іонів, заліза загального, фосфатів, кремнію, міді, марганцю, цинку, хрому. Виявлена тенденція до збільшення величин ІЗВ (погіршення якості води) від витоку до гирла у середні по водності роки (1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005 рр.) та їх зменшення у багатоводному 2006 році (рис.4).

Основою аналізу господарсько-питної та рибогосподарської якості води за методом ГХІ є зіставлення вмісту окремих інгредієнтів з їхніми нормативними величинами з подальшим узагальненням результатів порівняння. Для оцінки якості води у створі р.Південний Буг – с.Олександрівка аналізувався вміст 13 показників за 1996, 2000 — 2006 рр.

При цьому установлено 4 випадки з 33, коли концентрація магнію у воді перевищувала нормативну величину (господарсько-питне водокористування). Повторюваність таких випадків склала 12,1%. Згідно з

використаною методикою така повторюваність відноситься до категорії нестійкої повторюваності і виражається літерним позначенням b (умовні оцінні бали) і абсолютними балами – 2.

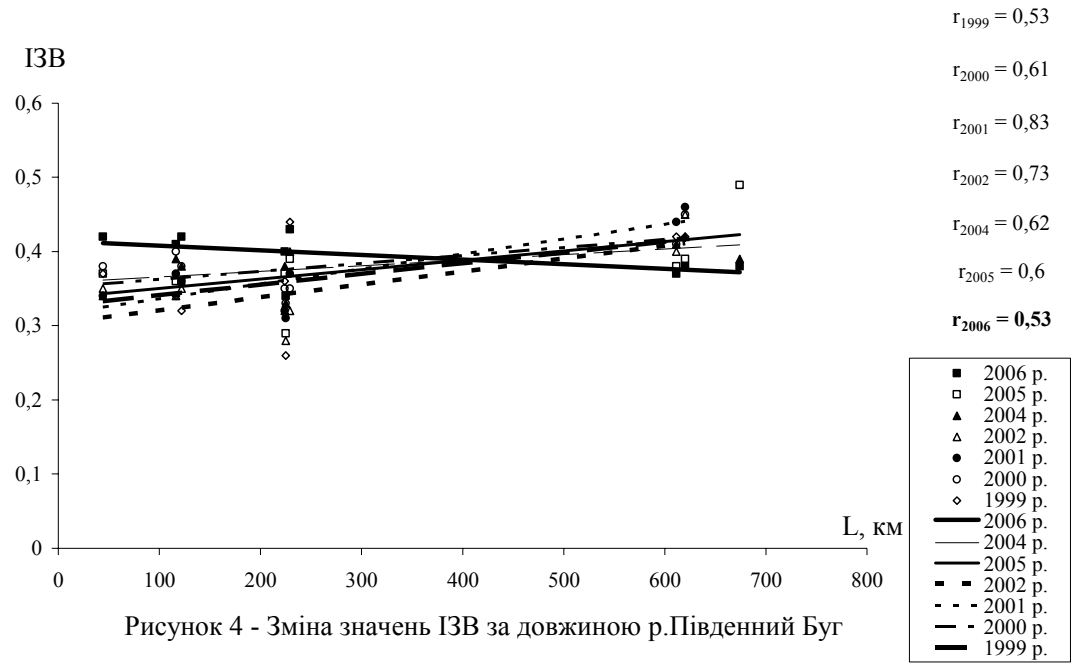


Рисунок 4 - Зміна значень ІЗВ за довжиною р.Південний Буг

Рівень забруднення води даним інгредієнтом по кратності перевищення ГДК оцінено по наступних градаціях:

низький рівень [0; 2) - 88 %;

середній рівень [2 ; 10) - 12%.

Часткові оцінні бали, представлені в умовних виразах і абсолютних значеннях для вказаних градацій представлені наступними парами символів: a_1 - 1; b_1 - 2. Встановлені перші два ступені класифікації води складають основу для визначення якісних узагальнених характеристик (узагальнені оцінні бали S_i), які розраховуються як добуток оцінок по окремих характеристиках. Відповідно виділеним градаціям узагальнені оцінні бали в умовній і абсолютній формі записуються таким чином:

b x a_1 → 2 бали → забруднена вода;

b x b_1 → 4 бали → брудна вода.

Комплексна характеристика стану забруднення води у створі р.Південний Буг - с.Олександрівка згідно вказаної градації свідчить про:

- нестійке забрудненя магнієм низького рівня → 88 %;
- нестійке забруднення магнієм середнього рівня → 12%.

Оцінка якості води в створі р.Південний Буг- с.Олександрівка відповідає категорії “забруднена” 2-го класу (господарсько-питне призначення) та “брудна” 3-го (а) класу (рибогосподарське призначення). В рамках вимог до якості води для господарсько-питного та рибогосподарського водокористування вона вважається непридатною для цього.

Висновки. Виконані розрахунки та їх аналіз дозволяють зробити висновки про те, що вода р.Південний Буг в районі с.Олександрівка за

різними методиками характеризується як «чиста» (ІЗВ) або «забруднена» (ГХІ).

Якість води в р.Південний Буг в районі с.Олександрівка не відповідає вимогам рибогосподарських норм.

З вище сказаного випливає, що необхідна розробка нової методики, яка б враховувала усі недоліки використаних методик і допомогла адекватно характеризувати екологічний стан водного середовища.

Оцінка хімічного складу води р. Південний Буг за період 1996-2006 рр.

Лобода Н.С., Романенко В.П.

У роботі розглянуто хімічний склад води р.Південний Буг за період з 1996 по 2006 рр. Виконана оцінка якості води по індексу забруднення і на основі методики оцінки якості вод, розробленої в Ростовському гідрохімічному інституті. Описана статистична структура матриці кореляцій хімічних елементів за допомогою факторного аналізу.

Оценка химического состава воды р. Южный Буг за период 1996-2006 гг.

Лобода Н.С., Романенко В.П.

В работе рассмотрен химический состав воды р.Южный Буг за период с 1996 по 2006 гг. Выполнена оценка качества воды по индексу загрязнения и на основе методики оценка качества вод, разработанной в Ростовском гидрохимическом институте. Описана статистическая структура матрицы корреляций химических элементов с помощью факторного анализа.

Evaluation of the chemical composition of Southern Boog water for 1996-2006 years

Loboda N.S., Romanenko V.P.

In this work the of water of Southern Boog was considered for period 1996–2006. The pollution index and method of Rostov Hydrochemical Institute were used. The statistical structure of the matrix of correlations of chemical elements is described by means of.

УДК 556.551.3/.4

ЗАКОНОМІРНОСТІ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Ухань О.О., Осадчий В.І.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *хімічний склад, природный та антропогенний фактори, гідрохімічний режим, концентрація головних іонів, розподіл біогенних речовин, кисневий режим*

Вступ. Сіверський Донець є найбільшою річкою на сході України, належить до найбільш складних річкових об’єктів і характеризується різноманітними природними умовами та високим рівнем промислового використання. Територія басейну р.Сіверський Донець - одна з найбільш урбанізованих та індустріальних в Україні (у межах басейну розміщені такі промислові центри, як м.Харків та м.Луганськ, найбільші

підприємства хімічної промисловості (м.Рубіжне та м.Северодонецьк), содові заводи міст Лисичанськ та Слов'янськ), проте водозабезпеченість басейну р.Сіверський Донець нижча від середньої по Україні. Це призвело до високого рівня техногенного навантаження на поверхневі води басейну Сіверського Дінця.

Складні геоморфологічні умови, різноманітність літологічного складу порід та характер ґрунтів, високий рівень техногенного навантаження, внаслідок скидів у гідрографічну мережу промислових та господарсько-побутових стічних вод, визначають істотні відмінності в умовах формування хімічного складу поверхневих вод зазначеного басейну [3,13].

Хімічний склад поверхневих вод є інтегральною характеристикою, що відбиває вплив природних та антропогенних чинників. Уміст головних іонів та мінералізація води визначається характером підстильної поверхні річкового водозбору та умовами живлення річок.

Як було зазначено в попередніх роботах [4], води басейну р.Сіверський Донець відносяться до солонуватих, адже середня мінералізація річки перевищує 1000 мг/дм^3. Для мінералізації води річок басейну Сіверського Дінця характерна чітка природна зональність. Верхня частина басейну розміщена в лісостеповій зоні і за характером формування гідрохімічного режиму, відповідно до класифікації О.А. Алекіна, належить до річок східноєвропейського типу [1]. Річки лісостепової зони (Харків, Лопань, Вовча, Оскол) мають відносно невисоку мінералізацію (у межах 600-750 мг/дм^3). Це зумовлено досить вологими кліматичними умовами, що забезпечує добру промитість ґрунтів, та слабомінералізованими породами (крейда, вапняки), що зумовлюють гідрокарбонатно-кальцієвий тип води [12].

У середній і нижній частинах басейну (р.Сіверський Донець від створу м.Лисичанськ до створу с.Кружилівка, річки Борова та Червона), розміщених у степовій зоні, умови формування хімічного складу води істотно відрізняються. Мінералізація води тут зазвичай підвищена і характеризується сульфатно-натрієвим типом. Формування її відбувається в умовах недостатньої кількості опадів, що спричиняє соленакопичення у ґрунтах. Мінералізації поверхневих вод цього регіону коливається в межах 1100-1800 мг/дм^3.

Дещо інша ситуація в зоні недостатнього зволоження склалася стосовно правобережних приток (річки Казенний Торець, Лугань, Бахмут, Мокра Плотва), що стікають з Донецького кряжу і зазвичай характеризуються підвищеною мінералізацією (до 5000 мг/дм^3) та сульфатним типом води. Формування хімічного складу поверхневих вод відбувається під впливом соленосних порід та високомінералізованих ґрунтових вод.

Матеріали та методи. На основі матеріалів спостережень за хімічним складом поверхневих вод бассейну р.Сіверський Донець, отриманих на мережі Державної гідрометеорологічної служби України, досліджено умови формування хімічного складу та якості води поверхневих вод

бассейну Сіверського Дінця та проведено типізацію поверхневих вод басейну за основними хімічними складовими.

Використавши багатоцільову інформаційно-аналітичну комп'ютерну систему [10] узагальнено та структуровано інформацію про просторовий розподіл основних елементів хімічного складу та якості води басейну Сіверського Дінця. Архітектурна будова інформаційної системи дозволила обробляти багаторічні дані на локальному та регіональному рівнях та отримувати інформацію за окремо вибрані періоди.

Розрахунки виконано за період спостережень 1993-2008 рр.

Результати та їх обговорення. Дослідження проводилися як для основних приток Сіверського Дінця, так безпосередньо і для р.Сіверський Донець за течією. Вміст розчинених солей у воді річок басейну Сіверського Дінця змінюється залежно від фізико-географічних умов та гідрологічного режиму.

На основі проведеної типізації річки басейну Сіверського Дінця можна поділити наступним чином:

1. річки басейну з мінералізацією до 800 мг/дм^3, куди ввійшли в основному притоки верхньої частини басейну (річки Вовча, Оскол, басейн Уди, Печенізьке та Червонооскольське водосховища);

2. річки з мінералізацією до 1200 мг/дм^3 – річки Червона, Борова та безпосередньо р. Сіверський Донець;

3. річки з мінералізацією 1200-5000 мг/дм^3 – це річки південної частини басейну зони Донецького кряжу (рис. 1).

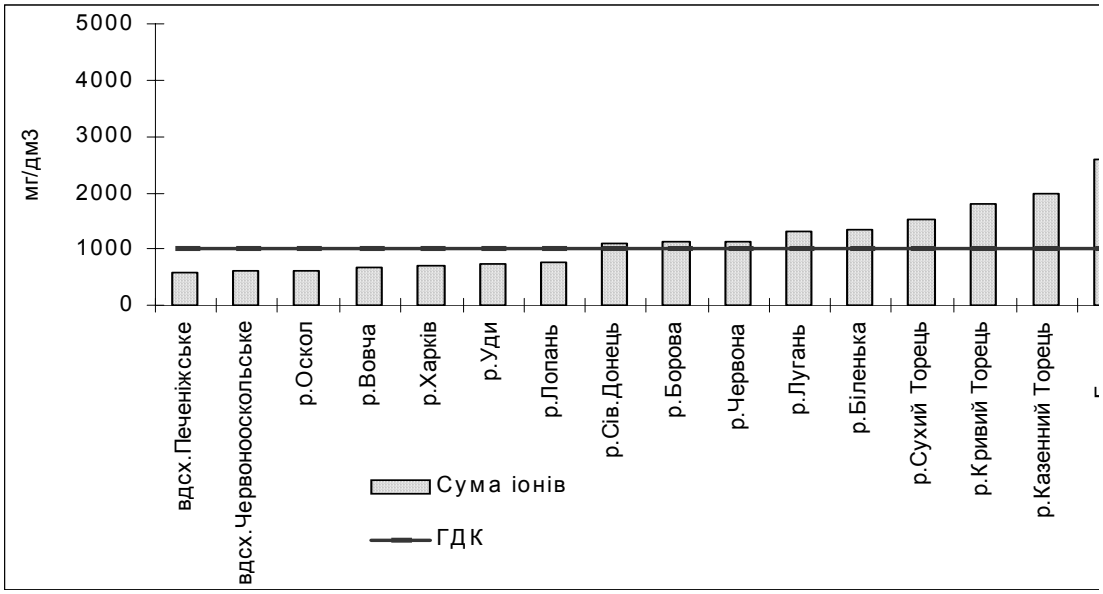


Рис.1. **Середня мінералізація річок басейну Сіверського Дінця за 1993-2008 рр.**

Вміст розчинених солей у воді р. Сіверський Донець від витоку до гирла розподілений нерівномірно і змінюється залежно від надходження з бокових приток води різної мінералізації та складу [11].

Так, від початкового створу с.Огірцеве до створу м.Ізюм сума іонів характеризувалася поступовим зростанням і коливалася в межах 600-800 мг/дм^3. У створі м. Лисичанськ мінералізація зростає до 1200 мг/дм^3,

внаслідок надходження більш мінералізованих вод бокових приток, і майже не знижувалася до кінцевого створу с.Кружилівка.

Для сульфатних іонів (SO_4^{2-}) найвищі середньорічні значення характерні для вод річок, які протікають у межах Донецького кряжу (річки Бахмут, Мокра Плотва, Казенний Торець та його притоки), де їх концентрації коливалися в межах 650-1600 мг/дм^3 та перевищували гранично-допустимі концентрації (ГДК) у 1,2-2 рази. Решта річок басейну та р.Сіверський Донець мали концентрації від 100 до 300 мг/дм^3 (рис.2).

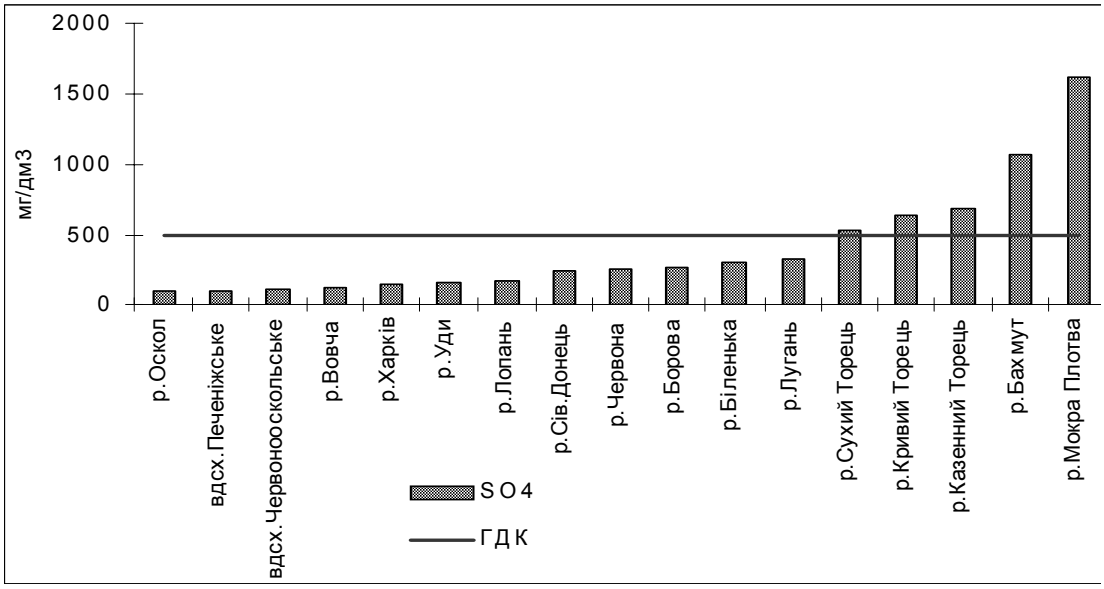


Рис. 2. **Середні концентрації сульфатних іонів у воді річок басейну Сіверського Дінця за 1993-2008 рр**.

Найбільшим умістом хлоридних іонів (Cl^-) характеризувалися води р. Мокра Плотва – до 800 мг/дм^3. Концентрації хлоридних іонів у воді річок Біленька, Казенний Торець та Бахмут перебували на межі значень ГДК для питного водопостачання (350 мг/дм^3). Решта річок басейну мали такі концентрації, які не перевищували рівня гранично-допустимих вимог (рис.3).

Підвищений уміст гідрокарбонатних іонів (HCO_3^-) характерний більше для північної лісостепової частини басейну (річки Оскол, Вовча), де їх значення сягали 320-340 мг/дм^3, проте високі концентрації спостерігалися також у воді річок Казенний Торець та Бахмут, де вони перевищували 350 мг/дм^3.

Серед катіонів простежувались істотні зміни в розподілі по басейну. Річки північної частини басейну Сіверського Дінця не характеризуються високими значеннями іонів кальцію (Ca^{2+}), магнію (Mg^{2+}) та натрію (Na^+). Концентрації зазначених елементів у воді річок Вовча, Оскол, Уди та у воді водосховищ були в межах 80-100 мг/дм^3 для кальцію, 18-28 мг/дм^3 для магнію та 50-90 мг/дм^3 для натрію, і в цілому не перевищували ГДК. Поверхневі води річок правобережної частини басейну (Біленька, басейн Казенного Торця, Мокра Плотва, Лугань) характеризувалися найвищими концентраціями вказаних елементів. Як приклад на рис.4 представлено

інформацію по середніх концентраціях кальцію у воді річок басейну Сіверського Дінця.

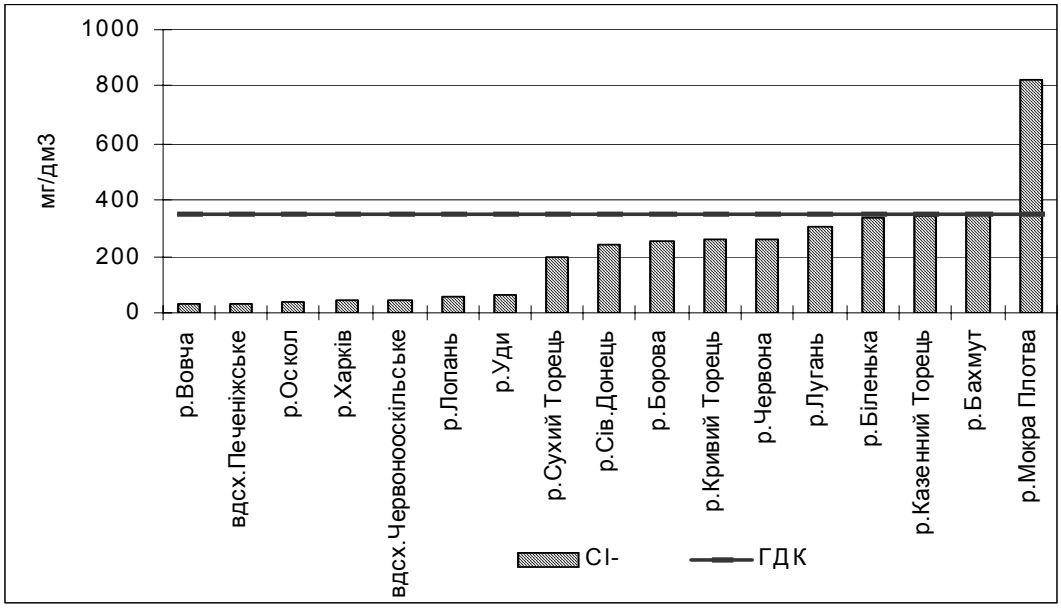


Рис. 3. **Середні концентрації хлоридних іонів у воді річок басейну Сіверського Дінця за 1993-2008 рр.**

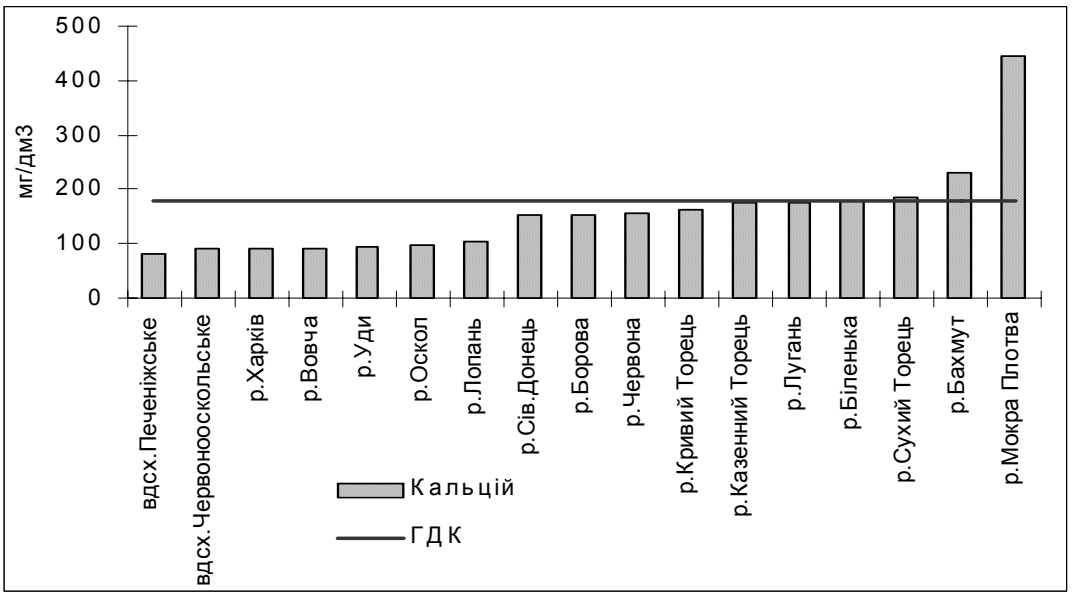


Рис. 4. **Середні концентрації іонів кальцію у воді річок басейну Сіверського Дінця за 1993-2008 рр.**

Наявність у воді розчинених сполук кальцію та магнію зумовлює жорсткість води. Придатною для пиття вважається вода з жорсткістю менше ніж 12 ммоль-екв/дм^3. Для води річок басейну Сіверського Дінця жорсткість коливалася в межах 6-36 ммоль-екв/дм^3. Найменшими величинами характеризувалися річки північної частини басейну, найбільшими - річки Бахмут та Мокра Плотва. У цілому вода річок південної степової частини басейну за показниками хімічного складу та жорсткості вважається непридатною як для питного водопостачання, так і для технічних цілей [2].

Протягом зазначеного часового проміжку у воді річок басейну Сіверського Дінця спостерігалася стійка статистично значима тенденція до підвищення pH води, якщо у 1997 р. цей показник дорівнював 7,84 одиниць, то у 2007 р. - 8,17. Найвищі величини показника *pH* (8,3-8,4) спостерігалися в окремих високомінералізованих притоках Сіверського Дінця (річки Бахмут, Казенний Торець, Кривий Торець, Лугань), що пов'язано з частковим виведенням карбонатних сполук із розчиненого стану.

Виконані дослідження кисневого режиму вод басейну Сіверського Дінця дозволили зробити висновок про постійну її недонасиченість розчинним киснем. Середня концентрація розчиненого кисню у воді становила 8,3 мг/дм^3. Найменший середньорічний уміст розчиненого кисню спостерігався у воді річок Уди, Лугань та Біленька (6,6 та 6,9 мг/дм^3 відповідно). Басейн Сіверського Дінця є єдиним в Україні, для всіх вод якого спостерігається недостатня кількість розчиненого кисню. Емпіричні криві залежності вмісту кисню від температури води річок досліджуваного басейну розміщені нижче за рівноважну криву. Найбільш несприятливі умови відзначаються в річках Уди, Бахмут (особливо нижче від м.Артемівськ) і Лугань. У літній період їхні води перебувають практично на межі втрати самоочисної здатності через велику кількість стічних вод, що надходять з міст Харків, Артемівськ і Луганськ (рис.5).

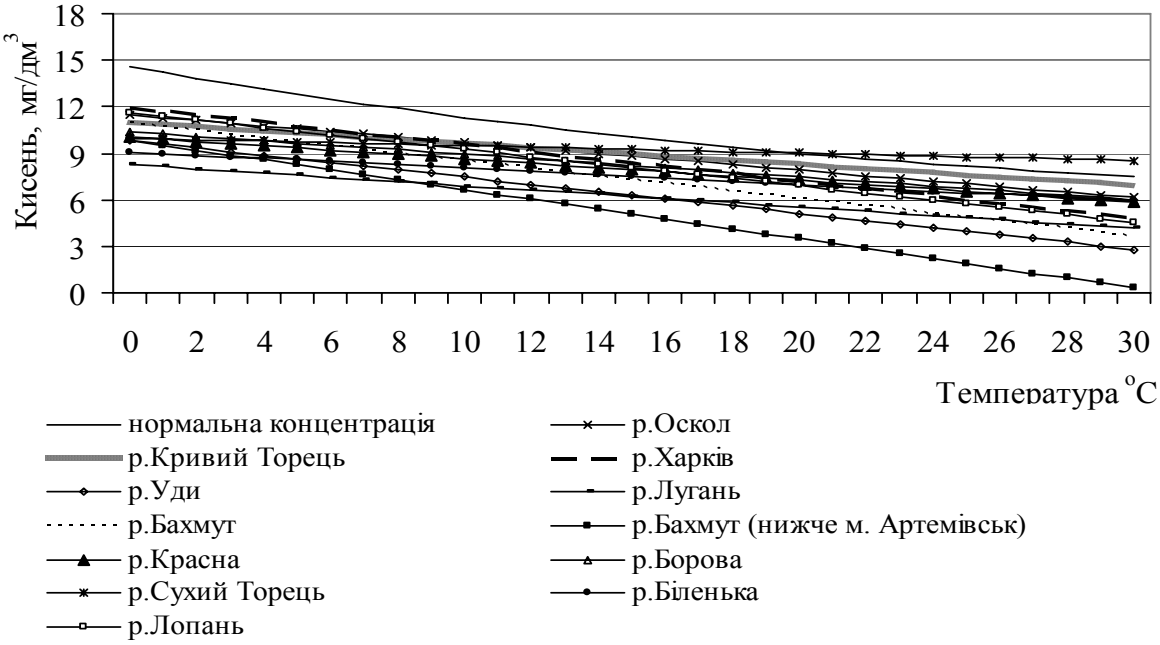


Рис. 5. **Залежність умісту кисню від температури води в річках басейну Сіверського Дінця, 1993-2008 рр.[8]**

Вміст розчиненого кисню у воді р.Сіверський Донець від витоку до гирла розподілений украй нерівномірно (рис.6). Найбільші його значення характерні для північної частини басейну (с.Огірцеве), де середня багаторічна концентрація досягає 10,4 мг/дм^3.

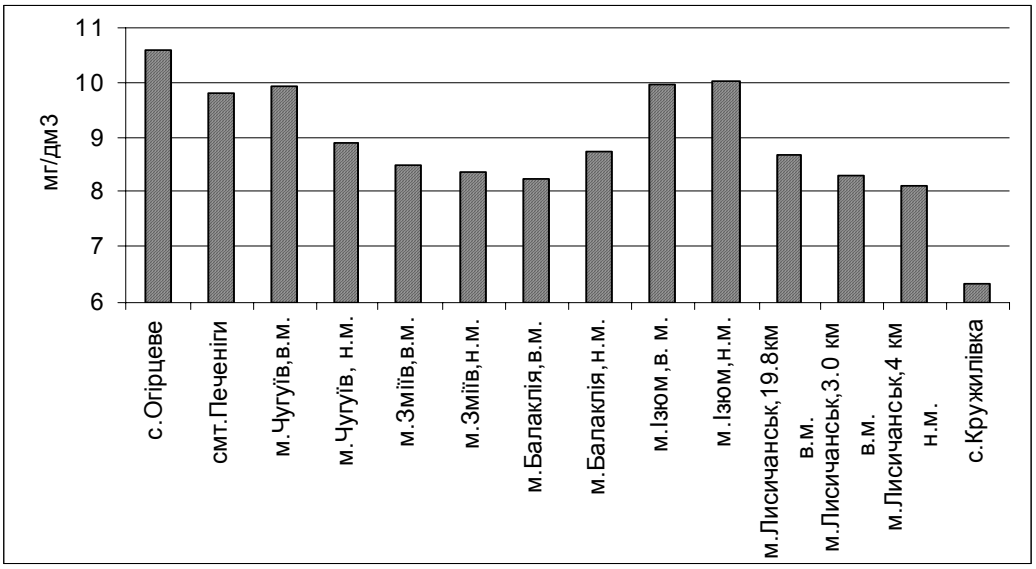


Рис. 6. **Зміна середньої за 1993-2008 рр. концентрації розчиненого кисню у воді української ділянки р.Сіверський Донець за її довжиною**

На відтинку від м.Чугуєв до м.Балаклія спостерігається зменшення цього показника від 8,7 до 8,9 мг/дм^3. Це пов'язано з надходженням значної кількості міських стічних вод, що збагачені органічними речовинами, на окиснення якої витрачається кисень [5]. Саме на цьому відтинку біля м.Зміїв у р.Сіверський Донець впадають води р.Уди, що приймає стічні води м.Харків. Рівень нормальної концентрації кисню відновлюється тільки біля створу м.Ізюм, де його середнє значення досягає 9,8 мг/дм^3, що свідчить про спроможність природних вод р.Сіверський Донець до відновлення. Нижче від м.Ізюм середня концентрація кисню поступово зменшується й досягає найменших величин у районі с.Кружилівка – 7,0 мг/дм^3, що знов таки можна зв'язати з надмірним надходженням стічних вод промислового вузла м.Лисичанськ.

Зазначений розподіл концентрацій кисню за довжиною Сіверського Дінця має закономірний характер, про що свідчать щорічні криві зміни концентрацій кисню від верхньої до нижньої частини басейну (рис. 7).

Середньорічний уміст органічних речовин у поверхневих водах Сіверського Дінця досить високий - в середньому близько 28 мгО/дм^3 (за величиною хімічного споживання кисню (ХСК). Найбільшими значеннями характеризувалися води річок Уди та Лопань, де величина ХСК практично протягом усього року відповідала категорії «брудних» вод, що може свідчити про антропогенне походження органічних речовин [15].

До біогенних елементів у природних водах відносяться різноманітні сполуки азоту та фосфору. Азот та фосфор обов'язкові складові частини тканин кожного живого організму. Концентрація біогенних елементів та їх режим цілком залежить від інтенсивності біохімічних та гідробіологічних процесів, які відбуваються у водоймах. Джерелами біогенних речовин у водах є як їхнє надходження зі скидами комунально-побутових стічних вод, так і внаслідок вимивання з верхнього шару ґрунту [8].

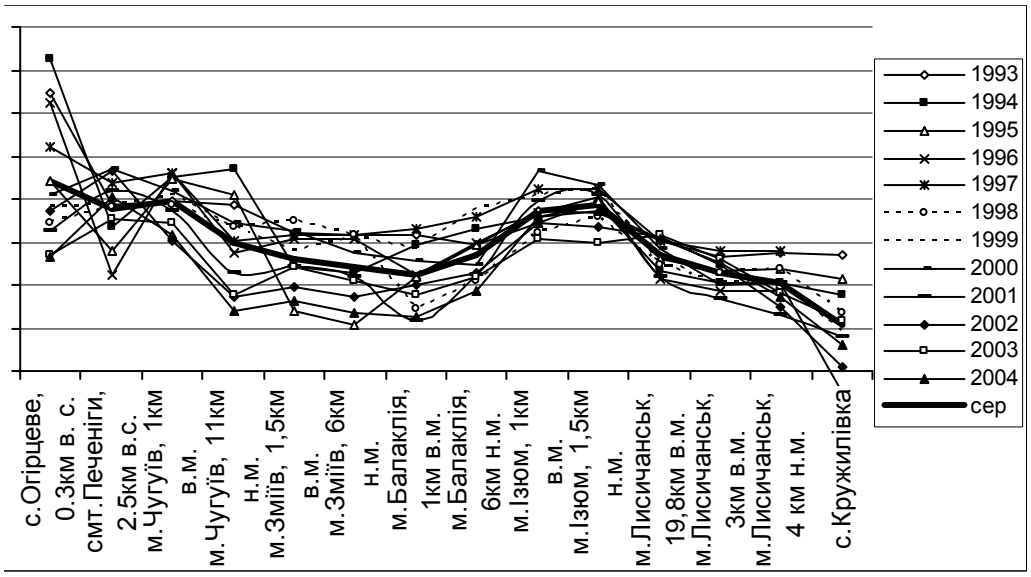


Рис. 7. **Зміна середньорічних за період 1993-2008рр. концентрацій розчиненого кисню (мг/дм^3) у воді р.Сіверський Донець за її довжиною**

Для вод басейну Сіверського Дінця характерний високий вміст мінеральних сполук азоту, середнє багаторічне значення $N_{мін}$ становило 2,1 мгN/дм^3.

Домінування окремих форм азоту (амонійна, нітритна, нітратна) для різних частин басейну неоднорідне: якщо для верхньої частини басейну (річки Вовча, Оскол, басейн р. Уди) характерне переважання амонійної форми NH_4^+ (рис.8), то для середньої та нижньої частини (річки Борова, Червона, Казений Торець з притоками, Лугань, Мокра Плотва) чітко виражена наявність нітратної форми NO_3^- (рис.9), що пов'язано як із внутрішньоводоймовими процесами (насамперед з процесами нітрифікації - окислення амонійних іонів за наявності кисню під дією нітрифікуючих бактерій), так і з надходженням унаслідок вимивання із ґрунтового комплексу.

Найвищими концентраціями іонів NO_3^- характеризувалися річки Бахмут, Казенний Торець, Кривий Торець, де їхній уміст коливався в межах 1,8-3,2 мгN/дм^3.

Найбільшими середньорічними величинами азоту амонійного NH_4^+ характеризувалися річки Уди та Лопань (до 2-2,3 мгN/дм^3). Високий уміст іонів амонію у воді зазначених річок зумовлений постійним надходженням до поверхневих вод недостатньо очищених комунальних стоків м.Харків.

Природний стік указаних річок значно менший порівняно з об'ємом стічних вод м.Харків, що призводить до високого рівня забруднення та пригнічення природних процесів самоочищення. Негативний вплив цих річок простежується на значному відтинку р.Сіверський Донець нижче від впадіння забрудненої води р.Уди.

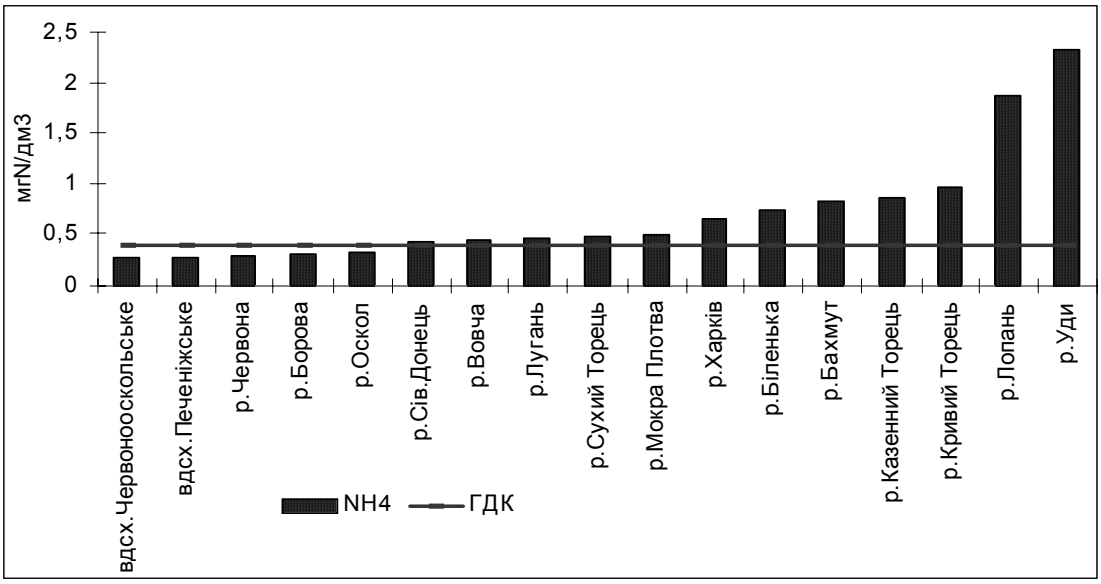


Рис. 8. **Середній уміст азоту амонійного у воді річок Сіверського Дінця за період 1993-2008 рр.**

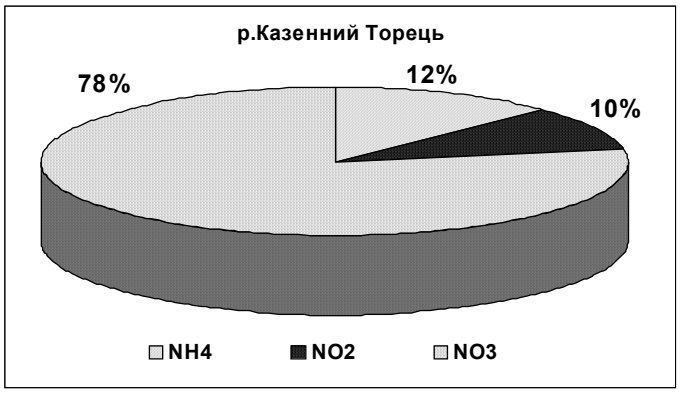


Рис. 9. **Компонентний склад мінеральних сполук азоту у воді р.Казенний Торець**

Господарська діяльність людини є важливим фактором підвищення вмісту сполук фосфору в поверхневих водах, який нерідко призводить до значної евтрофікації водоймищ. У поверхневих водах фосфор є більш консервативним елементом, ніж азот, більша його частина, використана водними рослинами та тваринами, повертається до водного середовища [16]. Серед річок басейну Сіверського Дінця найвищі концентрації сполук фосфору мінерального характерні для басейну р.Уди – до 0,6-0,8 мгР/дм^3 за екологічно допустимого рівня 0,5 мгР/дм^3 (рис.10).

Таким чином, за вмістом біогенних речовин річки басейну Сіверського Дінця можна поділити на:

1) верхню частину басейну, де на формування вмісту сполук мінерального азоту та фосфору більшою мірою впливають техногенні фактори (басейн р.Уди, Сіверський Донець на відтинку від м.Чугуїв до м.Балаклія);

2) нижню частину, де вирішальну роль у формуванні режиму біогенних елементів поверхневих вод мають природні чинники (річки Червона та Борова, Казенний Торець, р.Сіверський Донець від м.Лисичанськ до с.Кружилівка).

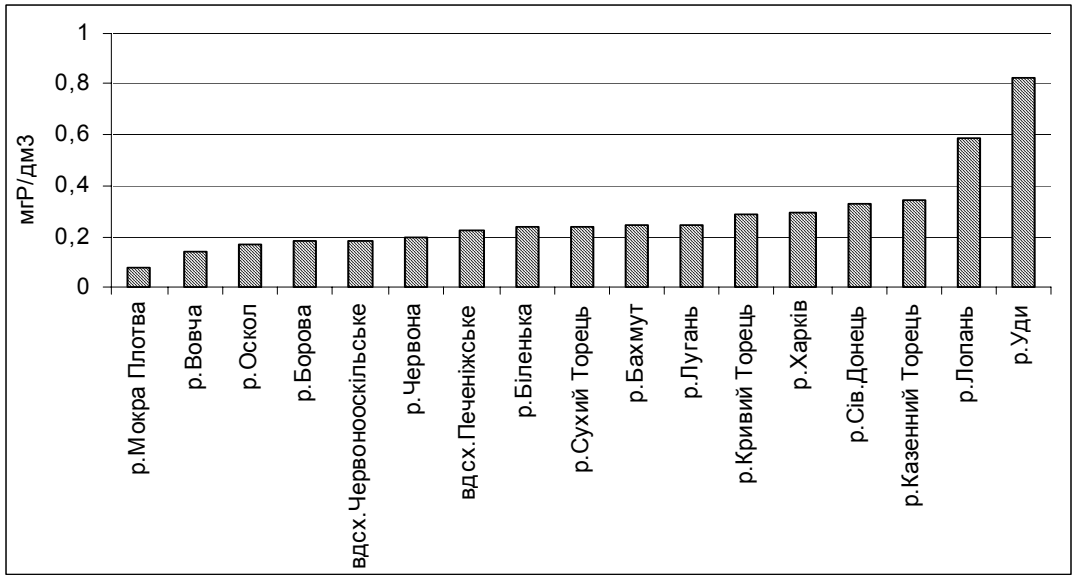


Рис. 10. **Середній уміст сполук фосфору мінерального у воді річок басейну Сіверського Дінця за 1993-2008 рр**.

Щоб підтвердити припущення про вплив великих міст, включаючи м.Харків, розглянемо характер зміни концентрацій мінерального азоту й фосфору у воді Сіверського Дінця за всією його течією. Розподіл $N_{мінер}$, що містить нітритну й нітратну форми азоту, носить неоднорідний характер: підвищені концентрації амонійного азоту на відтинку м.Чугуїв - м.Балаклія пов'язані з їхнім надходженням зі стічними водами міст, а от зростання концентрацій $N_{мін}$ у нижній течії річки спричинене, на нашу думку, природними умовами надходження нітратного азоту.

На рис.11 проілюстровано динаміку середніх за період 1993–2008 рр. концентрацій амонійного азоту, який, як відомо, є характерним показником міських стічних вод. Наведений графік свідчить, що вміст NH_4^+ завжди підвищується у створах нижче від міст, а найбільше забруднення р.Сіверський Донець відзначається на відтинку м.Чугуїв - м.Балаклія, саме там, де впадає р.Уди, що приймає стічні води м.Харків.

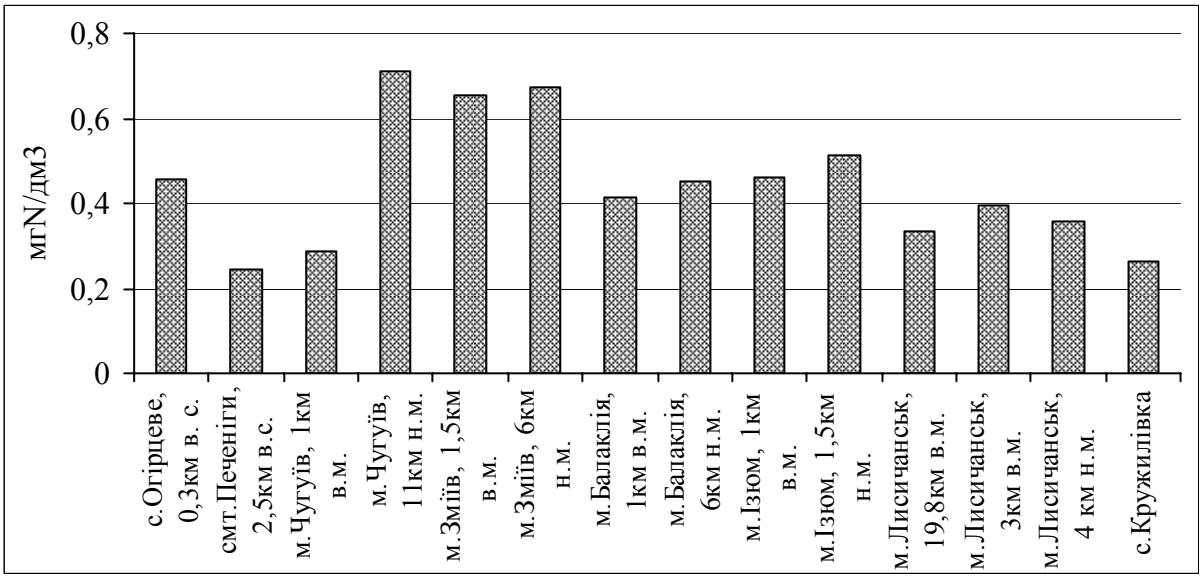


Рис. 11. **Зміна середньої за 1993-2008рр. концентрації амонійного азоту (мгN/дм^3) у воді р.Сіверський Донець за її довжиною**

Середні багаторічні концентрації NH_4^+ на зазначеній ділянці становили 0,51–0,71 мгN/дм^3, значно перевищуючи значення ГДК для питних вод - 0,39 мгN/дм^3. Нижче від м.Лисичанськ забруднення вод амонійним азотом не відзначалося.

Підвищений уміст нітратних іонів на відтинку м.Чугуїв - м.Ізюм (в порівнянні з верхньою частиною річки) пов'язаний з активізацією процесу нітрифікації амонійних іонів, які тут наявні у великій кількості внаслідок надходження з водами річки Уди. Зростання концентрацій нітратних іонів у районі м.Лисичанськ може бути пов'язане із його надходженням з правобережних приток, води яких збагачені сполуками нітратного азоту (рис.12).

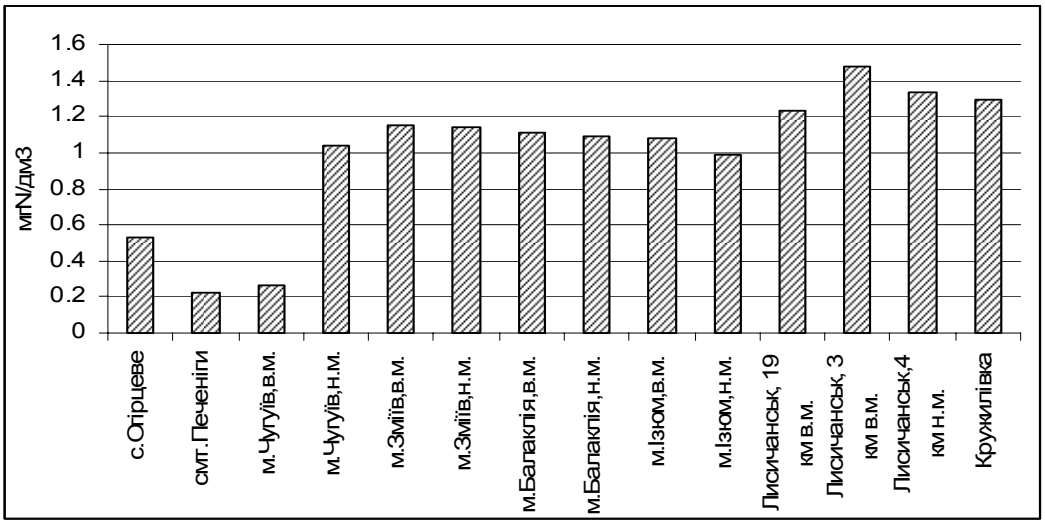


Рис. 12. **Зміна середньої за 1993-2008рр. концентрації нітратного азоту у воді р.Сіверський Донець за її довжиною**

Результати зміни вмісту фосфатних іонів за довжиною р.Сів. Донець свідчать про те, що вони практично не підлягають фізико-хімічній трансформації. Характер зміни середніх концентрацій мінеральних сполук фосфору також свідчить про його переважно антропогенне надходження зі стічними водами великих міст (рис. 13), унаслідок чого на відтинку від м. Чугуєв до м. Балаклія спостерігався найбільший уміст фосфатних іонів (порівняно зі створом с. Огірцеве він зріс з 0,22 до 0,55 мгР/дм^3). Далі за течією кількість сполук фосфору мінерального поступово зменшується і в кінцевому створі с. Кружилівка виходить на рівень концентрацій початкового створу Сів. Дінця с.Огірцеве - 0,21–0,23 мгР/дм^3. Не спостерігається суттєвого підвищення сполук фосфору в районі промислового вузла м.Лисичанськ, що свідчить про природне їх походження.

Таким чином, використання фосфатних іонів як трасерної сполуки дозволило кількісно оцінити вплив антропогенних факторів на формування якості води Сіверського Дінця та спроможність її екосистеми до самоочищення.

Найбільш показовим результатом впливу антропогенних факторів на якість поверхневих вод басейну Сіверський Дінця є наявність у поверхневих водах специфічних забруднювальних речовин

(нафтопродуктів, фенолів та синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР).

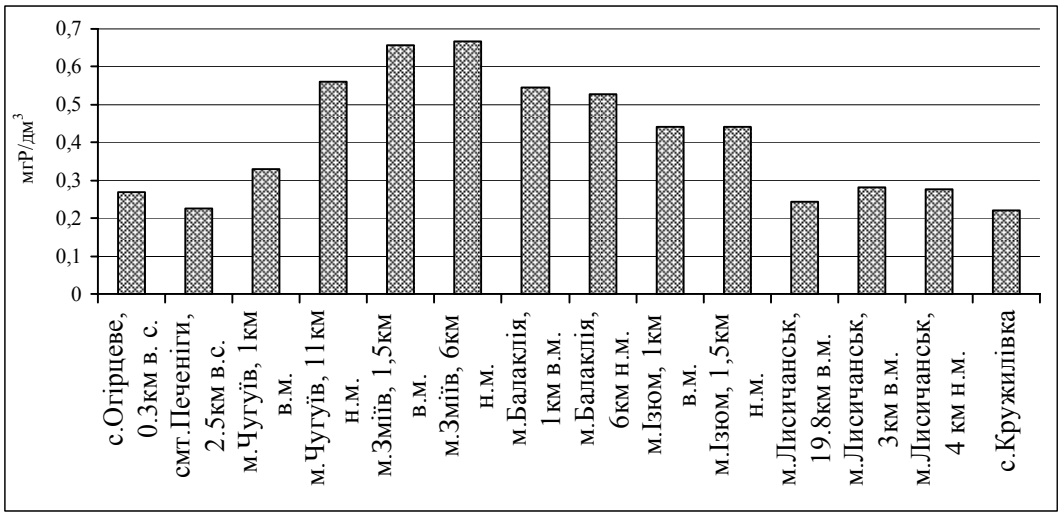


Рис. 13. **Зміна середньої за 1993-2008рр. концентрації мінеральних форм фосфору у воді р.Сіверський Донець за її довжиною**

Нафтопродукти потрапляють у поверхневі води в результаті витоку з трубопроводів, із стічними водами нафтопереробних заводів або шляхом змиву з поверхні водозбору [6]. Забруднення вод басейну Сіверського Дінця нафтопродуктами суттєво зменшилося: з 0,41 мг/дм^3 у 1996 році до 0,04 мг/дм^3 у 2007. Найбільш забрудненими нафтопродуктами в басейні є води річок Лопань та Вовча, а також водосховищ Червоноосківське та Печенізьке, де концентрації нафтопродуктів перебувають в межах 0,24-0,34 мг/дм^3, що можна пояснити забрудненням стічними водами великих міст (Бєлгород, Харків, Куп'янськ).

Концентрації СПАР у поверхневих водах жорстко лімітується. Найбільш забрудненими СПАР у басейні Сіверського Дінця були води річок Біленька та Лугань – 0,18–0,19 мг/дм^3.

Феноли є одними із найбільш поширених забруднювальних речовин. Вони надходять у поверхневі води як із стічними водами, так і утворюються в результаті внутріводоймових процесів. Найбільше забруднення фенолами зафіксовано у воді р. Лугань – 0,07 мг/дм^3.

Однією з важливих проблем річок України є забруднення поверхневих вод важкими металами, наявність у воді яких головними чином зумовлена впливом промислового виробництва та надходженням стічних вод. Незважаючи на те, що концентрації важких металів зменшуються, рівень забруднення ними залишається досить високим [9]. Найбільше забруднення в басейні Сіверського Дінця характерне для річок правобережної частини в межах області Донецького кряжу (Казенний Торець, Мокра Плотва, Біленька, Лугань, Бахмут), де сконцентровані найбільші промислові підприємства Донецької та Луганської областей. Концентрації міді тут зафіксовано в межах 6-7,5 мкг/дм^3, марганцю - 80-100 мкг/дм^3, цинку - 60-80 мкг/дм^3, хрому - 9-10 мкг/дм^3 [8].

Вміст таких забруднювальних речовин як нафтопродукти, СПАР та феноли за течією Сіверського Дінця розподілений неоднорідно. Найвищі значення нафтопродуктів спостерігалися в початковому створі української ділянки Сіверського Дінця с.Огірцеве – до 0,57 мг/дм^3, що може бути наслідком надходженням неочищених стічних вод м. Бєлгород та м.Вовчанськ; незначне підвищення також зафіксовано у створі м.Зміїв, що можна пояснити впливом забруднених вод басейну р. Уди, та в кінцевому створі – с. Кружилівка (до 0,36 мг/дм^3), внаслідок впливу стічних вод вищерозміщеного промислового вузла м.Лисичанськ. Для СПАР спостерігається дещо інша ситуація: підвищені концентрації у створах м. Зміїв та м. Лисичанськ – до 0,09–0,15 мг/дм^3. Вміст фенолів характеризується відносно стабільним рівнем по всій течії (концентрації в межах 0,004-0,006 мг/дм^3), значне підвищення за течією Сіверського Дінця спостерігається лише в замикаючому створі.

Висновки. Формування гідрохімічного режиму поверхневих вод басейну Сіверського Дінця визначається впливом як природних, так і антропогенних чинників. Вирішальним чинником у формуванні загальної мінералізації води басейну Сіверського Дінця та окремих елементів сольового складу є природна складова. Для сполук азоту та фосфору, СПАР, фенолів, кисневого режиму головним фактором формування є антропогенне навантаження на поверхневі води басейну, яке визначає умови їх формування, динаміки та просторового розподілу.

У цілому сучасний екологічний стан басейну р.Сіверський Донець можна визначити як критичний. Проте, зважаючи на результати опрацьованих багаторічних даних, слід зауважити, що поверхневі води зазначеного басейну не втратили здатності до самоочищення та відтворення, і за належного рівня застосування радикальних заходів, направлених на додаткове очищення промислових та господарсько-побутових стічних вод, можна прогнозувати у майбутньому покращення екологічного стану поверхневих вод Сіверського Дінця та вихід їх на екологічно-безпечний рівень.

Список літератури

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А. Алекин. - Л. : Гидрометеоиздат,1970. - 444с. **2.** Аналітична хімія поверхневих вод / [Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б.]. - К.: Наукова думка, 2007. - 455с. **3.** Вишневський В.І. Річки і водойми України. Стан і використання / В.І. Вишневський. - К.: Віпол, 2000. – 367 с. **4.** Гідрохімічний довідник. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи анализу / [Осадчий В.І., Набиванець Б.Й., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б.]. – К.: Ніка-Центр, 2008. – 655с. **5.** Горєв Л.М. Гідрохімія України / Горєв Л.М, В.І. Пелешенко, Хільчевський В.К. - К.: Вища школа, 1995. - 320с. **6.** Клепешнев А.М. Характеристика химического состава воды некоторых притоков р. Северского Донца / Клепешнев А.М., Богосян А.Т. // Гидрохимические материалы. - 1980. Т. 8. - С. 62-75. **7.** Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2003 році: [наук.ред. Раєвський В. та ін.] - К. : Вид-во Раєвського, 2006. - 200 с. **8.** Никаноров А.М. Изучение процессов формирования химического состава природных вод в условиях антропогенного воздействия / А.М. Никаноров. - Л. : Гидрометеоиздат, 1987. - 430с. **9.** Осадча Н.М. Особливості формування хімічного

складу поверхневих вод України у 2000 р. / Осадча Н.М., Осадчий В.І. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія - 2001. – Т. 2. – С.379-389. **10.** Осадчий В.І. Використання методів експериментальної гідрохімії та геоінформаційних технологій для оцінки стану та прогнозування якості поверхневих вод // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. Т. 2. – С.110-120. **11.** Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Сіверський Донець / [Ухань О.О., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Манченко А.П.] // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип.25. – С. 262-277. **12.** Ресурсы поверхностных вод СССР:справочник / [наук.ред. Горбацевич Н.П. та Бевза К.П.] -Л.: Гидрометеоиздат,1967.- Т.6, вып.3. - 490с. **13.** Справочник по водным ресурсам / [ред. Стрелец Б.И.] - К. : Урожай, 1987. – 300 с. **14.** Справочник по гидрохимии / [ред. Никаноров А.М.] - Л. : Гидрометеоиздат, 1989. – 391 с. **15.** Романенко В.Д. Основы гидроэкологии / В.Д.Романенко. - К. : Генеза, 2004. – 520 с. **16.** Хільчевський В.К. Методи очистки вод / Хільчевський В.К., Горєв Л.М., Пелешенко В.І. - К. : Київський університет, 1993. - 115с.

Закономірності формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Дінця

Ухань О.О., Осадчий В.І.

Вивчені закономірності і особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну Сіверського Дінця під впливом природних та антропогенних факторів. Показано, що вміст у воді головних іонів визначається природними факторами. На стік мінерального азоту і фосфору суттєво впливає скидання комунальних вод, що наглядно продемонстровано на прикладі р.Уди. Формування кисневого режиму, вміст специфічних забруднюючих речовин токсичної дії переважно обумовлене антропогенною діяльністю, яка визначає їх просторовий розподіл і річну динаміку.

Закономерности формирования химического состава поверхностных вод бассейна Северского Донца

Ухань О.О., Осадчий В.И.

Изучены закономерности и особенности формирования химического состава поверхностных вод бассейна Северского Донца под влиянием природных и антропогенных факторов. Показано, что содержание в воде главных ионов определяется природными факторами. На сток минерального азота и фосфора существенное влияние оказывает сброс коммунальных вод, что наглядно продемонстрировано на примере р.Уды. Формирование кислородного режима, содержание специфических загрязняющих веществ токсического воздействия преимущественно обусловлено антропогенной деятельностью, которая определяет их пространственное распределение и годовую динамику.

Peculiarities of Siverskyy Donets' basin surface water chemical composition forming

Ukhan O.O., Osadchy V.I.

Mechanisms and features of chemical compounds formation of the surface waters in Siverskyy Donets' basin are studied. The influence of natural and anthropogenic factors has been considered. It is shown, that the content of main ions in water is determined by natural factors. The urban wastewaters considerably influence on the load of mineral nitrogen and phosphorus what has been clearly shown on the river Udy example. Formation of an oxygen conditions, the content of specific toxic pollutants is mainly caused by anthropogenic activity which defines their spatial distribution and annual dynamics.

УДК 556.555 + 556.54

СУЧАСНИЙ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ГИРЛОВО-ПЛАВНЕВОЇ СИСТЕМИ РІЧКИ ДНІСТЕР ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ

Бєлов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М.
Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: *плавневе озеро, водообмін, протока, якість води, гідробіоценоз, макрофіти*

Постановка проблеми. Після введення в експлуатацію та заповнення Новодністровського водосховища (вище м. Могилів-Подільського) в гідроекологічному режимі нижньої гирлової ділянки Дністра та річки взагалі відбулися помітні зміни. Зміна гідрологічного та гідрохімічного режимів річки призвела до негативних змін гідробіологічного режиму. До зарегулювання водного стоку Дністра весняне водопілля продовжувалося в середньому 1,5-2 місяців. Влітку проходили дощові паводки з максимумом, що зазвичай перевищував висоту максимуму весняного водопілля на 0,5-1,5 м, тільки в посушливі роки, коли випадало мало опадів, навесні рівні були вище. Все це не давало висихати плавневим ділянкам гирлової частини Дністра, сприяло розвитку та примноженню рибної продукції, створюючи сприятливі умови в період нересту риб, через затоплення місця нересту, що забезпечувало водообмін у заплавних озерах.

Найнижчими заплавними водоймами гирлової ділянки річки є озера Біле та Мертвий Турунчук, які в свою чергу є одними з найбільших заплавних водойм нижньої течії Дністра. Після штучного зменшення водності річки відбулося відмирання єриків та проток, що з'єднували акваторію цих озер з русловою системою Дністра, що призвело до деградації озер, як високопродуктивних об'єктів. Тому, головною метою та задачами цієї роботи є розробка рекомендацій щодо заходів спрямованих на відновлення та підтримання у сприятливому екологічному стані заплавних водойм Дністра.

Аналіз попередніх досліджень. Для розробки науково-обґрунтованих рекомендацій, щодо відновлення сприятливого екологічного стану і гідрологічного режиму заплавних озер, у 2006-08 рр. співробітниками кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ були виконані польові гідроекологічні дослідження акваторій озер Біле, М. Турунчук, р. Дністер і р. Шв. Турунчук з прилеглими протоками та ериками (рис. 1) [1]. Для аналізу гідрохімічного та гідробіологічного стану озер Дністра до зарегулювання гідрологічного режиму були використані результати досліджень гирлової частини Дністра, виконані Інститутом гідробіології НАН України у 1985-88 рр. [2].

Виклад основного матеріалу. Порівняння даних отриманих в 2006-08 рр. з даними таких самих досліджень попередніх років (1985-88 рр.) вказує на деяке пригнічення розвитку гідробіонтів в озерах Нижнього Дністра. Посилилось «цвітіння» води і автохтонної токсичності води. Під час сильних вітрових згонів води спостерігається зниження концентрації розчиненого кисню до 1,0-1,5 мгO_2/дм^3, що пов'язано з проникненням з плавневого масиву до акваторії озера великої кількості органіки. В такі періоди спостерігаються масові замори риби.

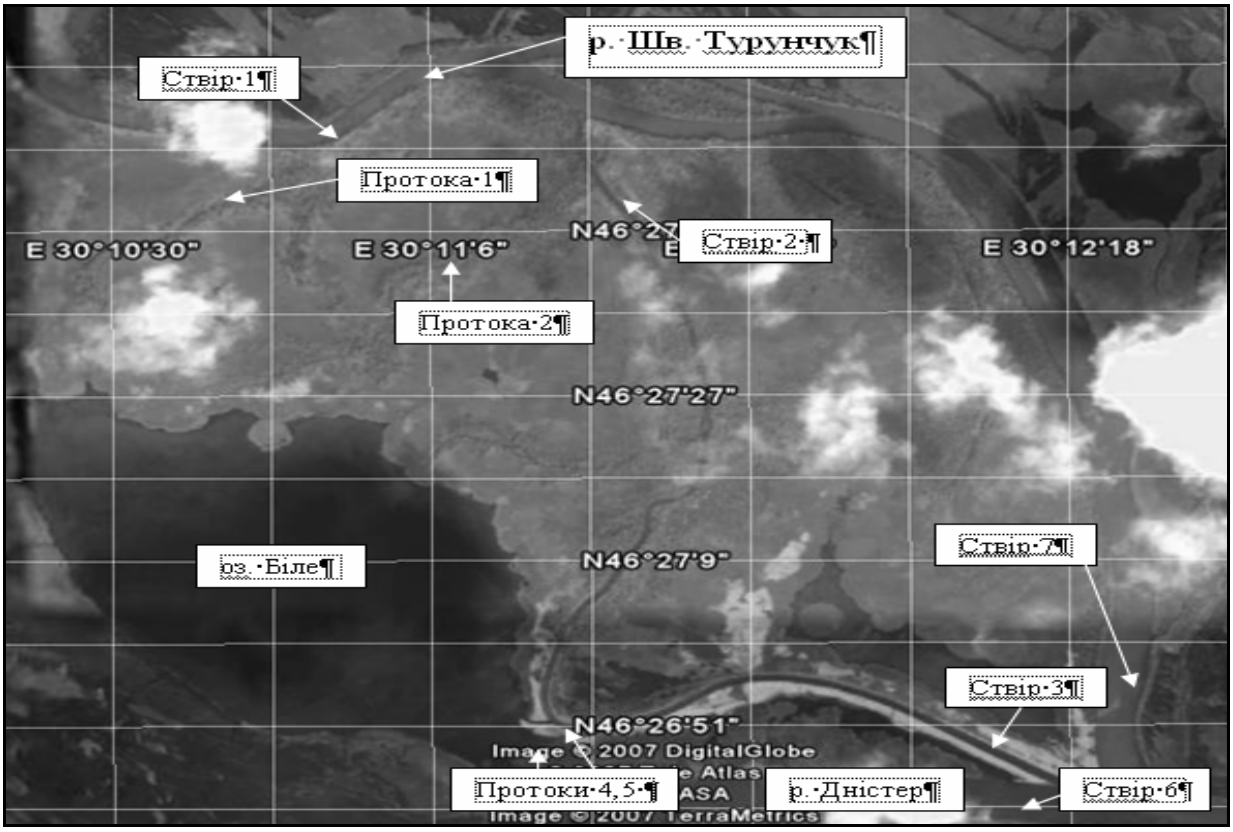


Рис. 1. **Космічний знімок акваторій оз. Біле та системи водотоків р. Дністер**

Результати останніх досліджень вказують на те, що стан гідробіоценозу озер можна охарактеризувати як нестабільний, проміжний до переходу в стадію з погіршенням екологічного стану через зміни якості води від чистої 2-го класу до забрудненої автохтонною органікою 4-го класу (рис. 2). Олігосапробність зберігається тільки в зонах сполучення вод озер з протоками, де водообмін здійснюється вітровими нагонами і коливанням рівня води в русловій системі Дністра, але у верхів'ях – інтенсивність водообміну незначна і сформувалися умови для евтрофування, про що свідчать склад і особливості розподілу домінантних макрофітних агрегацій (рис. 3).

Протоки що з'єднували оз. Біле з руслом р. Шв. Турунчук на даний час не діють. Вони ізольовані від річки муловими наносами і за всією довжиною вкриті чагарниками, очеретом, заросли деревами. Середня позначка рівня води річці дорівнює 0,27 м БС, позначка ж входу води в протоки складає 1,20 м БС, тобто вода через них в озеро не надходить (рис. 4).

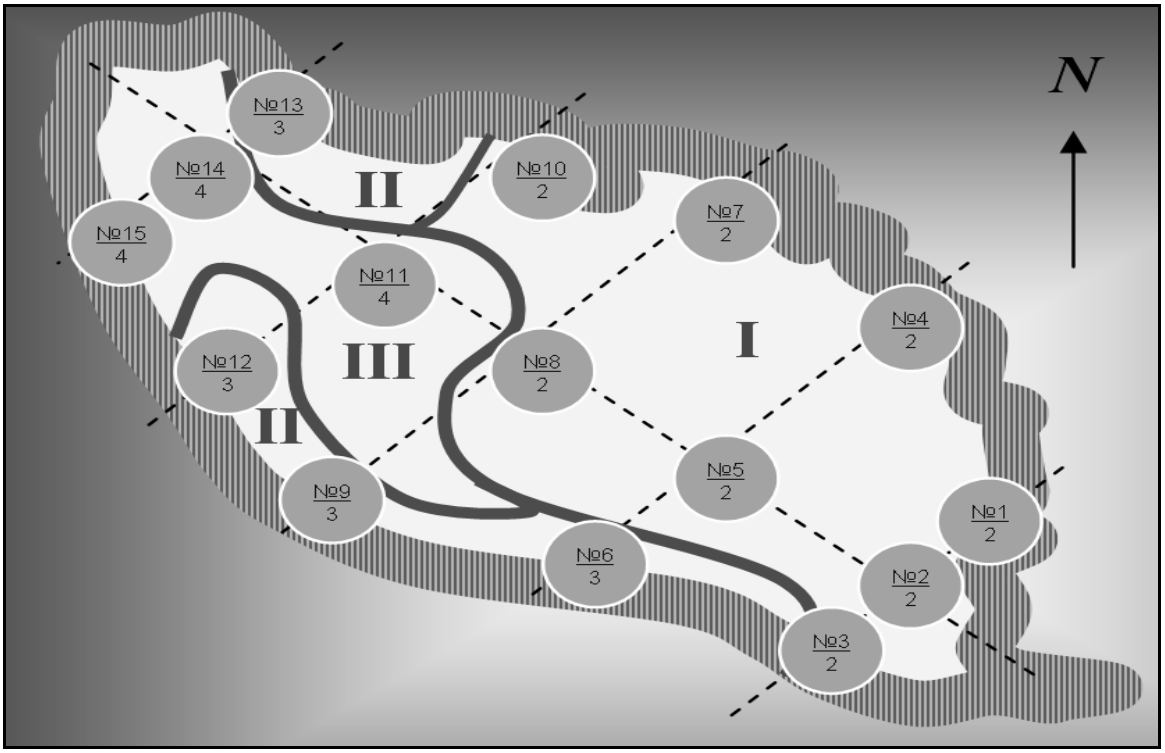


Рис. 2. **Схема зональної градації якості води оз. Біле:**
I – олігосапробна, II – *α*-мезосапробна, III – *β*-мезосапробна; № 1-5 – станції (чисельник); 2, 3, 4 – класи якості води за сапробністю (знаменник)

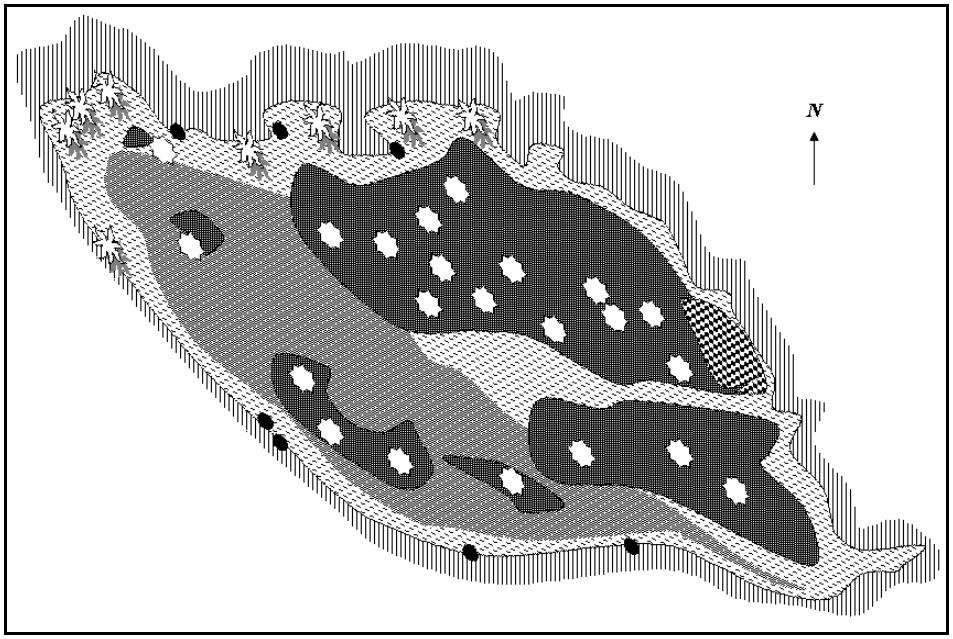


Рис. 3. **Схема розподілу домінантних макрофітних агрегацій на оз. Біле:**
– N. Lutea, – N. Candida, – T. Natans, – C. Demersum, – Butomus umbellatus, – Sagittaria sagittifolia

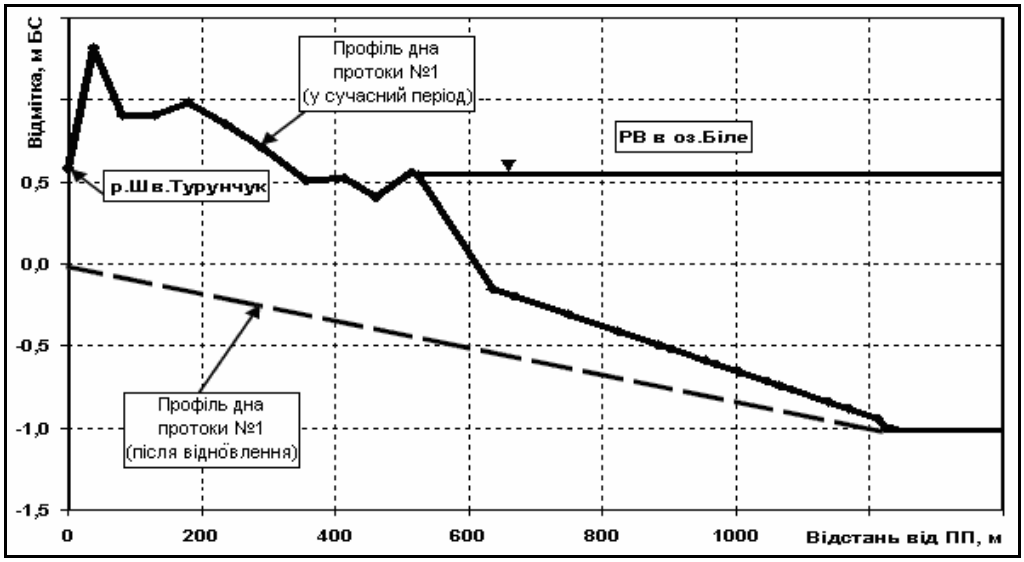


Рис. 4. **Профіль дна протоки №1 (від р. Шв. Турунчук до оз. Біле)**

На оз. М.Турунчук на даний час діє тільки одна протока – єрик Олександрівський (рис. 5), доступ води через верхню протоку повністю перекрито дамбою автомагістралі Одеса-Рені, а нижня протока майже повністю заросла вищою водною рослинністю.

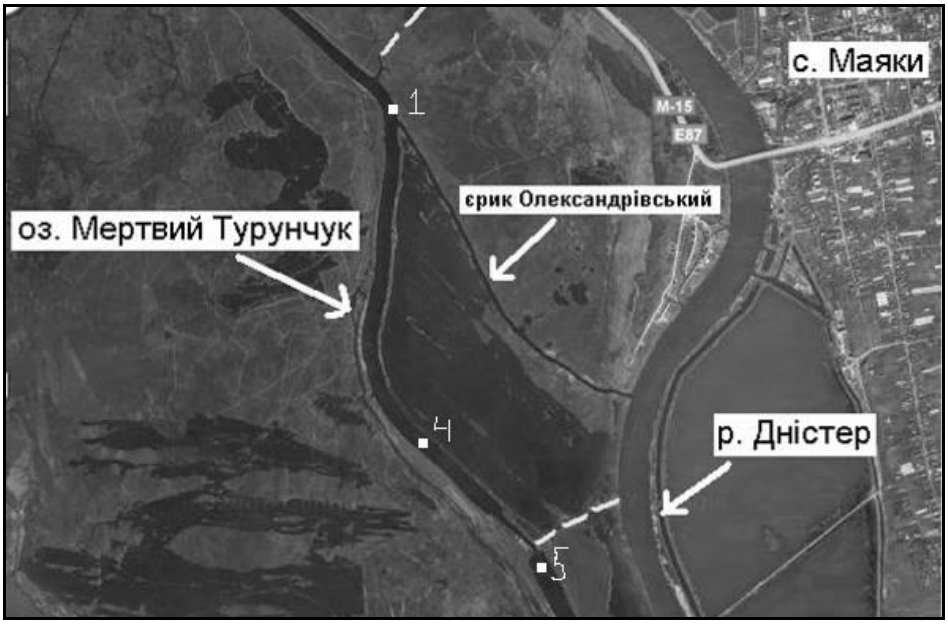


Рис. 5. **Космічний знімок оз. М. Турунчук** (штрихові лінії – не діючи протоки)

За рахунок цього озера на 80% заросли водною рослинністю, а потужність мулових відкладень в них збільшилася до 1-2 м.

За розрахунковими даними встановлено, що тільки під час високих повеней та паводків вода може зайти в протоки та далі в озера, але це може відбуватися не частіше 1-го разу на 2 роки. При таких паводках, глибина води на вході в протоки оз. Біле дорівнює 15-40 см і тільки 1 раз на 12 років, як, наприклад, у липні-серпні 2008 р., глибина досягала 70 см. В такі роки вода перетікає через дамбу автомагістралі і далі транзитом рухається через плавневий масив в оз. М. Турунчук та верхів'я Дністровського лиману.

Відкрита водна поверхня зберігається лише в частинах, де здійснюється водообмін з русловою системою р. Дністер через протоки. У цій же частині озер зареєстровано найбільші глибини: на оз. Біле – 1,5 м, при переважаючій глибині у водоймі 0,5 м та менше (рис. 6), а на оз. М. Турунчук – 6,0 м, при середній – 3,0 м.

На підставі аналізу морфологічних, гідробіологічних, гідрологічних даних встановлено, що для відновлення екосистем оз. Біле та М. Турунчук необхідно організувати безперервний стійкий водообмін з русловою системою Дністра, тобто доцільно відновити раніше діючі протоки. Вершини проток необхідно розташовувати на ввігнутих берегах річки, де в поверхневому шарі спостерігаються течії, спрямовані до берега. У цих місцях руслові води містять невисоку концентрацію завислих наносів, і тому, менша їх кількість буде надходити і осідати в озерах. Вода з цих проток буде надходити у вершини заплавних озер і далі вниз.

Ще по одному єрику необхідно створити для відновлення води в нижніх частинах озер. Для гідравлічного розрахунку гідравліко-морфометричних характеристик проток їхня максимальна глибина була прийнята рівною 1 м. Позначка дна на початку верхньої протоки оз. Біле складе мінус 0,040 м БС, а в гирлі, на вході в озеро, – мінус 0,450 м БС. Ці позначки на 24 см менші найнижчого рівня води в р. Шв.Турунчук, тому забезпечено безперервний водообмін навіть у межень. Ширина протоки прийнята 5 м за всією довжиною, а глибина – аналогічна розмірам раніше існуючої протоки. Масштаб закладення відкосив прийнятий рівним 1.

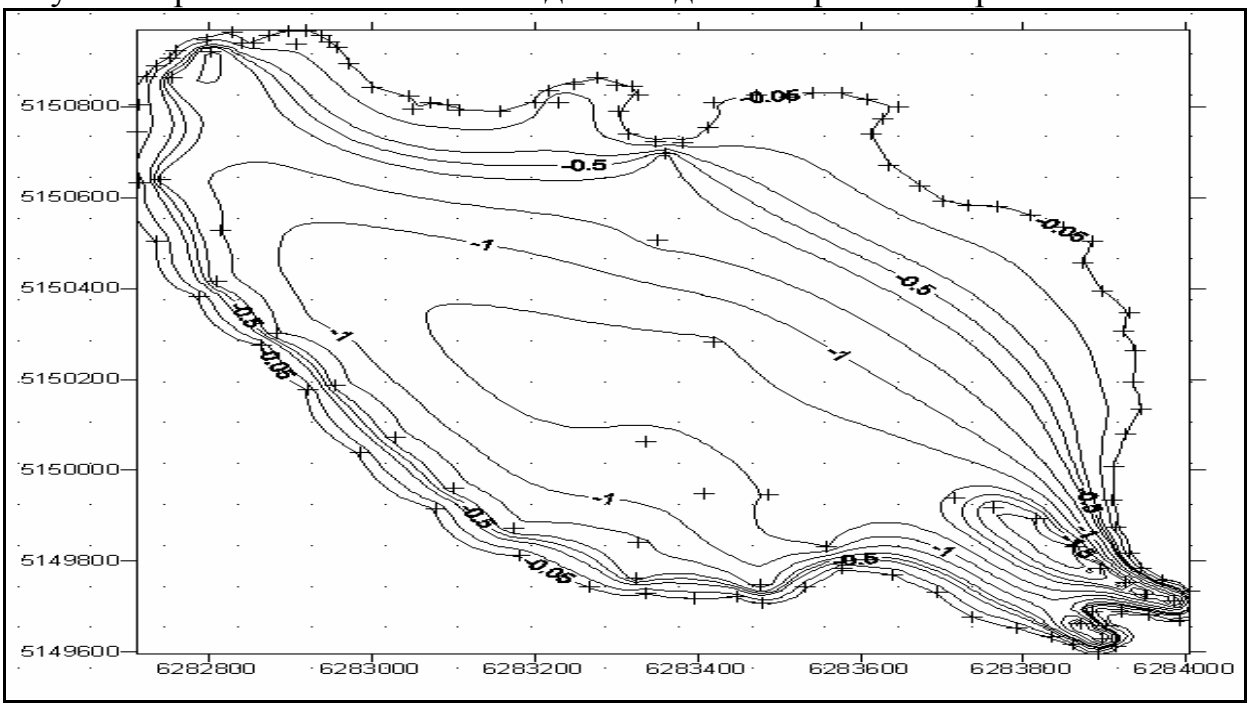


Рис. 6. **План оз. Біле в ізобатах (позначка рівня води складає 0,580 м БС)**

Пропускна здатність протоки розраховувалася за відомими рівняннями річкової гідравліки. В результаті розрахунків отримані наступні гідравлічні характеристики протоки: при середніх глибинах проток 0,67 м, витрата води буде дорівнювати 0,75 м^3/с, швидкість течії –

0,20 м/с, а добовий приток води в оз. Біле по двох протоках складе 130880 м^3 (≈ 19,3 % від середнього об'єму води в озері); при повному наповненні протоки (глибина 1,00 м), витрата води буде дорівнювати 1,25 м^3/с, швидкість течії – 0,25 м/с, а добовий приток води в озеро складе 216000 м^3 (≈ 31,8 % від середнього об'єму води в озері). Отримана в обох випадках величина швидкості руху води менше тієї, при якій починається розмивання їх дна та берегів.

На характер водообміну та руху води в протоках оз. М. Турунчук значно впливають згінно-нагінні явища на цій ділянці Дністра. Так біля с. Маяки (рис. 5) величина згонів та нагонів може складати 40-50 см, іноді досягаючи 1,0 м.

У сучасний період, особливо під час межені, це єдиний чинник, завдяки якому підтримуються процеси водообміну та водовідновлення цього заплавного озера.

Для оцінки впливу вітрових згонів і нагонів води на водообмін оз. М. Турунчук використовувалися дані спостережень за рівнем води, напрямком та силою вітру на в/п в с. Маяки, який розташовано на відстані 1,0 км вище відгалуження єрику Олександрівського від правого берега р. Дністер (рис. 5). В результаті аналізу вказаних даних, за період з 1991 по 2006 рр., встановлено зв'язок між денівеляцією рівня та тривалістю вітрового підпору та нагону води з лиману (рис. 7) та згону води (рис. 8), коли вітер дме за течією в Південному напрямку.

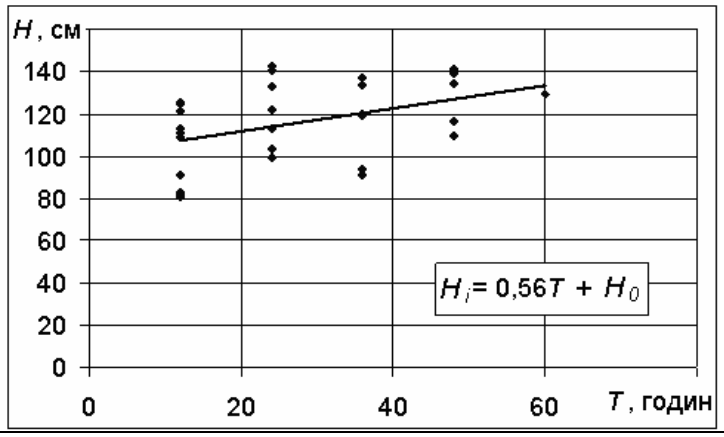


Рис. 7. **Залежність *H = f (T)* під час нагону (*H₀* – рівень води на початку нагону)**

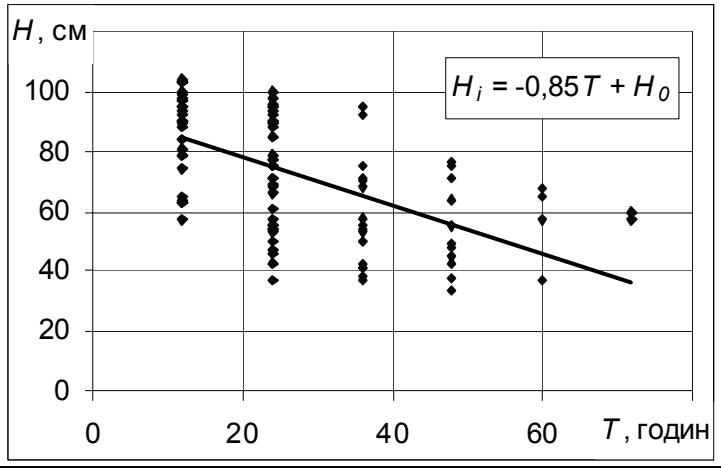


Рис. 8. **Залежність *H = f (T)* під час згону (*H₀* – рівень води на початку згону)**

Висновки. Для відновлення і підтримки екологічного стану гирлово-плавневої системи Дністра нами пропонуються два основні напрями:

1. Локальне збереження видової різноманітності, місць існування риб, птахів і ссавців. Для цього необхідно відновити та підтримувати існуючі протоки, єрики, озера в заплавному масиві Дністра. Відновлення включає земляні роботи по поглибленню проток в їх прирусловій частині та їх розчищення по всій довжині.

2. Комплексне збереження, яке припускає, разом з локальним збереженням, створення науково-обґрунтованої інженерної мережі нових проток. Ці протоки повинні забезпечувати постійний водний обмін плавнів за рахунок природних ухилів річкової мережі, ухилів між руслами і Дністровським лиманом, а також в періоди згінно-нагінних явищ. Подальша реалізація запропонованих рекомендацій, дозволить відновити та підтримувати сприятливий гідроекологічний режим всієї гирлово-плавневої ділянки річки Дністер.

Список літератури

1. Заключний звіт з НДР «Визначення впливу гідролого-гідрохімічних характеристик озера Біле на якість води гирлової частини річки Дністер для розробки рекомендацій щодо заходів спрямованих на відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану гирлово-плавневої ділянки річки Дністер». – Одеса : ОДЕКУ, 2007. – 62 с. **2.**. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов / Сиренко Л.А., Евтушенко Н.Ю., Комаровский Ф.Я. и др. – К. : Наук. думка, 1992. – 356 с.

Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення

Бєлов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М.

В статті представлені екологічні проблеми плавневих водойм Нижнього Дністра і пропонується шляхи їх вирішення.

Современное гидроэкологическое состояние устьево-плавневой системы реки Днестр и перспективы его улучшения

Белов В.В., Гриб О.Н., Килимник А.Н.

В статье представлены экологические проблемы плавневых водоемов Нижнего Днестра и предлагаются пути их решения.

Gidroekologscal situation of lower Dnister and prospects of his improvement

Belov V.V., Grib O.M., Kilimnik O.M.

The results of ecological problems research of streamside lakes of Lower Dnestr are brought. The ways of their decision are offered.

УДК 551.495.4+550.42(477.82)

ЕКОГЕОХІМІЧНИЙ СТАН ДОННИХ ВІДКЛАДІВ р. УСТЯ

Клименко М.О., Залеський І.І.
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Ключові слова: *Устя, русло, донні відклади, важкі метали, когеохімія, забруднення, стічні води, аномалії*

Актуальність проблеми. Екогеохімічні дослідження донних утворень р. Усті є частиною комплексного вивчення екологічного стану і напрямку змін в біосфері внаслідок техногенного впливу на екосистему Рівненсько–Здолбунівської промислової агломерації. У донних відкладах акумулюються сполуки різних хімічних елементів, що утворюються у техногенно порушених водних розчинах і спричиняють забруднення поверхневих і підземних вод.

З історії досліджень. В екологічну спрямуванні вивчення донних відкладів як індикаторів стану гідросфери розпочато у 90-х роках минулого століття. Воно носило фрагментарний характер і проводилось на окремих територіях України.

На Поліссі вперше у басейні р. Усті, яка є типовою малою річкою, авторами були проведені спеціалізовані дослідження, результати яких стали складовою частиною у програмі екологічного оздоровлення цієї водної артерії.

Результати та їх обговорення. Витоки р. Усті знаходяться на північному схилі Мізоцького кряжу, в межах Дермансько-Мостівського національного регіонального ландшафтного парку, що на Рівненщині. Це типова мала річка України, ліва притока р. Горині і є складовою басейну р. Прип’яті. Загальна протяжність 68 км. Річка Устя у субмеридіональному спрямуванні перетинає м. Рівне і ряд промислово-міських агломерацій.

Донні відклади є своєрідним віддзеркаленням гідрогеохімічного стану водної маси. Вони депонують у собі забруднюючі інгредієнти. Хімічні елементи в донних відкладах в значній мірі знаходяться в рухомій формі і взаємодіють з водною фазою. Випадання сполук важких металів з розчину в осад свідчить про тимчасове очищення водної маси, але не водної системи в цілому.

Літогеохімічне опробування донних відкладів дозволило достатньо оперативно отримати геохімічну інформацію про стан елементарних ландшафтів, в межах яких проходить багаторічна акумуляція хімічних елементів і токсичних сполук – продуктів техногенного та природного походження.

За існуючими методиками [3] оцінка ступеню забруднення донних відкладів річища р. Усті виконана поелементно (25 хім. елементів) зведена до сумарних показників забруднення (СПЗ). Авторами складені

відповідні карти і проведено районування долини річки за шкалою оцінки забруднення водних систем. СПЗ наведені у порівнянні з фоновими ділянками, характерними для витоків р. Усті та інших водостоків даного регіону.

Ділянка долини р. Усті від витоків до с. Івачкова відноситься до слабкої категорії забруднення, СПЗ дорівнює 8. За середньостатичними даними тут домінують барій - 2,6; стронцій – 2,1; миш'як – 2,0; марганець – 1,8 фону. Інші елементи (кобальт, цинк) знаходяться в межах фонових значень. Підвищений вміст барію, марганцю і миш'яку в алювії річки пов'язаний з виносом в долину нерозчинених солей мінеральних добрив. Стронцій, як радіоактивний елемент, депонується в біогенних ґрунтах, які мають тут значне поширення.

Незначна ділянка долини, від с. Івачкова до Новомильського озера, відноситься до середньої категорії забруднення. В числі забруднюючих речовин домінує стронцій – 5,7 фону, надходження якого в донні відклади пов'язане з його підвищеним вмістом в ґрунтових водах і з виносом з крутосхилів нерозчинених мінеральних добрив.

Від Новомильського озера до промислової зони м. Здолбунова р. Устя очищається від забруднюючих надходжень, СПЗ дорівнює 4.

Після скиду стічних вод, побутових і промислових відходів донні відклади збагачуються солями цинку – 2,9; срібла – 3,3; свинцю – 2,7; виникає кадмій – 2,0 фони. Значний вклад в ступінь забруднення вносять Здолбунівська залізнична агломерація, Квасилівський „Рівнесільмаш", автотранспорт, побутові відходи, що скидаються безпосередньо в річку, смітники, що обрамлюють м. Здолбунів.

Далі, вниз по течії, від с. Новий Двір і до мосту по вул. Соборній в м. Рівному р. Устя несе в собі слабкі сліди забруднення важкими металами, СПЗ дорівнює 7. Тут, в окремих пунктах відбору проб концентруються деякі хімічні елементи з 2-3кратним перевищенням фону до гами елементів, що зазначені вище добавляється ванадій, емісія якого в оточуюче середовище обумовлено димовими викидами транспорту і з спалюванням органічного палива.

Таким чином, від витоків р. Усті, виключаючи ділянку Здолбунівсько-Квасилівської агломерації, і до мосту по вул. Соборній в м. Рівному донні відклади слабо забруднені солями важких металів.

Починаючи від мосту по вул. Соборній формується зона поступово зростаючого забруднення. Окремі ореоли і шлейфи забруднюючих речовин розпочинаються з пунктів скиду в річище р. Усті рідких промислових та побутових відходів. Наприклад, в районі мосту по вул. Соборній, в пункті опробування №118 концентрація срібла в тонкодисперсній фракції алювію досягає 66,7 фонів, миш'яку – 6; барію – 2,8; хрому – 2,3; свинцю – 2,1; олова – 2,0; кобальту – 1,8, цинку і міді 1,3 фони, що формує СПЗ – 77 одиниць. Наведений набір елементів-забруднювачів засвідчує те, що вони поступають в долину річки з відходами виробництва металообробки, електоротехнічного профілю де

застосовується гальваніка, хімічних виробництв де застосовуються барвники, автотранспорт, в димових викидах якого і гумі шин присутні кадмій, свинець, цинк. За поширенням ця аномалія незначна, вже через 400 метрів, біля мосту по вул. Сагайдачного СПЗ знижується до 9. Тут стійко збереглася концентрація барію – 2,8 фони, збільшився вміст свинцю – 2,6, що пов'язано з інтенсивністю руху транспорту, в три рази зменшилась концентрація миш'яку і стабільними залишились мідь і олово.

На ділянці річища від мосту по вул. Сагайдачного і до мосту по вул. Млинівській сформована аномалія середньої категорії забруднення – СПЗ дорівнює 20. Забруднення формують срібло – 8-10 фонів, свинець, миш'як, олово, мідь та інші елементи характерні для відходів промислових підприємств.

Дуже сильна аномалія – СПЗ дорівнює 78, зафіксована на короткій ділянці долини в районі мосту по вул. Бахарєва – пров. Шпанівський. Враховуючи, що в цьому районі скидаються рідкі промислові відходи „Газотрону", високовольтного заводу, має своє пояснення ураганний вміст срібла – 66,7 фонів, інші забруднюючі компоненти – свинець, цинк, олово, мідь знаходяться в концентраціях, що лише в 2-3 рази перевищують фон.

Сильне забруднення, що продовжує формувати загальну зону промислового впливу на річкову долину, закартоване від мосту по вул. Бахарєва до залізничного мосту на підприємство „Рівнельон", СПЗ дорівнює 47. Від залізничного мосту картується новий шлейф забруднюючих речовин, який протягується до Шпанівських відстійників, СПЗ дорівнює 71. Це найзабрудненіша зона долини р. Усті. Основний вклад в формування стійкого ореолу забруднення вносять ті самі елементи, що утворюють аномальні площі на початку зони забруднення (міст по вул. Млинівській), але в значно підвищених концентраціях.

Шпанівські відстійники утворюють характерне забруднення середньої категорії, СПЗ дорівнює 17. Домінуючими на цій ділянці є мідь – 5; хром – 4,8; свинець – 3,7; олово – 3,5 фонів.

Від Шпанівських ставків і до західної околиці с. Зозова зафіксована стійка аномалія (СПЗ=57), утворена в результаті транспорту забруднюючих речовин від Рівненської промислової агломерації. Її утворенню сприяли геоморфологічні особливості долини р. Усті. Так, починаючи від с. Шпанова і до середини с.Олексина річкова долина сильно звужується, до 150 метрів, що спричиняє більш швидку течію води і перенос в завислому стані мулистого матеріалу, який насичений важкими металами. Від середини с. Олексина і до с. Зозова, долина розширюється до 10 разів, що обумовлює сповільнення течії і утворення осадів мулистого матеріалу. На цій ділянці долини забруднення утворено значним вмістом хрому, срібла, міді, олова, кадмію.

Від с. Зозова, на протязі 1,0 км,закартована слабо забруднена ділянка долини –СПЗ=10.Забруднення представлене вмістом міді, срібла і стронцію з загальним показником 3 фони, що свідчить про розубожування

концентрації важких металів при повільній течії річки,а ця ділянка є продовженням аномалії.

В межах с. Городок, функціонує потужна промислова база тракторного заводу, яка має безпосереднє відношення до забруднення р. Усті, СПЗ дорівнює 48, що свідчить про сильну ступінь забруднення.

Між с. Городок і с. Караєвичі донні відклади звільняється від забруднення важкими металами завдяки вузькому прямому річищу.

Нижче по течії, від с. Караєвичів до хімкомбінату „Азот" утворилася зона перехідної категорії забруднення, СПЗ дорівнює 22. Основною залишається та сама гама хімічних елементів-забруднювачів, що утворилася в промислових агломераціях.

Від хімкомбінату на протязі 1,3 км русла утворена сильна категорія забруднення (СПЗ = 40). Серед хімічних елементів, що перевищують за своїм вмістом два фони є срібло – 13,3; мідь – 10,1; хром – 7,8; цинк – 6,3; свинець – 3,4; кобальт – 2,3; стронцій – 2,3; олово – 2,0. Як видно, комплекс забруднюючих речовин розширився, що можна пояснити скидом в р. Устю відходів хімічного виробництва.

Нижче від охарактеризованої ділянки і до самого гирла р. Устя очищується від вмісту важких металів, хоча в районі с. Оржів утворена ділянка перехідної категорії забруднення (СПЗ=27),яку формують: срібло – 7,5,мідь – 5,0,хром – 4,3,свинець – 3,2,цинк – 2 ,4,олово – 2,3,марганець – 2,2 фони.

Висновки. 1. Антропогенні потоки розсіювання в донних відкладах поліелементні, представлені широким набором важких металів і, як правило, кожне джерело забруднення характеризується своєю асоціацією хімічних елементів-забруднювачів, що відрізняються як набором елементів, так і співвідношенням їх концентрацій відносно фонових значень.

2. Утворені потоки та шлейфи забруднення внаслідок скиду в р. Устю відходів промислових підприємств мають значне поширення (від вул. Млинівської в м. Рівному до с. Городка), яке залежить від потужності джерел забруднення.

3. Зміна асоціацій елементів-забруднювачів пов'язана з додатковими джерелами емісії (притоки р. Усті), або наявністю в тому чи іншому пункті вивчення геохімічних бар'єрів для окремих елементів. З врахуванням гідродинамічних особливостей руслового потоку та інших складових, концентрація більшості елементів зафіксована на ділянках розширення долини та самого річища, де сповільнюється течія води.

4. Геохімічні процеси, що проходять в товщі води в річищі відіграють важливу роль в розподілі хімічних елементів, оскільки водна маса є посередником між джерелом забруднення і акумуляцією інгредієнтів в донних відкладах (формування зон забруднення).

5. Техногенний вплив приводить до зміни завислих і розчинених форм міграції, властивих конкретними елементам в природних умовах басейну р. Усті.

Список літератури

1. Геоекологія України : зб. наук. праць / відп. за вип. Г.І. Рудько. – К.: Манускрипт. 1993. – 117 с. **2.** Залеський І.І. Дослідження забруднення важкими металами ґрунтів басейну р. Устя : звіт про НДР / І.І. Залеський. – Рівне, 1994. - 118 с. **3.** Ландшафтно-геохимические основы фонового мониторинга природной среды / Глазовская М.А. и др. – М. : Наука. 1993. – С. 47-56.

Екогеохімічний стан донних відкладів р. Устя

Клименко М.О., Залеський І.І.

Виконані комплексні дослідження екогеохімічного стану басейну р.Устя. На основі результатів вивчення донних відкладів русла визначені зони забруднення води важкими металами, котрі надходять у річку разом зі скидами промислових підприємств Рівненсько–Здолбунівської промимлової агломерації. Розроблені заходи по відновленню природного стану р.Устя.

Экогеохимическое состояние донных отложений р. Устя

Клименко Н.О., Залесский И.И.

Выполнены комплексне исследования экогеохимического состояния бассейна р.Устя. На основании результатов изучения донных отложений русла определены зоны загрязнения воды тяжелыми металлами, которые поступают в реку в составе сбросов промышленных предприятий Ровенско – Здолбуновской промышленной агломерации. Разработаны мероприятия по восстановлению природного состояния р.Устя.

Hydroecologi of the basin of the river Ustia

Klymenko M.O., Zalesskyy I.I.

According to the research of the given deposits of the rever-bed The areas of the pollution of the water by the heavy metals which come to the river as a component of the fault of interesting plants of Rivne-Zdolbuniv industrial agglomeration were ascertained. The steps towards the renewal of the natural condition of the river Ustia were taken.

УДК 556.53.4

МЕТОДИ ОБЧИСЛЕННЯ ІОННОГО СТОКУ ГІРСЬКИХ ТА РІВНИННИХ РІЧОК І ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Колодеєв Є.І., Гриб О.М., Захарова М.В., Яров Я.С.

Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: *іони, концентрація, інтерполяція, гідрограф*

Постановка проблеми. Розрахунок обсягів змиву хімічних і забруднюючих речовин зі схиловим потоком води в річкові русла та обчислення іонного стоку річок є одними з найважливіших і складних задач при визначенні гідроекологічного стану річок та водойм, в які вони впадають. Для вирішення даної проблеми на кафедрі гідроекології та водних досліджень Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) під керівництвом доктора географічних наук, професора Олександра Григоровича Іваненко (1934–2008) були розроблені та апробовані науково-обґрунтовані методи обчислення іонного стоку

гірських та рівнинних річок України. В основу методологічної бази побудови математичних моделей змиву хімічних речовин зі схилів та іонного стоку річок покладено методи системного аналізу багатьох параметрів навколишнього природного середовища – гідрометеорологічних, гідрохімічних, гідрогеологічних, геохімічних та ін., що дозволило розглядати роботу всієї річкової системи як єдиного цілого з врахуванням взаємодії її компонентів.

Аналіз попередніх досліджень. Вибір методу обчислення концентрацій та витрат хімічних речовин в річкових створах проводиться на основі даних про хімічний склад води, гідрологічний режим, метеорологічні фактори на території водозбору та інших чинників, які впливають на гідрохімічний режим річок.

Одним з головних чинників змиву хімічних речовин зі схилів є дощовий стік, формування якого на водозборі – складний процес, який відбувається під впливом рідких опадів і визначається процесами поверхневого та підповерхневого стікання, інфільтрації, а також русловою трансформацією паводкової хвилі. Значний внесок у розвиток методів прогнозування паводків на річках України внесла Н.Ф. Бефані [1]. Нею розроблені територіально-загальні методи прогнозу паводкового стоку, засновані на використанні генетичних методів його розрахунку. Багато методів обчислення іонного стоку в руслі річок, розроблено вітчизняними вченими-гідрохіміками Л.М. Горєвим, В.І. Пелешенко, С.І. Сніжко, В.І. Осадчим та ін.., якими науково-обґрунтовано та апробовано чотири групи методів розрахунку іонного стоку, а саме: прямі, кореляційні, статистичні та опосередковані [2-4]. В результаті багаторічних наукових досліджень іонного стоку гірських та рівнинних річок України (Криму, Карпат, Дунаю, Дніпра, Дністра, Південного Бугу та ін.) кафедрою гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ також розроблено і апробовано науково-обґрунтований метод обчислення стоку розчинених хімічних речовин з урахуванням генетично-однорідних складових водного стоку невеликих, середніх і великих річок та просторову математичну модель змиву хімічних речовин схиловим потоком води на основі моделі кінематичної хвилі [5-10].

Виклад основного матеріалу. Для опису основних процесів стокоформування призначені блоки розробленої просторової моделі, що описують схиловий стік, водоутворення та русловий стік води і розчинених хімічних речовин. При побудові математичних моделей річкових водозборів з розподіленими параметрами необхідно враховувати просторову зміну основних факторів стоку. Запропонована модель формування якості річкових вод враховує просторову мінливість основних факторів стоку, а саме – опадів, вологості ґрунтів, геоморфологічних, ґрунтово-ботанічних та інших характеристик за площею водозбору, тобто застосовується оптимальна дискретизація полів факторів стоку. Це необхідно для вивчення перенесення річковими водами забруднюючих

речовин, оскільки протягом цього процесу речовини піддаються якісній і кількісній зміні.

Для опису процесів руслового стоку води і транспортування хімічних речовин у просторовій моделі використовується наступна система рівнянь:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial Q}{\partial x} + \dfrac{\partial ш}{\partial t} = \dfrac{B_x}{2 \cdot L_{cx}} \cdot q'_{x,t}; \\ \\ v = a_p \cdot \left(\dfrac{1+L}{1+l_i} \right)^{0,25} \cdot I_p^a \cdot Q^b, \end{cases} \tag{1}$$

де Q – витрата паводка на одиницю довжини русла, *м³/(м·с)*; ω – площа живого перетину, *м²*; B_x – ширина басейну по еквідістанті, *км*; L_{cx} – середня довжина схилу, *км*; $q'_{x,t}$ – модуль схилового стоку на одиницю ширини схилу, *м³/(м·с)*; v – швидкість поширення хвиль, *м/с*; a_p – русловий параметр, що залежить від шорсткості та форми русла; L – повна довжина русла, *км*; l_i – відстань від початку річки до i-го створу, *км*; I_p – ухил русла, *‰*; a і b – параметри формули.

Розрахунок гідрографу схилового стоку для двох його основних видів – поверхневого та підповерхневого – проводився з використанням наступної системи рівнянь кінематичної хвилі [5,8,9]:

$$\begin{cases} (n+1) m I_{cx}^u y^n \dfrac{\partial y}{\partial x} + \dfrac{\partial y}{\partial t} = h_t; \\ \\ h_t = a_t - (k_0 + \dfrac{A}{t^n}), \end{cases} \tag{2}$$

де y – глибина рівномірно розподіленого схилового потоку, *мм*; I_{cx} – ухил поверхні схилу; m,u,n – параметри формули швидкості течії, що залежать від шорсткості поверхні схилу та його мікрорельєфу; h_t – інтенсивність водоутворення, *мм/хв*; a_t – інтенсивність дощу, *мм/хв*; k_0 – стала інтенсивності інфільтрації, *мм/хв*; A – параметр інфільтрації, зв'язаний зі зволоженням, *мм*; n – показник редукції, що дорівнює 0,667; t – час, *хв*.

Інфільтрація підповерхневого стоку на схилах з пористим верхнім шаром ґрунтів, що підстилаються відносним водоупором, обчислюється за подібною двочленною формулою, тільки як втрати тут приймається стала інтенсивність інфільтрації в підстильний відносний водоупір k_n і параметр інфільтрації A_n, що встановлюються методами оптимізації за умови мінімуму критерію якості.

Залежно від глибини поверхневого стоку y та підповерхневого стоку z обчислюються модулі схилового припливу води:

$$q'_{пов} = \frac{m}{L_{сх}} y^{n+1} I_{сх}^{u}; \tag{3}$$

$$q'_{підп} = \frac{v_0}{L_{сх}} \partial_{д} z \sqrt{I_{сх}}, \tag{4}$$

де $q'_{пов}$, $q'_{підп}$ – відповідно модулі поверхневого та підповерхневого стоку, *м³/(с·м)*; v_0 – параметр, що залежить від макропор пухкого шару, їхнього діаметра та форми перетину; $\partial_{д}$ – коефіцієнт дренажної водовіддачі; $L_{сх}$ – середня довжина схилу, *км*.

Наявність на поверхні водозбору двох форм схилового стоку, приводить до необхідності використання в розрахунковій схемі додаткового параметра, що встановлює частку кожного виду стоку у формуванні припливу води зі схилів. Сумарний модуль припливу обчислюється за формулою:

$$q' = dq'_{пов} + (1-d) q'_{підп}, \tag{5}$$

де $q'_{пов}$, $q'_{підп}$ – відповідно модулі поверхневого та підповерхневого стоку, що обчислюють за формулами (3) і (4); q' – сумарний модуль схилового припливу, *м³/(с·м)*; d – частка площі водозбору, на якій формується поверхневий стік.

Послідовність підсумовування стоку розчинених хімічних речовин з часткових площин і формування загальної витрати винесення речовин паводком через замикаючий створ описується за допомогою кінематико-хвильової моделі, яка має наступний вигляд [5,8,9]:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial (C_i y)}{\partial t} + \dfrac{\partial (C_i q')}{\partial x} = F_i + N_i, \\ \\ F_i = k_i (C_{pi} - C_i) \cdot h \cdot q', \end{cases} \tag{6}$$

де C_i – концентрація хімічної речовини у стоці, *мг/дм³*; q' – боковий приток води в одиницю часу на одиницю довжини, *м³/(м·с)*; h – глибина діючого шару, дорівнює товщині шару контакту поверхневих вод з водами ґрунтового розчину, зазвичай дорівнює 1 *см*; k_i – коефіцієнт сорбції-десорбції заданої i-ої речовини; C_{pi} – рівноважна концентрація, *мг/дм³*; F_i – функція, що враховує інтенсивність надходження речовини у водний потік; N_i – функція, що враховує перетворення речовини під впливом хімічних реакцій, адсорбції та десорбції. У зв'язку з швидким перебігом схилового стоку функція N_i не враховується при розрахунках.

Рівноважна концентрація обчислюється за наступною формулою:

$$C_{pi} = C_{vi} / (p_i (d_i - C_{vi})), \tag{7}$$

де C_{vi} – концентрація солей хімічної речовини у ґрунті, *мг/кг*; p_i та d_i – числові коефіцієнти.

Чисельні значення коефіцієнтів установлюються для кожної речовини окремо у лабораторних дослідженнях за даними про розчинність конкретних речовин, наприклад, для нітритів: p_i=0,065, d_i=7300; фосфатів: p_i=0,066, d_i=7351.

Чисельне вирішення всіх рівнянь проводилося кінцево-різницевим методом Прейсмана за ітераційною схемою, яка розв'язувалася за методом А.П. Доморяда з урахуванням трьох членів розкладання за узагальненою формулою Ньютона.

Однак застосування подібної моделі для практичних розрахунків зустрічає ряд ускладнень, одним з яких є процес оптимізації її параметрів, оскільки всі параметри знаходяться між собою в певній залежності та взаємообумовленості. Тому одним з найголовніших завдань, яке стоїть при використанні моделі при розрахунках стоку розчинених хімічних речовин від конкретних дощів є необхідність попереднього встановлення оптимальних значень параметрів моделі, при використанні яких збіжність обчислених і виміряних гідрографів паводку буде найкращою. Оптимізація параметрів моделі полягає в підборі таких їх значень, при яких критерій якості одержить найменшу величину. Для встановлення оптимальних параметрів моделі застосовувався діалоговий метод оптимізації.

Діалогова система оформлена у вигляді комп'ютерної програми, написаної на алгоритмічній мові «Borland C++». В процесі розрахунків вводяться нові значення параметрів – поодинці, або по декілька одночасно. В результаті кожного кроку оптимізації на екран виводиться комплексний графік ходу дощу, стоку води, хімічних речовин та наносів побудований за реальними ординатами гідрографу і обчислений за даною системою. Це дозволяє цілеспрямовано змінювати параметри і вводити нові їх значення для чергового кроку розрахунку та отримання нових результатів основних показників якості процесу, які висвічуються на екрані.

Оптимізація параметрів просторової моделі проводилася на малих водозборах Українських Карпат за даними 36 паводків, її верифікація – по 38 контрольних паводках. Вона здійснювалася в декілька етапів, на кожному з яких визначалися середні значення кожного параметру, а потім виконувалося зв'язування частини параметрів з місцевими фізико-географічними характеристиками водозбору. На першому етапі оптимізація здійснювалася окремо для кожного параметру. На другому етапі здійснювалося осереднення двох параметрів – мінімальної інтенсивності інфільтрації в підстильний водоупір для поверхневого k_0=0,0054 *мм/хв* і підповерхневого стоку k_n=0,0024 *мм/хв*, які виявилися загальними для всіх водозборів. На третьому етапі для кожного водозбору проводилося осереднення ще двох параметрів.

Параметр d формули (5), що характеризує частку поверхневого стоку на схилі зв'язувався із залісенністю водозбору (в частках від одиниці) $f_л$:

$$d = \frac{0{,}46}{1 + 1{,}49 \cdot f_{л}^{0{,}45}}. \qquad (12)$$

Параметр руслової швидкості a_p зв'язувався з площею водозбору $F_{вод}$:

$$a_p = \frac{0{,}70}{\left(1 + F_{вод}\right)^{0{,}11}}. \qquad (13)$$

На четвертому етапі для всіх водозборів здійснювалося осереднення двох параметрів – швидкості поверхневого m та підповерхневого стоку v_0, значення яких виявилися наступними: m=0,032, v_0=0,69.

На п'ятому етапі виявилась можливість зв'язати параметр формули інфільтрації для розрахунку поверхневого типу стоку A з індексом зволоження I_w:

$$A = 44{,}5e^{-0{,}06 \cdot I_w}. \qquad (14)$$

Як приклад розрахунків на рис. 1 наведено комплексний графік опадів, гідрографу обчисленого та фактичного стоку води і розчину іонів нітриту NO_2^-, а на рис. 2 наведено гідрографи стоку, що розраховані за матеріалами незалежних даних.

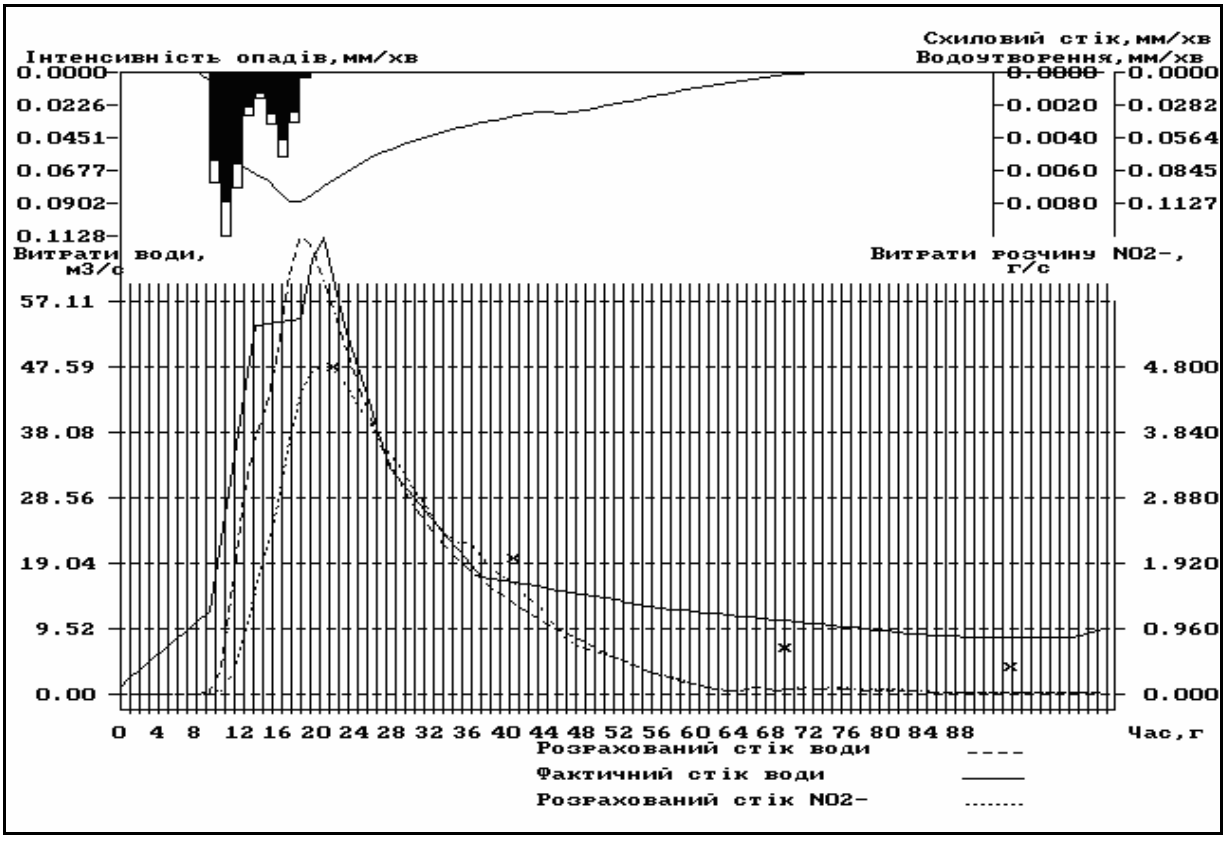


Рис. 1. **Комплексний графік стоку води та розчину іонів нітриту NO_2^-, р. Репінка – с. Репіне (11.06.67 р.)**

Зіставлення гідрографів обчислених та фактичних витрат води, а також обчислених та фактичних витрат розчину іонів нітриту NO_2^- та

фосфату P показує, що вони відповідають один одному і детально відображають хід дощу в часі.

Серед 36 паводків, використаних для оптимізації у 30 випадках, що складає 83,4% від загального числа паводків, одержане значення $\overline{S}/\sigma$<0,80, тобто розрахунки кваліфікуються як задовільні, причому в половині випадків, одержане значення $\overline{S}/\sigma$<0,50, тобто розрахунки кваліфікуються як добрі.

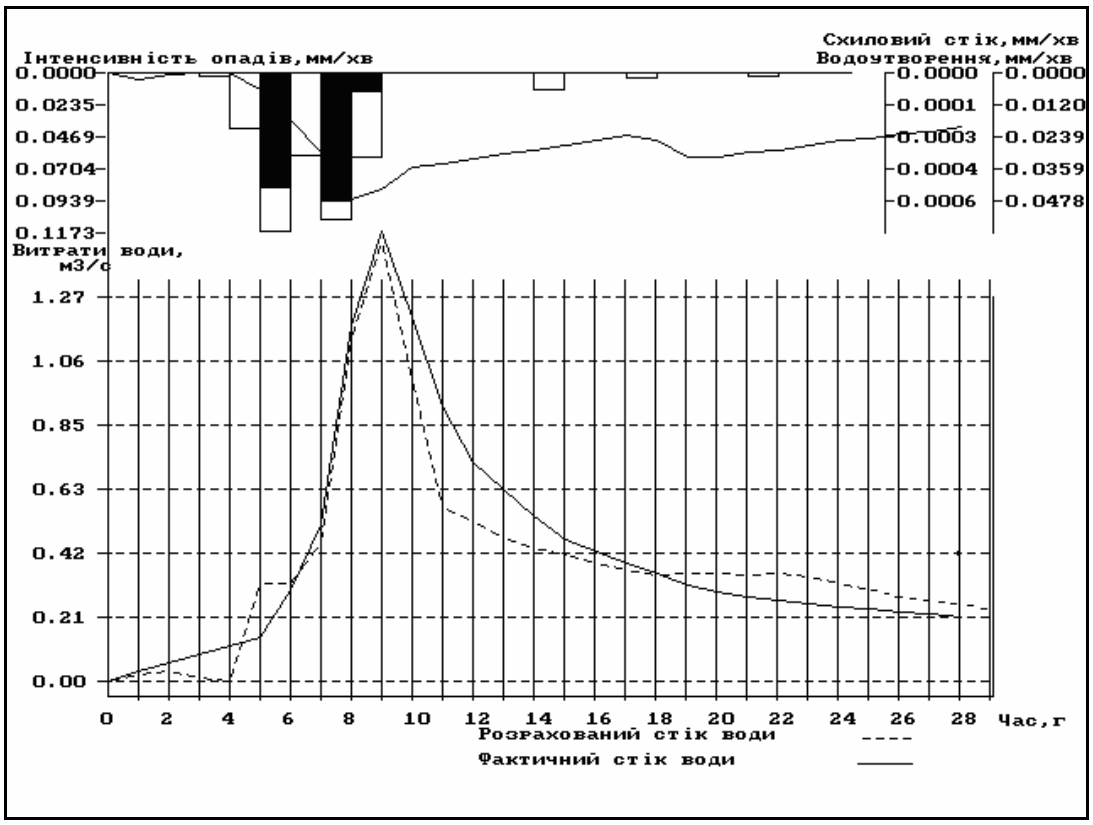


Рис. 2. **Комплексний графік стоку води**

Взагалі середні значення відхилення максимальних витрат і шарів стоку води складають відповідно $\Delta Q_{\max}$=1,76% і Δy=16,1%, а середнє значення критерію ефективності методики $\overline{S}/\sigma$=0,59.

Серед 38 паводків, використаних для верифікації по контрольним паводкам, у 30 випадках (79,0% від загального числа паводків) одержане значення $\overline{S}/\sigma$<0,80, тобто розрахунки кваліфікуються як задовільні, причому в половині випадків, одержане значення $\overline{S}/\sigma$<0,50, тобто розрахунки кваліфікуються як хороші.

Середні значення відхилення максимальних витрат і шарів стоку складають відповідно $\Delta Q_{\max}$=1,25% і Δy=16,1%, а середнє значення критерію ефективності методики $\overline{S}/\sigma$=0,62.

Отримані оптимальні значення параметрів і розрахункові залежності (12), (13) та (14), можна застосовувати для інших водозборів, про що свідчить перевірка моделі на незалежних матеріалах Карпатської селестокової та Закарпатської воднобалансової станціях за період з 2000 по 2002 рр. [8].

Розрахунок добових концентрацій та витрат розчинених хімічних речовин виконується за генетичними складовими річкового стоку води. Особливістю метода є те, що перед початком розрахунку необхідно розчленувати гідрограф водного стоку на поверхневу і підземну складові. Для визначення витрат контрольованої хімічної речовини, розчиненої водами підземного стоку, необхідно з відібраних за рік проб виділити ті, які взяті в період формування стоку тільки за рахунок підземного живлення, для чого використовується комплексний графік внутрішньорічної зміни стоку води та метеорологічних показників (температури повітря і опадів). Результати аналізів цих проб характеризують хронологічний розподіл концентрацій розчину речовини в підземному стоці (рис.1, 2).

Внесок у загальну витрату розчинених речовин ($R_з$) від різних видів стоку – поверхневого ($R_п$) і ґрунтового (підземного) ($R_г$), відбувається за балансовим співвідношенням:

$$R_з = R_п + R_г . \tag{15}$$

Надалі ці генетично різні види стоку розчинених речовин і загальний стік обчислюються окремо. Для цього, за даними графічного розчленовування гідрографів щоденних витрат води виділяється поверхнева і підземна складові водного стоку ($Q_п$ і $Q_г$). Значення виміряної концентрації для точок з явно вираженим підземним стоком приймаються рівними концентрації хімічної речовини в підземному стоці.

За виміряними значеннями витрат води і концентрацій заданої хімічної речовини визначаються їх середні значення $Q_{г,сер}$ і $C_{г,сер}$:

$$Q_{г,сер} = (\Sigma Q_{г,i})/n, \qquad C_{г,сер} = (\Sigma C_{г,i})/n, \tag{16}$$

де n – кількість вимірювань.

Для кожної проби обчислюються модульні коефіцієнти ($K_{Qг,i}$ та $K_{Cг,i}$):

$$K_{Qг,i} = Q_{г,i}/Q_{г,сер}, \qquad K_{Cг,i} = C_{г,i}/C_{г,сер} . \tag{17}$$

Добові значення концентрації хімічної речовини в підземному стоці води ($C_{г,j}$) обчислюються як

$$C_{г,j} = K_{Cг,j} \cdot C_{г,сер} . \tag{18}$$

Щоденні витрати підземного стоку води ($Q_{г,j}$) обчислюють аналогічно:

$$Q_{г,j} = K_{Qг,j} \cdot Q_{г,сер} . \tag{19}$$

Щоденні витрати винесення підземним стоком розчинених хімічних речовин ($R_{г,j}$) обчислюються за виразом, одержаним з рівнянь (18) і (19):

$$R_{г,j} = C_{г,j} \cdot Q_{г,j} = K_{Cг,j} \cdot K_{Qг,j} \cdot C_{г,сер} \cdot Q_{г,сер} . \tag{20}$$

Взявши для поверхневого стоку

$$R_{п,i} = R_{з,i} - R_{г,i} , \tag{21}$$

а

$$R_{n,i} = C_{n,i} \cdot Q_{n,i}\,, \tag{22}$$

одержимо

$$C_{n,i} = R_{n,i}/Q_{n,i} = (R_{з,i} - R_{т,i})/Q_{n,i}\,. \tag{23}$$

Модульні коефіцієнти в поверхневому стоці дорівнюють

$$K_{Cn,i} = C_{n,i}/C_{n,сер}\,. \tag{24}$$

Вони використовуються при інтерполяції добових значень $K_{Cn,j}$.

Добові значення концентрації в поверхневому стоці обчислюються:

$$C_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,сер}\,, \tag{25}$$

де $K_{Cn,j}$ – обчислюються за методом сплайн-інтерполяції.

Добова витрата речовин у поверхневому стоці дорівнює:

$$R_{n,j} = C_{n,j} \cdot Q_{n,j} = K_{Cn,j} \cdot C_{n,сер} \cdot (Q_{з,j} - Q_{т,j}). \tag{26}$$

Таким чином, щоденна витрата винесення розчинених хімічних речовин загальним водним стоком річки розраховується за рівнянням:

$$R_{з,j} = R_{n,j} + R_{т,j}\,. \tag{27}$$

Для уточнення розрахунків використовуються графіки зв'язку концентрацій речовин і витрат води для однорідних періодів водного режиму (межень – зимова, літня; паводки – зимові, літні; водопілля – з дощами, без дощів). Приклади таких зв'язків для підйому водопілля та літньо-осінньої межені наведено на рис. 3 та 4. Аналіз цих графіків показує відповідність одержаних зв'язків з вихідними даними. Отримані зв'язки застосовуються для відновлення значень показників хімічного складу води з використанням середньодобових витрат води на дні, які не охоплені даними хімічного аналізу річкових вод.

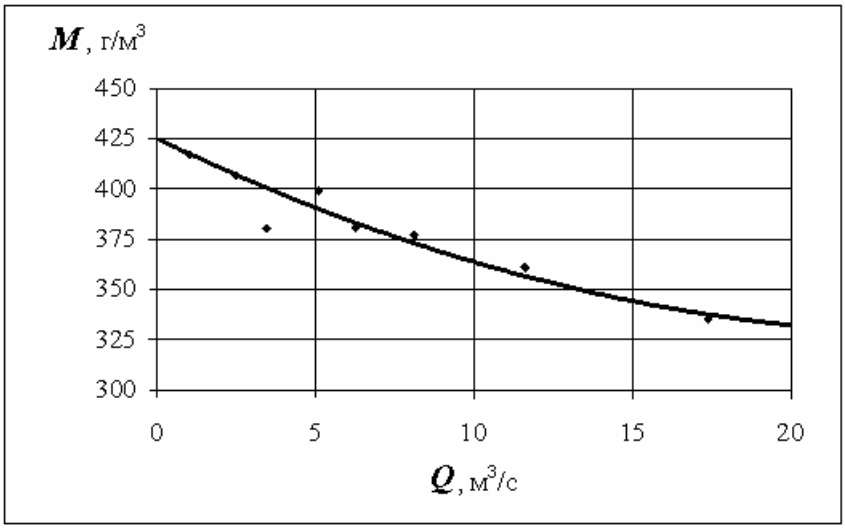


Рис. 3. **Залежність між *M* і *Q*, р. Чорна – с. Хмельницьке, на підйомі водопілля**

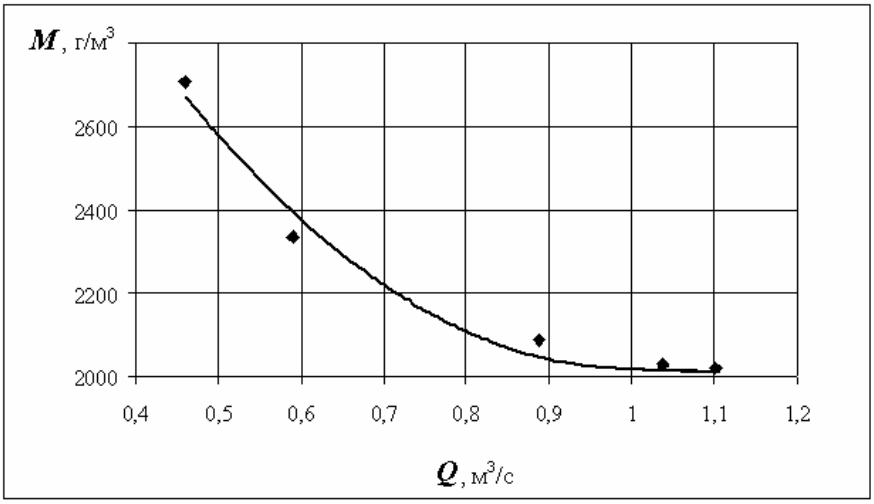


Рис. 4. **Залежність між *M* і *Q*, р. Салгір – с. Двуріччя, для літньо-осінньої межені**

Для розрахунку стоку води та виносу розчинених речовин розроблено та апробовано комп'ютерну програму "Хімсток". У програмі для графічного розчленування гідрографу стоку води та математичного опису всіх інтерполяційних графіків застосовується метод кубічної сплайн-інтерполяції перехідних коефіцієнтів добових витрат води та іонного стоку [5, 9, 10]. В результаті розрахунків за допомогою програми "Хімсток" будується комплексний графік середньодобових витрат води, температур повітря, добових сум опадів та середньодобових витрат розчинених речовин і формуються таблиці з добовими величинами.

Висновки. Аналіз проведених розрахунків показав, що їх точність для контрольних паводків і паводків, по яким проводилася оптимізація моделі схилового змиву хімічних речовин, однакова, що вказує на стійкість параметрів моделі. Зіставлення обчислених і фактичних гідрографів стоку води та витрат хімічних речовин показує, що параметри моделі вибрані задовільно, а запропонована модель враховує основні фактори формування процесу стоку. Тому модель кінематичної хвилі з встановленими оптимальними параметрами можна використовувати для розрахунків гідрографів стоку води та розчинених хімічних речовин на гірських річках Карпатського регіону та Гірського Криму. Науково-обґрунтований та апробований метод обчислення добових значень іонного стоку гірських та рівнинних річок України (Криму, Карпат, Дністра, Дніпра та ін.) враховує генетичні складові стоку води (поверхневу та підземну). Це дозволяє розрахувати концентрації та витрати окремих елементів сольового складу (кальцію, магнію, натрію, хлору, сульфатів, гідрокарбонатів та ін.) і мінералізації за різні інтервали часу (добу, декаду, місяць, рік та багаторіччя) на багатьох річках України.

Список літератури

1. Бефани Н.Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей / Н.Ф. Бефани. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 183 с. **2.** Горев Л.Н. Методика оптимизации природной среды обитания / Горев Л.М., Пелешенко В.И., Кирничный В.В. – К.: Либідь, 1992. – 528 с. **3.** Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування

якості природних вод / С.І. Сніжко. – К. : Ніка-Центр, 2001. – 264 с. **4.** Осадчий В.І. Методологічні основи дослідження чинників та процесів формування хімічного складу поверхневих вод України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геогр. наук: 11.00.07 / С.І. Сніжко. – К., 2008. – 32 с. **5.** Иваненко А.Г. Расчёт стока воды и смыва химических веществ с малых водосборов в районе юго-восточной части горного Крыма / А.Г. Іваненко, О.Н. Гриб // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2003. – Вип. 47. – С. 178-185. **6.** Гриб О.Н. Уточнение метода расчёта ежедневных расходов минеральных веществ на малых реках Крыма / О.Н. Гриб // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 511-519. **7.** Колодеев Е.И. Состав речных вод и вынос растворённых веществ с бассейна реки Прут / Е.И. Колодеев, О.Н. Гриб // Вісник ОДЕУ. – 2005. – Вип. 1. – С. 144-152. **8.** Захарова М.В. Застосування кінематичної моделі для розрахунку руслового стоку води / М.В. Захаров // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2005. – Вип. 49. – С. 469-477. **9.** Іваненко О.Г. Математичне моделювання гідроекологічних систем : навчальний посібник / О.Г. Іваненко. – Одеса : Екологія, 2007. – 144 с. **10.** Гідроекологічні проблеми регіонів України (Південно-західний регіон: басейни річок Дністра, Дунаю, Південного Бугу, річок Криму та лимани Північно-Західного Причорномор'я) : Звіт про НДР (заключний) / ОДЕУ – Одеса, 2008. – 250 с.

Методи розрахунку іонного стоку гірських та рівнинних річок і перспективи їх подальшого розвитку

Колодєєв Є.І., Гриб О.М., Захарова М.В., Яров Я.С.

У статті приводиться обгрунтування методів розрахунку іонного стоку річок України, розроблених під керівництвом професора А.Г. Іваненка.

Методы расчёта ионного стока горных и равнинных рек и перспективы их дальнейшего развития

Колодеев Е.И., Гриб О.Н., Захарова М.В., Яров Я.С.

В статье приводится обоснование методов расчёта ионного стока рек Украины, разработанных под руководством профессора А.Г. Иваненко.

The methods of calculation of ionic flow from the mountain and flat rivers and prospect of further development

Kolodeev E.I., Grib O.N., Zakharova M.V., Yarov Y.S.

Scientific and methodical approaches by A.G. Ivanenko of further development in relation to the calculation of ionic flow by the rivers of Ukraine are devoted in this article.

УДК 556.56.3/.4

ВЕРТИКАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛ ГУМУСОВИХ РЕЧОВИН У ДОННИХ ВІДКЛАДАХ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ

Осадча Н.М., Білецька С.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *донні відклади, гумінові кислоти, фульвокислоти*

Вступ. Гумусові речовини (ГР) є однією з основних ланок функціонування екологічних систем [20]. Вони відіграють основну роль у геохімічному циклі вуглецю і є найбільш термодинамічно стійкою формою збереження органічних речовин у біосфері.

Вперше ГР були виділені із ґрунтів більше 200 років назад і за весь період їх дослідження, що був сконцентрований переважно в області ґрунтознавства та хімії гумусу, вченими різних країн були отримані вагомі результати.

Відомості про вміст гумусових речовин у поверхневих водах до цього часу залишаються надзвичайно обмеженими, хоч достеменно встановлено, що ГР відіграють виняткову роль при формуванні гідрохімічної обстановки водних об'єктів, мають властивості регулятора окисно-відновної обстановки, чинять значний вплив на цикли біогенних елементів, стан карбонатної системи, міграційну здатність важких металів, органічних мікрополютантів та ін. [11, 12, 14, 24–26].

ГР відносяться до стійких органічних речовин, за визначенням Д.С.Орлова це – «перша стійка форма органічних сполук вуглецю поза живими організмами» [15], вік яких у ґрунтах може досягати сотень і тисяч років [1, 10, 25, 26]. Частина з них у вигляді твердих наносів або розчинених сполук потрапляє у водні об'єкти. За характерних для більшої частини річкових і озерних екосистем України фізико-хімічних умов водного середовища перерозподіл й трансформація завислих речовин відбувається у напрямку вода – донні відклади (ДВ), які слугують депонуючою системою поверхневих вод, накопичуючи у своєму складі характерні для водної фази елементи. Оскільки склад донних відкладів мало залежить від сезонних коливань, вони надійно відображають хімічний стан водних систем [6]. Це дозволяє використовувати ГР донних відкладів у якості маркера для вивчення темпів осадонакопичення, процесів формування хімічного складу замкнених водних систем та реконструкції їх забруднення. Такі дані будуть інформативними при вивченні кліматичних змін.

Метою даної роботи було дослідження вмісту ГР та їх вертикальний розподіл у донних відкладах водосховищ дніпровського каскаду.

Вперше широкі дослідження компонентного складу органічних речовин дніпровської водної системи виконані в 70-ті роки минулого сторіччя [2, 5]. Показано, що серед різних груп органічних речовин у водах Дніпра домінують гумусові речовини, вміст яких за $C_{орг}$ у водах Київського водосховища сягає 50-85 %. Нами також було виконано цикл робіт, що висвітлювали вміст ГР у водосховищах дніпровського каскаду та водах найбільшої притоки Дніпра - Прип'яті [16–19].

Гумусові речовини становлять групу високомолекулярних сполук, які утворюються в ґрунтових або водних екосистемах шляхом гуміфікації органічних решток внаслідок складних біохімічних процесів за участі мікроорганізмів.

За розмірами молекул, особливостями будови та властивостями вони не є індивідуальними речовинами, не мають постійного складу та хімічної формули і являють собою складні гетерогенні суміші високомолекулярних біохімічно стійких сполук із властивостями слабких кислот. На засадах запропонованого І.В. Тюріним [22] фракційно-

ґрупового аналізу із визначення розчинності, гумусові речовини систематизовані у групи гумінових кислот (ГК), фульвокислот (ФК) та гумінів. Не дивлячись на те, що така штучна хімічна класифікація за розчинністю ніколи не реалізується у природі, розділення на ГК і ФК широко застосовується при вивченні гумусу.

До гумінових кислот відносять речовини, які розчиняються у слабких лугах і коагулюють при підкисленні розчину. Гумінові кислоти мають темно-коричневе або чорне забарвлення і характеризуються високою біологічною стійкістю. Вони надають ґрунтам темного кольору навіть при незначному вмісті гумусу. Через погану розчинність у воді ГК накопичуються у верхньому шарі ґрунту і, таким чином, формують гумусний горизонт.

Фульвокислоти мають жовте забарвлення і добре розчиняються у воді. В умовах, де переважає синтез фульвокислот, ґрунти, як правило, бідні на гумус. Крім того, ФК здатні руйнувати мінеральну частину ґрунту, здійснюючи хімічне вивітрювання, що спричинено сильнокислою реакцією ФК, високою ємністю обміну ґрунту тощо.

За сучасними уявленнями ГК і ФК мають загальний принцип будови. В основі їх молекули знаходиться ароматичне ядро, з яким пов’язані периферійні аліфатичні ланцюги. Індивідуальні відмінності полягають переважно у співвідношенні ароматичних і аліфатичних структур, та у різному вмісті функціональних груп. Відомо, що у складі ГК співвідношення ароматичного і аліфатичного вуглецю вище порівняно із ФК [12, 20].

За даними інфрачервоної спектроскопії до складу ГР входить велика кількість карбоксильних, фенолгідроксильних, карбонільних, амінних, катехольних, хінонних та ін. груп, які у молекулі розподілені вкрай нерівномірно. ФК мають більшу кількість функціональних груп, унаслідок чого мають вищу рухомість і реакційну здатність [15].

ГР – амфотерні сполуки і залежно від pH, за рахунок прийняття або віддачі електрону, вони набувають кислотних або лужних властивостей, що обумовлює буферну здатність грунтів.

Елементний склад гумусових речовин представлено у табл.1.

Таблиця 1. **Елементний склад та деякі властивості гумусових речовин**

Елементний склад (%)	Гумінові кислоти	Фульвокислоти
C	52 – 62	44 – 49
H	3 – 5,5	3,5 – 5,0
O	30 – 33	44 – 49
N	3,5 – 5,0	2,5 – 4,0
Концентрація іонів водню, *pH*	3,0 – 3,5	2,5 – 3,0
Ємність обміну ґрунтів (мг – екв/г)	300 – 400	600 – 700

Однією з важливих механічних характеристик, що впливає на стан і динаміку гумусових речовин у навколишньому середовищі, є розмір їх часток. Результати, отримані методом електронної мікроскопії, показали,

що зазначені речовини є сфероколоїдами, здатними об‘єднуватися у ланцюги за рахунок водневих зв’язків [1, 10, 23].

ГК є гетерогенними речовинами, до складу яких входять як високо- так і низькомолекулярні сполуки. Ефективні значення молекулярних мас ГК знаходяться у діапазоні від декількох сотень до кількох тисяч Да. ФК більш гомогенні, а їх молекулярна маса не перевищує 1–1,5 тис. Да.

Полідисперсність гумусових речовин виявляє значну просторову варіабельність, а також змінюється по ґрунтовому профілю і залежить від типу ґрунту. Встановлена закономірність зміни ступеню полідисперсності ґрунтів зонального ряду. З півночі на південь зі зменшенням кількості опадів і підвищенням середньодобової температури і вниз по вертикальному профілю ґрунту зі зростанням мінеральної частки гірської породи, молекулярна дисперсність та агрегація ГР поступово збільшується, відповідно зростає молекулярна маса останніх.

Сезонна мінливість не порушує характерного для кожного типу ґрунтів набору фракцій ГР різної дисперсності, а впливає, головним чином, на межі коливань вмісту кожної із них.

Експериментальна частина. Проби донних відкладів відібрані під час проведення експедиційного дослідження водосховищ дніпровського каскаду у 2004 р. на науковому судні УкрНДГМІ «Георгій Готовчиць». Відбір проб виконували за допомогою пробовідбірної системи АД-3 з глибини 10 – 18 м. Колонки довжиною 23 – 27 см пошарово розділені для наступного аналізу з інтервалом 1 см і зберігалися у морозильній камері при Т=-18°С. Після висушування у кожному шарі визначали вміст гумінових та фульвокислот [13].

Результати та їх обговорення. ***Вміст ГР у донних відкладах.*** Виходячи з того, що донні відклади є хронологічним утворенням, і кожний шар відповідає певному проміжку часу, нами було визначено середній вміст досліджуваних речовин за багаторічний період, що відповідає близько 30 см шару донних відкладів. На основі отриманих результатів обчислено статистичні характеристики (мінімальні, максимальні та середні значення, дисперсію) (табл. 2).

Таблиця 2. **Вміст гумусових речовин у донних відкладах дніпровських водосховищ**

Водосховище	ГК, г· кг$^{-1}$ с.в.				ФК г· кг$^{-1}$ с.в.			
	Мінімум	Максимум	Середнє	Дисперсія	Мінімум	Максимум	Середнє	Дисперсія
Київське	2,5	6,2	4,4	1,0	4,0	13,0	7,2	6,0
Канівське	0,7	1,7	1,2	0,1	0,9	2,9	2,0	0,3
Кременчуцьке	0,4	2,0	1,0	0,2	0,5	4,0	1,9	1,2
Дніпродзержинське	1,0	3,9	2,1	0,8	1,5	3,1	2,4	0,2
Дніпровське	1,0	2,1	1,5	0,1	0,2	3,1	1,9	0,3
Каховське	0,1	1,5	0,8	0,2	0,08	2,0	0,9	0,4

Вміст ГК та ФК у донних відкладах дніпровських водосховищ визначається значною мінливістю, найбільші концентрації, як середні так і граничні (мінімальні, максимальні) спостерігалися у головному Київському водосховищі, а найменші – у замикаючому Каховському водосховищі. Абсолютна різниця між мінімальними і максимальними показниками також зменшується по лінії Київське – Каховське водосховище.

Зміна середніх концентрацій ГК та ФК у донних відкладах по поздовжній лінії дніпровського каскаду ілюструється рис.1 і, на нашу думку, носить закономірний характер. Як уже зазначалося, максимальні концентрації спостерігаються у Київському водосховищі, яке приймає води р. Прип’ять. Річка Прип'ять є однією найбільших приток Дніпра, а її води формують близько 27% водного стоку дніпровської водної системи і впливають на гідрохімічний режим усього каскаду водосховищ [5, 8, 9]. Виконані нами раніше дослідження показали, що вміст ГР у водах р. Прип’яті є підвищеним стосовно зональних показників. Характерною рисою басейну Прип'яті є висока заболоченість (20–30 %), значне розповсюдження торфово-болотних ґрунтів [5, 9], що є основною причиною надходження до каскаду дніпровських водосховищ органічних речовин гумусової природи.

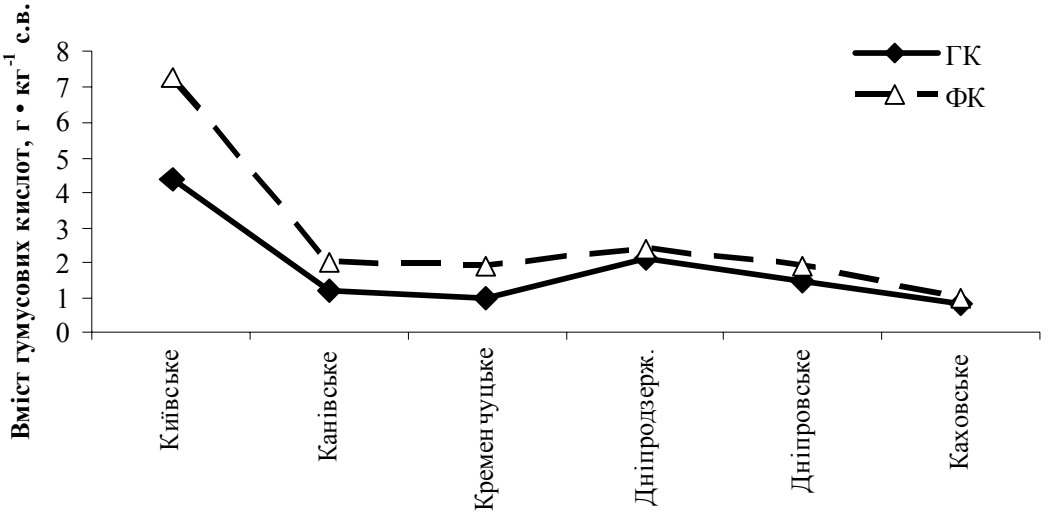


Рис. 1. **Зміна середнього вмісту гумусових речовин (ГК і ФК) у донних відкладах водосховищ дніпровського каскаду (2004 р.)**

Після надходження вод з високим вмістом розчиненого гумусу у притоки вищого порядку, озеро чи водосховище спостерігається зсув фазової рівноваги і активне виведення ГР у донні відклади [3, 4]. Так, при дослідженні перебігу водопілля у гирловій частині Прип’яті та Київському водосховищі нами відзначалося, що концентрації розчинених форм ГР від часу їх надходження у Київське водосховище (створ м. Чорнобиль) та після добігання до нижньої частини водосховища (створ м. Вишгород) зменшувались у середньому на 0,2 – 0,5 мг/дм^3 для ГК та 5–12 мг/дм^3 для ФК. Аналогічна тенденція характерна і для завислих форм ГР. Встановлено [7], що не більше 5% прип’ятських і дніпровських наносів

глинистої розмірності можуть транзитом проходити Київське водосховище. Зазначені причини призводять до значного зменшення вмісту ГР у ДВ наступного, Канівського водосховища.

Гідрологічною особливістю дніпровського каскаду є значне зменшення бічної приточності у південному напрямку. У середній і нижній частині каскаду стік приток становить 15% і 1% відповідно. А середній вміст ГР у гирлових частинах вказаних приток менший порівняно із водами водосховищ– приймальників [17]. Враховуючи зазначені обставини, стік ГР, що надійшов із водами Прип'яті у головне водосховище, мав би перерозподілятися уздовж каскаду із поступовим зменшенням концентрацій ГР. Однак, на рис. 1 видно зростання середнього вмісту ГР у ДВ Дніпродзержинського водосховища. На нашу думку, це пояснюється природою ГР водойм замкнутого типу. Численними дослідженнями показано, що ГР мають як алохтонну, так і автохтонну природу [24-26]. У першому випадку ГР вимиваються з ґрунтового профілю і дренуються з током води у русла річок, а в другому – утворюються безпосередньо у водоймах внаслідок прижиттєвих виділень гідробіонтів.

Води Кременчуцького водосховища є найбільш продуктивними у дніпровському каскаді [21], внаслідок чого тут утворюється значна частина водяного (планктонного) гумусу, що активно виводиться із водного середовища у наступному Дніпродзержинському водосховищі. Нижче цього водосховища вміст ГР у ДВ поступово зменшується, досягаючи у Каховському водосховищі найменших значень.

Аналогічно до середніх величин змінюються і мінімальні концентрації ГР, а от для максимальних ця тенденція має інший характер. Ймовірно, що при високому вмісті гумусу у водах Прип'яті, він не встигає виводитись у Київському водосховищі, тому максимальні потоки речовини у системі «вода – донні відклади» спостерігаються нижче: для ФК - у Канівському водосховищі, а для ГК – у Кременчуцькому.

Співвідношення гумінових і фульвокислот у донних відкладах. Різні екосистеми характеризуються істотними відмінностями у співвідношенні основних фракцій ГР. У ґрунтовому покриві, як це показано у численних дослідженнях, вміст ГК значно переважає над ФК [1, 10, 15, 24]. Згідно отриманих нами даних ґрунтовому профілі заплави Прип'яті (Н=30 см) вміст ГК у 2 – 6 разів перевищує вміст ФК. В той же час у водах Прип'яті співвідношення основних фракцій ГР має протилежний характер – концентрації ФК у 15 – 20 разів перевищують концентрації ГК, що пояснюється значно більшою розчинністю перших. У донних відкладах водосховищ спостерігається також перевищення вмісту ФК, проте співвідношення основних фракцій ГР значно вужче порівняно з водою і становить ГК : ФК=1 : 1,1 – : 1,9.

Наведені результати можуть слугувати доказом переважного виведення із фази розчину саме більш високомолекулярної фракції ГР – ГК, а ФК більш схильні до міграції у розчиненому стані. Характерно, що у

верхніх трьох водосховищах – Київському, Канівському та Кременчуцькому, співвідношення основних фракцій ГР ширше і змінюється у межах ГК : ФК = 1 : 1,6 – 1 : 1,9. У водосховищах, розташованих нижче, де загальний вміст ГР знижується, співвідношення ГК і ФК практично рівне.

У роботах Д.С.Орлова сформульовано основні функції ГР, які вони виконують у біосфері [14, 15]. Не дивлячись на подібність будови, роль окремих фракцій ГР значно відрізняється. Акумулятивна функція, що полягає у накопиченні необхідних для розвитку живих організмів хімічних елементів і енергії переважно забезпечується ГК, вік яких часто досягає сотень і тисяч років. Транспортна функція, що визначає формування геохімічних потоків ГР у геосфері, більше властива ФК.

Оцінка співвідношення основних фракцій ГР у ДВ дніпровських водосховищах показала, що вищезазначені функції ГР підтримуються й у водних системах. ГК схильні до швидкого виведення із водного середовища і накопичення у ДВ, а більш розчинні ФК продовжують залишатися у фазі розчину і мігрують у нижню частину каскаду.

Надходження ГР у донні відклади забезпечується за рахунок осадження твердих наносів, що надходять із поверхні водозбору. Якщо у водах Прип'яті відносний вміст $ГК_{зав}$ і $ФК_{зав}$ становить відповідно 33% та 16%, то у водах Київського водосховища цей показник знижується до 24,7% для $ГК_{зав}$, а для $ФК_{зав}$ практично не змінюється. У нижче розташованих водосховищах відносний вміст завислої форми ГР значно менший і коливається для $ГК_{зав}$ у межах 3,8 – 6,6%, для $ФК_{зав}$ 2,0 – 3,1%.

Іншим шляхом надходження ГР у ДВ є їх флокуляція внаслідок агрегатної нестійкості та самовільного процесу конформації молекул з наступним їх депонуванням. Розчинність ГР зв'язана з існуванням розвинутої сольватної оболонки навколо макромолекули. Негативно заряджені функціональні групи відштовхуються, і молекула зберігає витягнуту конфігурацію, що відповідає розчиненому стану. На думку [10] ГК є найбільш агрегатно нестійкою фракцією ГР. Основними чинниками агрегатної нестійкості ГР є іонна сила розчину, pH та концентрація основної речовини [25, 26]. Існують дані про вплив на надмолекулярні структури ГР температури середовища [12]. При порушенні агрегатної стійкості ГК нами також відмічалося співосадження ФК [17].

Для ДВ усіх дніпровських водосховищ відзначається пряма залежність між вмістом ГК і ФК, проте тіснота цього зв'язку істотно відрізняється. Для Київського, Канівського, Кременчуцького та Каховського водосховищ цей зв'язок є тісним (кореляція достовірна при $r>0,50$ ($p<0,01$), а от у Дніпродзержинському та Дніпровському такого зв'язку не встановлено.

На основі отриманих даних можна зробити висновок, що Київське водосховище є своєрідним геохімічним бар'єром і відіграє основну роль у перехопленні стоку гумусових речовин та зв'язаних з ними токсикантів,

що надходять з території водозбору верхнього Дніпра і Прип'яті, з наступним їх захороненням у донних відкладах.

Вертикальний розподіл ГР у донних відкладах.

Київське водосховище. Колонка довжиною 23 см відібрана у нижній частині Київського водосховища, в районі старого русла Дніпра на глибині 8 м. Донні відклади переважно складені глинистими муловими частками із середнім вмістом органічної речовини 20%. Нижче 20 см відклади складаються із мулу піщаного з вмістом органічної речовини 10%. Підошви колонки, що складається піщаними русловими відкладами, досягнуто не було.

Вміст гумусових речовин по глибині розподілений вкрай нерівномірно (рис. 2).

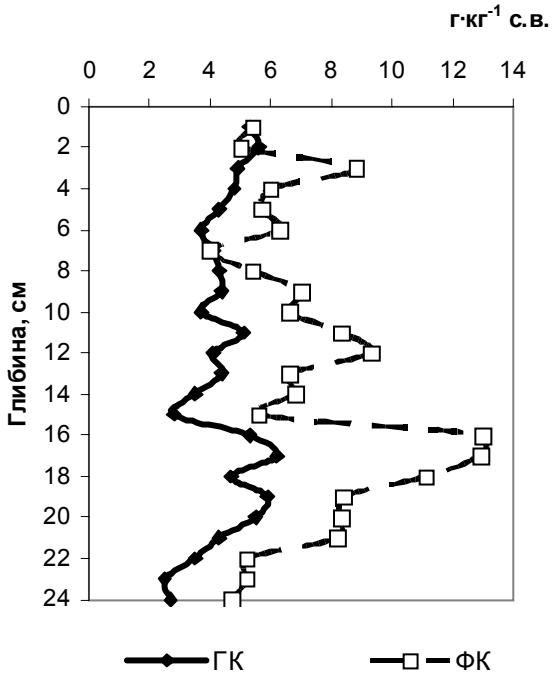


Рис.2. **Вертикальний розподіл гумусових речовин по глибині донних відкладів Київського водосховища**

Різниця між мінімальними й максимальними значеннями концентрацій ГР становила для ГК – 2,5 разу, а ФК – 3,3 разу. У водах Прип'яті, що живлять Київське водосховище, вміст завислих форм ГК становить у середньому 32%, досягаючи у водопілля 60%. Для ФК завислі форми не перевищують у середньому 15%, зростаючи під час водопілля удвічі.

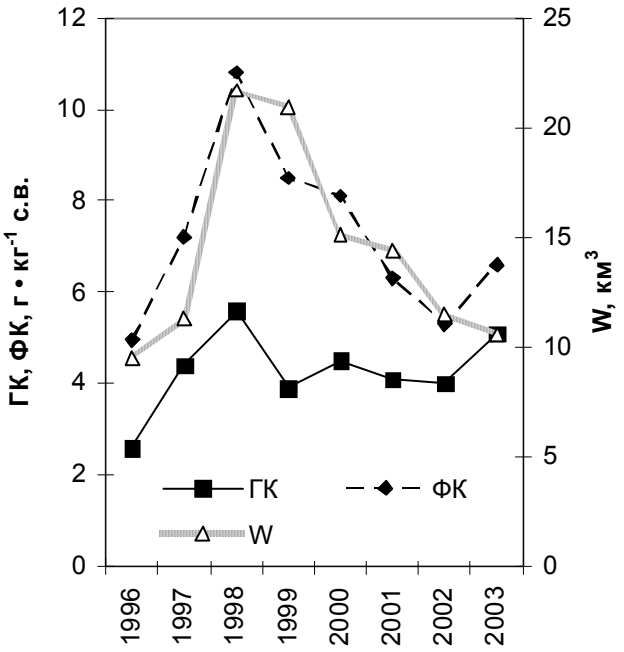
Максимальні концентрації досліджуваних речовин відзначено на глибині 15-17 см. Як нами було показано раніше [16, 18, 19], максимальний стік гумусових речовин спостерігався у багатоводному 1998 р., коли водність р. Прип'ять досягла 21,7 км^3. Очевидним є й те, що у цей час спостерігалася й найбільша кількість завислих наносів. Відповідно до цього нами була реконструйована хронологія утворення донних відкладів (табл.3).

Таблиця 3. **Середній вміст гумусових речовин (ГК та ФК) у донних відкладах Київського водосховища – на основі реконструкції колонки донних відкладів**

Рік	ГК, г·кг$^{-1}$	ФК, г·кг$^{-1}$	W, км^3
1996	2,6	4,95	9,48
1997	4,4	7,2	11,28
1998	5,6	10,8	21,7
1999	3,9	8,5	20,9
2000	4,5	8,1	15,1
2001	4,1	6,3	14,4
2002	4,0	5,3	11,5

Отримані результати свідчать про переважний вплив об'єму водного стоку на формування запасів ГР у донних відкладах, що виражається у синхронному збільшенні вмісту ГР у ДВ Київського водосховища та водності Прип'яті (рис.3) Аналогічний висновок нами було отримано для розчиненої фази ГР [16, 19]. ·

Вертикальний розподіл гумусових речовин по глибині ДВ інших водосховищ Дніпра наведно на рис.4.



В цілому видно, що вплив водності на формування запасів ГР у донних відкладах простежується до Кременчуцького водосховища. Нижче, на нашу думку, більш значним є вплив внутріводоймових процесів.

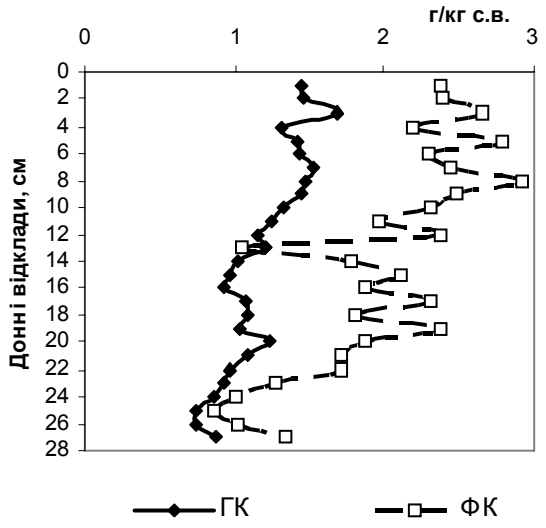
Рис.3. **Сумісний хід вмісту гумусових речовин (ГК і ФК) у донних відкладах Київського водосховища і водного стоку р.Прип'ять (на основі вертикального розподілу ГР у донних відкладах Київського водосховища).**

Висновки. Вперше отримали результати про кількісний вміст та розподіл гумусових речовин – гумінових і фульвокислот у донних відкладах дніпровських водосховищ. Середні концентрації вказаних речовин зменшуються від головного Київського до замикаючого Каховського водосховища, набуваючи значень у Київському водосховищі – ГК 4,4 г·кг$^{-1}$; ФК 7,2 г·кг$^{-1}$ і у Каховському водосховищі – ГК 0,8 г·кг$^{-1}$; ФК 1,0 г·кг$^{-1}$.

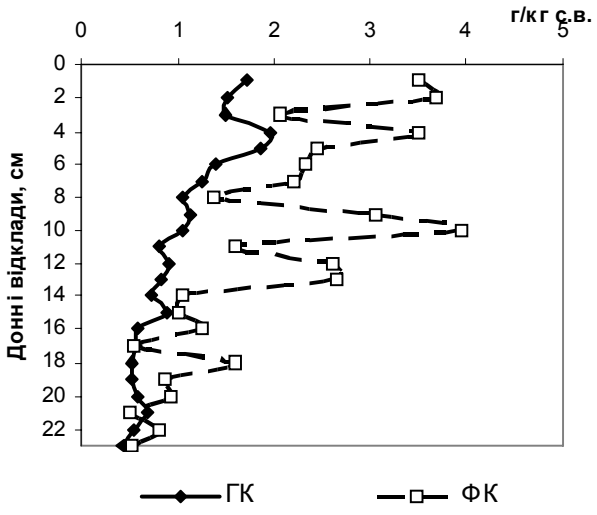
Київське водосховище є своєрідним геохімічним бар'єром і відіграє основну роль у перехопленні стоку гумусових речовин і зв'язаних з ними токсикантів, що надходять з території водозбору верхнього Дніпра і Прип'яті, з наступним захороненням їх у донних відкладах.

Встановлено, що у складі донних відкладів, на відміну від ґрунтового покриву, переважають фульвокислоти. Аналогічна закономірність характерна й для розчинених форм гумусових речовин, а співвідношення ГК і ФК у донних відкладах є значно вужчим порівняно з розчиненими формами і становить ГК : ФК = 1 : 1,1 – 1 : 1,9.

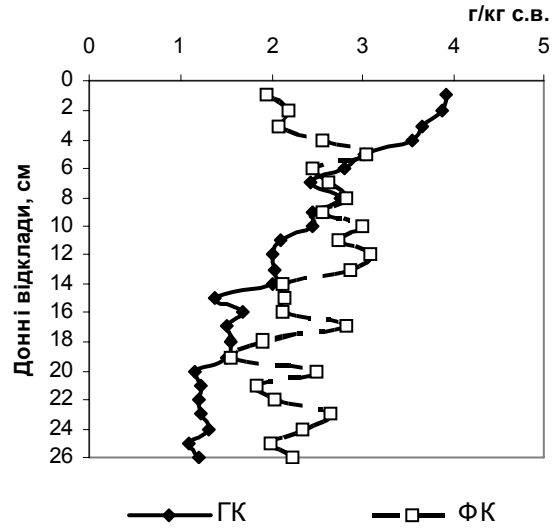
Оцінка співвідношення основних фракцій ГР у ДВ дніпровських водосховищах показала, що функції ГР притаманні ГК і ФК у ґрунтовому покриві, відповідно акумулятивна і транспортна, підтримуються й у водних екосистемах.



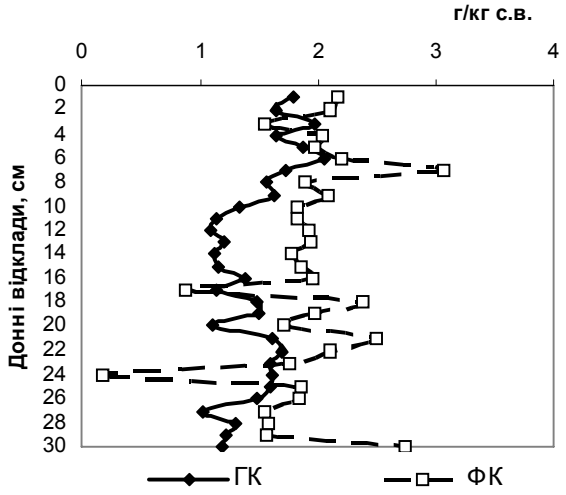
А



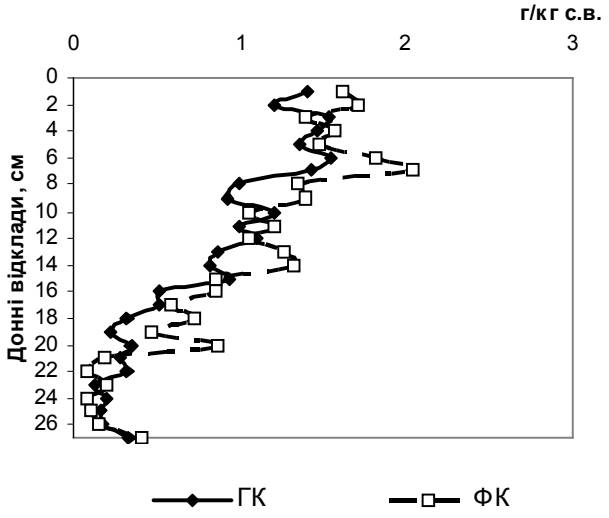
Б



В



Г



Д

Рис. 4. **Вертикальний розподіл гумусових речовин (ГК та ФК) у донних відкладах дніпровських водосховищ:**

А – Канівське вдсх.;
Б – Кременчуцьке вдсх.;
В – Дніпродзержинське вдсх.;
Г – Дніпровське вдсх.;
Д – Каховське вдсх.

Вертикальний розподіл ГР у колонках донних відкладів відображає хронологію їх надходження і тісно пов'язаний із водним стоком.

Отримані результати показали, що запропонований підхід може бути використаний для вивчення темпів осадонакопичення, процесів формування хімічного складу замкнених водних систем, реконструкції їх забруднення та кліматичних змін.

Список літератури

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – Л. : Наука, ЛО, 1980. – 273 с. **2.** Гидрология и гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притоков / А.М. Алмазов, А.И. Денисова, Ю.Г. Майстренко, Е.П. Нахшина. – К. : Наук. думка, 1967. – 316 с. **3.** Воронков П. П. Гидрохимическая характеристика цветности поверхностных вод /П.П. Воронков, О.К. Соколова // Тр. ГГИ. – 1953. – Вып. 37 (91). – С. 95-137. **4.** Воронков П. П. Сезонные изменения состава гумусовых веществ в водах карельского перешейка / П.П. Воронков, О. К. Соколова // Тр. ГГИ. – 1951. – Вып. 33 (87). – С.146-167. **5.** Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ /А.И.Денисова и др. – К.: Наук.думка, 1989. – 212 с. **6.** Донные отложения водохранилищ и их влияние на качество воды / А.И.Денисова, Е.П. Нахшина, Б.И. Новиков, А.К. Рябов. – К.: Наук. думка, 1987. –164 с. **7.** Канивец В.В. Анализ основных тенденций развития радиационной остановки в днепровской водной системе после Чернобыльской аварии / В.В.Канивец // Вестник ААН. – 1996. – №4. – С.39-48. **8.** Каскад днепровских водохранилищ /Под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометеоиздат, 1976. – 347 с. **9.** Киевское водохранилище /Под ред. Я.Я. Цееба и Ю.Г. Майстренко. – К.: Наук.думка, 1972. – 460 с. **10.** Кононова М.М. Органическое вещество почвы / М.М. Кононова. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 266 с. **11.** Линник П.Н. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем (обзор) / П.Н.Линник, Т.А. Васильчик, Р.П. Линник // Гидробиол. журн. – 2004. – 40, № 1. – С. 81–107. **12.** Лиштван И.И. Физико-химическая механика гуминовых веществ / И. И. Лиштван, Н. Н. Круглицкий, В. И. Третинник. – Минск : Наука и техника, 1976. - 263с. **13.** Аналітична хімія поверхневих вод / Б.Й.Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К.: Наук. думка, 2007. – 455 с. **14.** Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере / Д.С.Орлов //Соросовский образовательный журнал. – 1997, №2. – С.53-63. **15.** Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации/ Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с. **16.** Осадча Н.М. Стік розчинених гумусових речовин з басейну Прип'яті: розрахунок, чинники, річний розподіл/ Н.М.Осадча, В.І.Осадчий // Укр. географ. журнал. – 2002, №1. – С.51-57. **17.** Осадчая Н.Н. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ /Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Труды УкрНИИГМИ. – 1999. – Вып. 247. – С.189-201. **18.** Осадчая Н.Н. К вопросу о загрязнении вод Днепровского каскада органическими веществами / Н.Н.Осадчая, В.И.Осадчий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002, №5. Спец. выпуск. – С.250-253. **19.** Осадчая Н.Н. Оценка выноса растворенных органических веществ гумусовой природы со стоком р. Припять /Н.Н.Осадчая, В.И.Осадчий // Труды УкрНИИГМИ. – 2001. – Вып. 249. – С.161-177. **20.** Попов А.И. Гуминовые вещества. Свойства, строение, образование / Попов А. И. - СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. – 248 с. **21.** Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ/ А.Д.Приймаченко. – К. : Наук. думка, 1981. – 278 с. **22**. Тюрин И. В. Вопросы генезиса и плодородия почв / И.В.Тюрин – М. : Наука, 1966. – 326 с. **23**. Ghost K. Macromolecular structures of humic substances/ K.Ghost, M.Schnitzer // Soil Scienses. – 1980. – V.129, N5. – P.266-276. **24.** Humic substances in soil, sediment and water: Geochemistry, Isolation, and Characterization / Ed. By G.R.Aiken et all. – NY: John Willey, 1985. –692 p. **25.** Stevenson F. J. Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions / F. J.

Sterenson - 2nd Edition. – New York : John Willey, 1994. – 512 p. **26.** Tan K. H. Humic matter in Soil and the Environment. Principles and Controversies / K. H. Tan. - NY, Basel : Marcel Dekker, 1998. - 521 p.-

Вертикальний розподіл гумусових речовин у донних відкладах дніпровських водосховищах

Осадча Н.М., Білецька С.В.

Досліджено кількісний вміст і вертикальний розподіл гумусових речовин – гумінових і фульвокислот у донних відкладах дніпровських водосховищ. Показано, що середні концентрації гумусових речовин зменшуються від Київського до Каховського водосховища. Встановлено, що Київське водосховище відіграє основну роль у перехваті стоку гумусових речовин, що надходять з території водозбору верхнього Дніпра і Прип'яті, з наступним депонуванням їх в донних відкладах.

Вертикальное распределение гумусовых веществ в донных отложениях днепровских водохранилищ

Осадчая Н.Н., Билецкая С.В.

Исследовано количественное содержание и вертикальное распределение гумусовых веществ – гуминовых и фульвокислот в донных отложениях днепровских водохранилищ. Показано, что средние концентрации гумусовых веществ уменьшаются от Киевского до Каховского водохранилища. Установлено, что Киевское водохранилище играет основную роль в перехвате стока гумусовых веществ, поступающих с территории водосбора верхнего Днепра и Припяти, с последующим депонированием их в донных отложениях.

Vertical distribution of humic acids in the sediments of Dnipro reservoirs

Osadcha N., Bilets'ka S.

The content and vertical distribution of humic substances – humic and fulvic acids in sediments of Dnipro reservoirs is investigated. It is shown, that average concentration of humic substances decrease from the Kyyivske to the Kahovske reservoir. It has been established, that Kyyivske reservoir plays the basic role in capture of upper Dnipro and Pripyat humic discharge and later deposits it in sediments

УДК 556.56.3.4

ОСОБЛИВОСТІ НАДХОДЖЕННЯ ГУМУСОВИХ РЕЧОВИН З ПОВЕРХНІ ВОДОЗБОРУ

Осадча Н.М., Білецька С.В., Саливон-Пєскова В.Я., Литвин М.Ю.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Ключові слова: *гумінові кислоти, фульвокислоти, гумус, стік гумусових речовин, водозбір*

Вступ. Роль ґрунтового покриву у формуванні хімічного складу поверхневих вод відзначалася ще у роботах В.І. Вернадського [3], Б.Б. Полинова [12], який, зокрема, відзначав, що живлення річок розчиненими речовинами прямо залежить від процесів утворення, розвитку і режиму ґрунтів.

Головним і найбільш реакційно-активним компонентом ґрунтового профілю є гумус, який впливає на широкий спектр процесів у зоні гіпергенезу.

Гумус є об'єктом постійної взаємодії великого й малого геохімічного кругообігів речовин [15, 16]. Згідно з концепцією М.А. Глазовської стосовно ландшафтно-геохімічних систем, обмін речовин реалізується у формі міграційних потоків, які складаються із речовини-носія та геохімічного навантаження, тобто тих речовин, що визначають специфіку потоку [4]. У наших попередніх роботах було показано залежність надходження гумусових речовин (ГР) у річки від гідрологічних показників [8-11], проте параметрів масообміну до цього часу не встановлено.

З огляду на вищесказане основним завданням даної роботи було дослідження особливостей та визначення основних параметрів міграційних потоків гумусових речовин з поверхні ґрунту.

Експериментальна частина. Експериментальні роботи проведено на стоковій ділянці, розміщеній у басейні р. Рось на території Богуславської експериментальної бази УкрНДГМІ. Площадка загальною площею 400 $м^2$ обладнана системою для збору поверхневого стоку та підповерхневого стоку на глибину промочування 10 см. Місткість водовимірювального баку становить 414 л, об'єм стоку визначали за крюковою рейкою.

Ґрунтовий покрив ділянки складений сірими лісовими ґрунтами, а поверхня вкрита різнотрав'ям. Протягом холодного періоду року на ділянці накопичили сніговий покрив заввишки 11 см із запасами вологи 37,2 мм. Після підвищення температури повітря утворився водний стік, який збирали в безперервному режимі й аналізували на вміст розчинених гумусових речовин (гумінових (ГК) та фульвокислот (ФК) за методиками, викладеними у [6].

Результати та їх обговорення. Результати експериментального дослідження виносу гумусових речовин на стоковій ділянціці, що спостерігався протягом однієї доби, представлено на рис. 1.

Як показали результати вимірювання, концентрації розчинених у воді ГК і ФК істотно відрізняються. Вміст розчинених ФК змінювався в межах 1,6 – 6,6 мг/$дм^3$, а ГК був значно меншим – 0,2 – 1,4 мг/$дм^3$. Динаміка зміни витрат води мала куполоподібний характер, а концентрації розчинених у воді ГК і ФК не повторювали її ходу. На етапі збільшення витрат води зростали й концентрації ГР, а між указаними параметрами спостерігався тісний кореляційний зв'язок. Концентрації ГР швидко зростали вже в разі початкового збільшення витрат води, практично досягаючи рівноважного розподілу. Подальше збільшення витрат істотно на вміст ГР не впливало. На етапі спаду витрат води концентрації ГР, навпаки, збільшувалися. На нашу думку, це явище пояснюється надходженням стокових вод із віддалених ділянок водозбірної площі.

Внаслідок більш тривалого контакту з ґрунтом вони більшою мірою збагачуються розчиненими ГР.

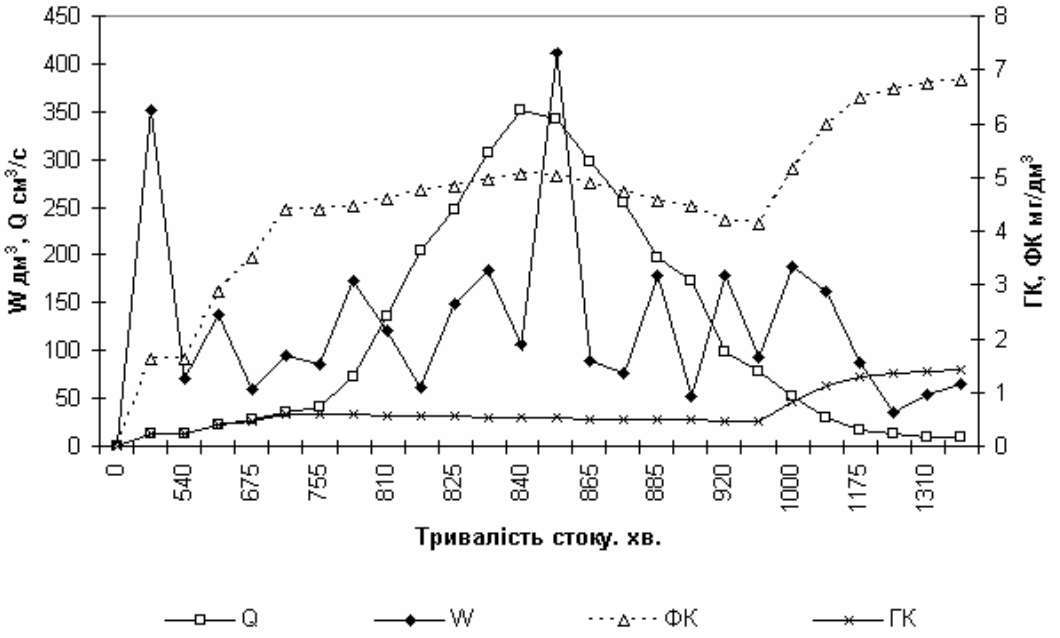


Рис.1. **Витрати води, об'єм водного стоку та концентрації гумінових і фульвокислот під час перебігу стоку на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.**

Як відомо, ГК і ФК значно відрізняються за своєю розчинністю. Якщо перші розчинні переважно в лугах, то ФК добре розчиняються у всьому діапазоні pH природних вод. Саме ФК є найбільш рухливою розчинною частиною ГР, і процес їх вимивання із ґрунтів атмосферними опадами, на думку [1, 2], є визначальним для формування складу органічних речовин поверхневих вод. Це зумовлено більш низькими молекулярними масами ФК та високим умістом у їх структурі карбоксильних і фенольних оксигруп. Незважаючи на те, що ГК відносяться до малорозчинних сполук, однак у розбавлених розчинах та за умов незначної іонної сили слабко конденсовані ГК також можуть легко розчинятися [7].

Як показали отримані нами результати (рис. 1), ГК і ФК значно відрізняються за кінетикою розчинення. Для дослідження цього процесу нами додатково були проведені лабораторні експерименти, які показали, що перехід ФК у розчин спостерігався практично одразу після контакту з водою і тривав до настання рівноваги, а швидкість розчинення ГК мала уповільнений характер, їх розчинені форми з'являлись у воді лише на 4-ту добу (рис. 2). Властивості води як гарного розчинника визначається наявністю великого дипольного моменту, що надає їй іонізуючої здатності. Фактично процес розчинення залежить від співвідношення між силами, що утримують молекули або іони у твердому стані, і сольватуючою здатністю води. ГК, як більш ароматизовані, мають переважно гідрофобні властивості [5].

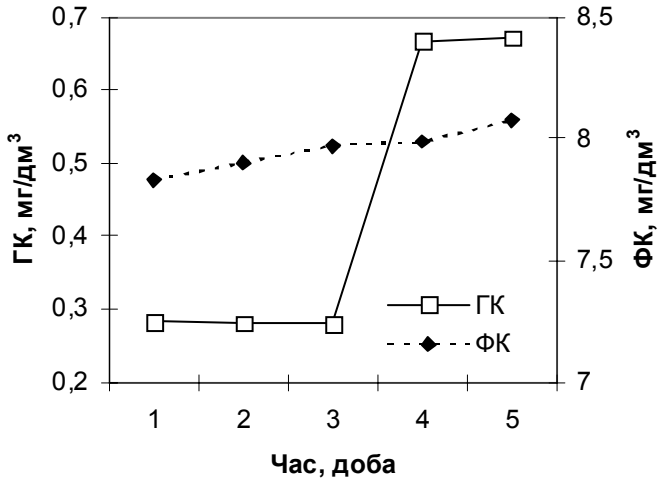


Рис. 2. **Кінетика розчинення ГК і ФК сірих лісових ґрунтів у воді**

На основі отриманих даних проведено розрахунки виносу гумінових ($R_{ГК}$) та фульвокислот ($R_{ФК}$) з поверхні водозбору експериментальної ділянки, результати яких відображені на рис. 3. Всього за період стоку з водозбірної поверхні надійшло 14, 5 г ФК та 1,9 г ГК. А максимальні показники виносу ГК і ФК спостерігалися з досягненням найбільшого об'єму водного стоку.

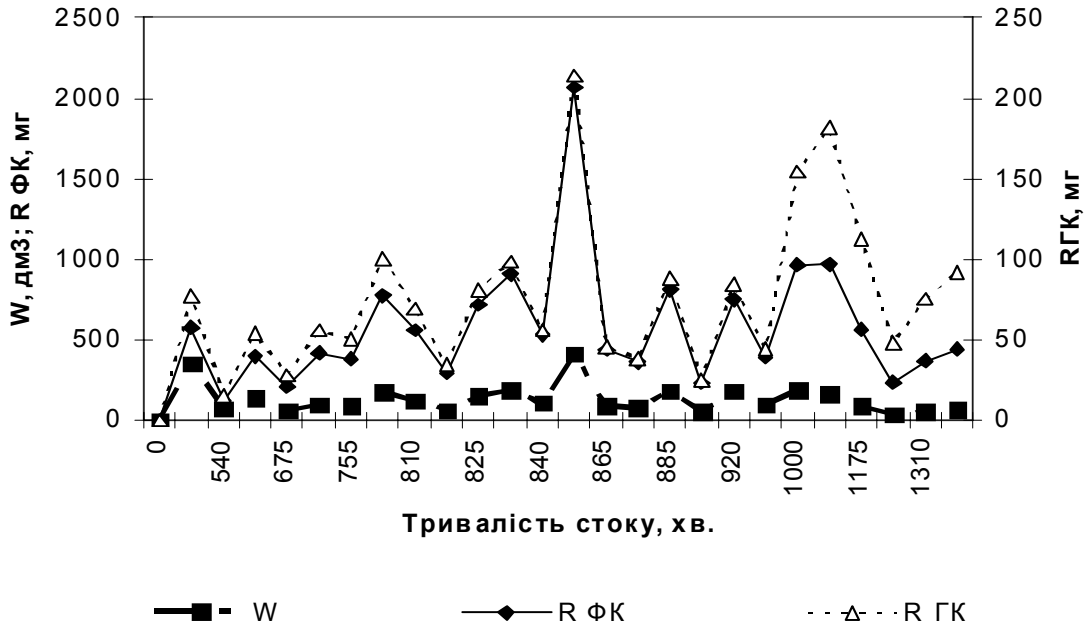
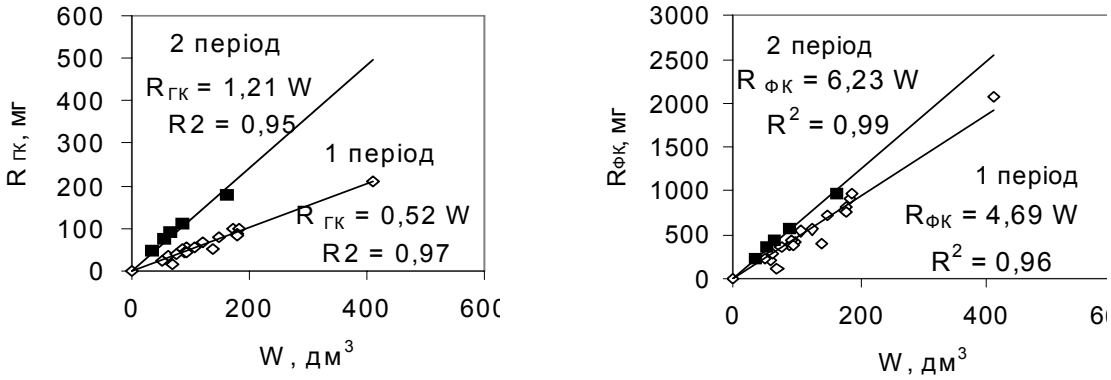


Рис. 3. **Динаміка водного стоку та емісії гумінових і фульвокислот з поверхні експериментальної ділянки, 22 лютого 2008 р.**

Синхронний хід досліджуваних параметрів свідчить про визначальну роль водного стоку у виносі ГР з поверхні водозбору, а коефіцієнти парної кореляції між об'ємом водного стоку (W) і ГК та W і ФК досягали значень відповідно 0,7 та 0,8 (значимість установлена на основі розподілу Стьюдента, $p=0,05$; $r>0,57$). Менший коефіцієнт кореляції для ГК, на нашу думку, пов'язаний із повільнішим встановленням рівноваги для цієї групи ГР.

Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що весь період виносу ГР характеризується двома етапами: перший період триває від початку стоку й до настання максимальних витрат, а другий починається після надходження води із віддалених ділянок водозбору. У кожен з періодів залежність між виносом ГР і об'ємом водного стоку надійно описується лінійним рівнянням (рис. 4). Характерно, що після порушення рівноважного стану у 2 період кут нахилу кривої рівняння залежності між вказаними показниками значно більший порівняно із першим періодом. При чому для ГК він значно більший порівняно із ФК, що пояснюється їх різною розчинністю у воді.

На основі отриманих даних нами було обчислено швидкість надходження ГР з 1 м^2 площі експериментальної ділянки (К-ГК та К-ФК), г/с·м^2. Отримані результати (рис. 5) показали, що швидкість надходження ГР лінійно залежить від витрат води і для основних груп ГР відрізняється на порядок, тобто швидкість надходження добре розчинних ФК у 10 разів перевищує аналогічний показник для ГК. Найбільша швидкість надходження спостерігалася за максимальних витрат води.



ГК ФК

Рис.4. **Залежність емісії гумусових речовин від величини водного стоку, отримана за результатами перебігу стоку на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.**

Масоперенос розчинених речовин у системі «ґрунт-вода» визначається процесом дифузії, який математично описується законом Фіка. Відповідно до нього маса переміщеної речовини залежить від таких показників, як градієнт концентрацій і коефіцієнт дифузії. Останній, у свою чергу,залежить від молекулярної маси дифундуючої речовини. Як відомо [7, 13, 14] молекулярні маси ГК значно перевищують відповідні характеристики ФК, що й пояснює значно нижчу швидкість надходження ГК з поверхні ґрунту.

Отримані нами експериментальні дані дозволили розрахувати питомі коефіцієнти виносу ГР з 1 см^3 водного стоку, що становили для ГК 0,001 мг/см^3, а для ФК – 0,005 мг/см^3. Згідно з отриманими коефіцієнтами виносу було відновлено перебіг стоку на експериментальній стоковій ділянці (рис. 6).

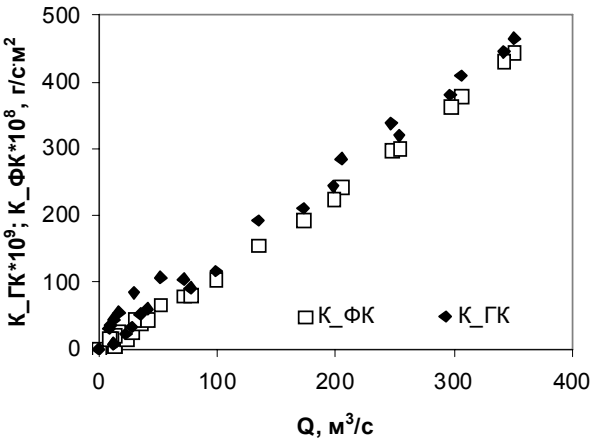


Рис.5. **Залежність швидкості надходження гумусових речовин (К_ГК і К_ ФК) від витрат води на експериментальній стоковій ділянці, 22 лютого 2008 р.**

За розрахунковим сценарієм стік ФК було завищено на 12%. Найбільша невідповідність спостерігалася на початковій стадії стоку до встановлення рівноваги між твердою фазою і водою.

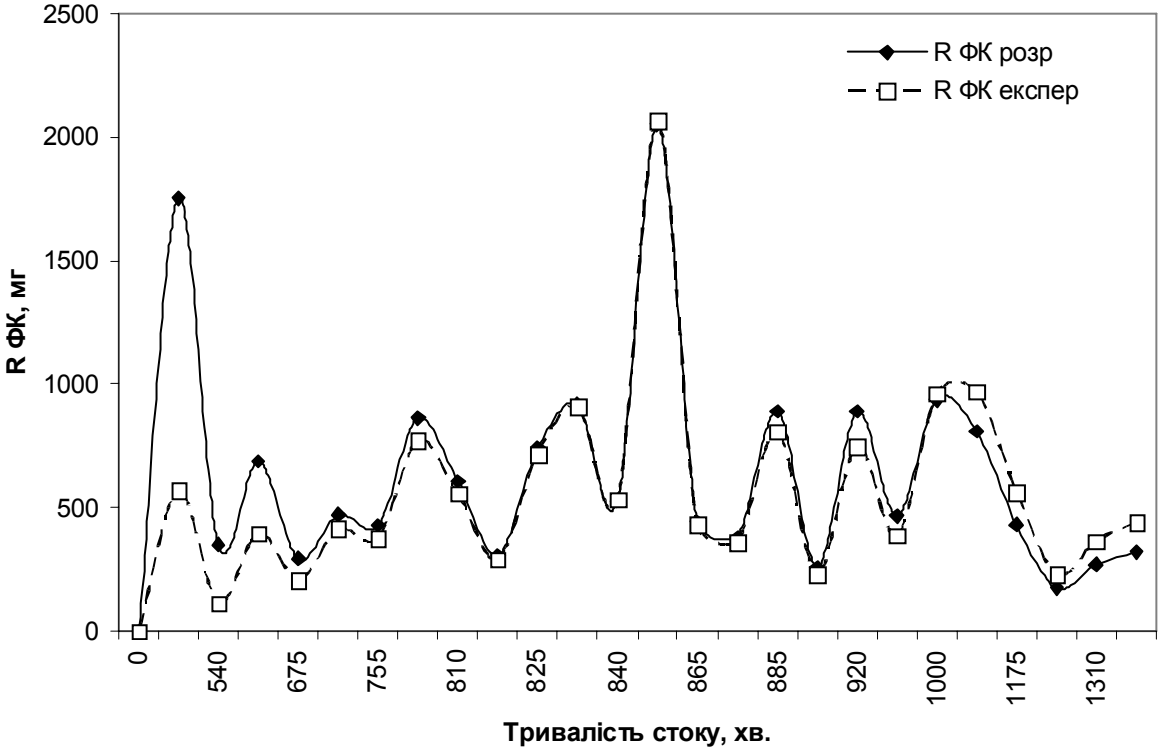


Рис.6. **Надходження розчинених фульвокислот з поверхні водозбору відповідно до реального та розрахункового сценаріїв**

Висновки. На експериментальній стоковій ділянці проведено моделювання поверхневого та підґрунтового (шар 0 – 10 см) стоку гумусових речовин (гумінових і фульвокислот).

Вміст розчинених ФК за період стоку, що тривав 24 години, змінювався в межах 1,6–6,6 мг/дм^3, а ГК був значно меншим – 0,2–1,4 мг/дм^3.

Концентрації досліджуваних речовин на етапі їх підйому стоку змінювалися згідно зі збільшенням витрат води. На етапі спаду витрат води концентрації ГР, навпаки, збільшувалися.

Лабораторні експерименти показали, що кінетика розчинення ГК має уповільнений характер, їх розчинені форми з'являлись у воді лише на 4-ту добу.

На основі отриманих даних проведено розрахунки виносу гумінових ($R_{ГК}$) та фульвокислот ($R_{ФК}$) з поверхні водозбору експериментальної ділянки. Всього за період стоку з водозбірної поверхні надійшло 14,5 г ФК та 1,9 г ГК.

Максимальні показники виносу ГК і ФК спостерігалися з досягненням найбільшого об'єму водного стоку.

Статистичний аналіз отриманих результатів показав, що весь період виносу ГР характеризується двома етапами: перший тривав від початку стоку і до настання максимальних витрат, а другий починався після надходження води із віддалених ділянок водозбору. У кожен з періодів залежність між виносом ГР і об'ємом водного стоку надійно описується лінійним рівнянням.

Обчислено швидкість надходження ГР з 1 $м^2$ площі експериментальної ділянки (К-ГК та К-ФК), г/с·$м^2$ і показано, що вона для ГК і ФК відрізняється на порядок і лінійно залежить від витрат води.

Розраховано питомі коефіцієнти виносу ГР, що становили для ГК 0,001 мг/$см^3$, а для ФК – 0,005 мг/$см^3$, на основі яких відновлено перебіг стоку на експериментальній стоковій ділянці. Розрахунковий винос ФК на 12 % перевищив реальні дані.

Список літератури

1. Варшал Г.М. О состоянии минеральных компонентов в поверхностных водах / Г.М.Варшал // Проблемы аналитической химии. Методы анализа природных и сточных вод. – 1977. –Т.5. – С.94-107. **2.** Варшал Г. М. Изучение органических веществ поверхностных вод и их взаимодействия с ионами металлов / Г.М. Варшал, І.Я. Кощеева, И.С. Сироткина [и др.] // Геохимия. – 1979. – №4. – С. 598-607. **3.** Вернадский В.И. История минералов земной коры. / В.И.Вернадский // Избр. соч. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т.4, Кн.2. – 652 с. **4.** Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СРСР / М.А. Глазовская. – М.: Высшая школа, 1988. – 328 с. **5.** Милановский Е.Ю. Гумусовые вещества как система гидрофобно – гидрофильных соединений: дис. в виде научного доклада доктора биологических наук: 03.00.27 / Е.Ю. Милановский. – М., 2006. – 94 с. **6.** Аналітична хімія поверхневих вод / Б.Й.Набиванець, В.І. Осадчий, Н.М. Осадча, Ю.Б. Набиванець. – К. : Наук. думка, 2007. – 455 с. **7.** Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 325 с. **8.** Осадча Н.М. Стік розчинених гумусових речовин з басейну Прип'яті: розрахунок, чинники, річний розподіл / Н.М. Осадча, В.І. Осадчий // Український географічний журнал. - 2002. - №1. - С. 51-57. **9.** Осадчая Н. Н. Гумусовые вещества в воде днепровских водохранилищ / Н. Н. Осадчая, В. И. Осадчий // Тр. УкрНИИГМИ. – 1999. – Вып.247. – С.189–201**. 10.** Осадчая Н.Н. К вопросу о загрязнении вод Днепровского каскада органическими веществами / Н.Н. Осадчая, В.И. Осадчий // Вопросы химии и химической технологии. – 2002. – №5. Спец.выпуск. – С. 250-253. **11.** Осадчая Н.Н. Оценка выноса растворенных органических веществ гумусовой природы со стоком р. Припять / Н.Н.Осадчая, В.И. Осадчий // Тр. УкрНИИГМИ. – 2001. – Вып. 249. – С. 161-177. **12**. Полынов Б.Б. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитии почв / Б.Б. Полынов // Избр. тр. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1956. – С.423-434. **13.** Ширшова Л.Т.

Полидисперсность гумусовых веществ почв / Л.Т.Ширшова. – М.: Наука, 1991. – 75с. **14.** Humic substances in soil, sediment and water: Geochemistry, Isolation, and Characterization / Ed. By G.R.Aiken et all. – NY: John Willey, 1985. – 692 p. **15.** Stevenson F.J. Humus chemistry: Genesis, Composition, Reactions / F. J. Sterenson – 2nd Edition. – NY : John Willey, 1994. – 512 p. **16.** Tan K.H. Humic matter in Soil and the Environment. Principles and Controversies / K.H. Tan. – NY, Basel : Marcel Dekker, 1998. – 521 p.

Особливості виносу гумусових речовин з поверхні водозбору
Осадча Н.М., Білецка С.В., Саливон-Пєскова В.Я., Литвин М.Ю.

Проведено експериментальне моделювання виносу гумусових речовин (ГР) з поверхні водозбору. Показано граничні межі розчинення гумінових і фульвокислот за період стоку і динаміка зміни їх концентрацій відповіно коливання витрат води. Виконані розрахунки виносу гумінових і фульвокислот з поверхності водозбору експериментальної ділянки і досліджена їх залежність від обсягу водного стоку.

Особенности поступления гумусовых веществ с поверхности водосбора
Осадчая Н.Н., Билецкая С.В., Саливон-Пескова В.Я., Литвин Н.Е.

Проведено экспериментальное моделирование выноса гумусовых веществ (ГВ) с поверхности водосбора. Показано граничные пределы растворения гуминовых и фульвокислот за период стока и динамика изменения их концентраций соответственно колебанию расходов воды. На основании полученных данных выполнены расчеты выноса гуминовых и фульвокислот с поверхности водосбора экспериментального участка и исследована их зависимость от объема водного стока.

Features of humic substances emission from the catchment area
Osadcha N., Bilets'ka S., Salivon-Peskova V., Litvin N.

An experimental modelling of humic substances (HS) emission from the catchment area is spent. It is shown limit value of dissolved humic and fulvic acids during a runoff and dynamics of their concentration changes according to fluctuation of water discharges. Calculation of humic and fulvic acids emission from the catchment area has been carried out on the basis of the data received. Their dependence of water flow is investigated.

УДК 551.482

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ТА ВИВЧЕНІСТЬ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Винарчук О.О., Хільчевський В.К.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *гідрохімічний режим, хімічний склад, Сула, Псел, Ворскла*

Актуальність теми. Як відзначається в роботах вчених Київського національного університету імені Тараса Шевченка та Гідрохімічного інституту (м. Ростов-на-Дону, Росія) [4, 5, 7, 8, 19], присвячених вивченню гідрохімії значних територій, потреба в оцінці регіональних закономірностей формування та режиму розчинених у природних водах речовин, з урахуванням впливу на їхній хімічний склад природних і техногенних факторів, пов’язана з практичною реалізацією ключових завдань проблеми регіонального використання, охорони і відтворення

водних ресурсів. Тому детальні регіональні дослідження завжди є важливими. Вони дають змогу на фоні загальних зональних закономірностей виявити особливості хімічного складу, гідрохімічного режиму та якості води конкретних річок.

Актуальними в цьому плані є дослідження річок Лівобережного Лісостепу України. Основну гідрографічну мережу даного регіону утворюють басейни лівобережних приток Дніпра – річки Сула, Псел і Ворскла, які впадають в Кременчуцьке (перша) і Дніпродзержинське (друга і третя) водосховища. На двох річках знаходяться обласні центри: на р. Псел – м. Суми, на р. Ворскла – м. Полтава.

Метою даної роботи є дослідження умов формування хімічного складу та вивченості гідрохімічного режиму основних річок Лівобережного Лісостепу – Сули, Псла і Ворскли.

Природні умови. Територія, на якій розташовані басейни річок Сула, Псел і Ворскла у фізико-географічному відношенні належить до Лівебережно-Дніпровської лісостепової провінції зони лісостепу [15, 17, 26]. Річки протікають, в основному, в трьох фізико-географічних областях цієї провінції: Північній лісостеповій області Полтавської (Придніпровської) рівнини, Південній лісостеповій області Дніпровської терасової рівнини та Південній лісостеповій області Полтавської (Придніпровської) рівнини. Хоча, треба зазначити, що деяки праві притоки р. Сула протікають по території північної лісостепової області Дніпровської терасової рівнини вищеназваної провінції (річки Удай, Сліпорід, Оржиця).

Зазначені *фізико-географічні області* поділяються на *фізико-географічні райони*. Так, у Північній лісостеповій області Полтавської рівнини виділяються Роменсько-Ул'янівський, Ічнянсько-Лохвицький, Липоводолинсько-Недригайлівський, Миргород-Ромоданівський, Лебединсько-Зеньківський, Хорольсько-Кобеляцький, Псельсько-Ворсклинський фізико-географічні райони.

У Південній лісостеповій області Дніпровської терасової рівнини виділяються Оболонсько-Градизький і Кременчуцько-Кишеньківський фізико-географічні райони.

У Південній лісостеповій області Полтавської рівнини виділяються Ворсклинський (Котелевсько-Сухиновський) і Коломак-Тагамлицький (Чутівський) фізико-географічні райони.

У Північній лісостеповій області Дніпровської терасової рівнини притоки р.Сула знаходяться на території Яготинсько-Гребінківського фізико-географічного району.

Північна лісостепова область Полтавської рівнини займає більшу частину Лівобережно-Дніпровської лісостепової провінції. Її західна та південна межі співпадають з зовнішньою закраїною давньо-антропогенової (градизької) тераси долини Дніпра. На північному сході її межу утворюють підніжжя південно-західних відрогів Середньоросійської височини. Південно-східна межа проходить по долині р. Ворскла.

Загальний ухил поверхні області направлений з північного сходу на південь- південний схід. За характером рельєфу порівняно чітко виділяється північна частина області, на якій поширені переважно ділянки неогенових плато (висотою до 200 м) і пліоценових терас (150-180 м). Для неї характерними є глибокі долини (до 85 м), вузькі крутосхилові балки та яри. Верхів'я балок часто зближені між собою, спостерігаються ерозійні перехоплення. Так, наприклад, балки басейну Груні перехопили верхів'я коротких балок правого берега Псла (село Пристайлове). Поверхню плато і пліоценових терас розчленяють звивисті прохідні долини.

Південна частина Північної лісостепової області Полтавської рівнини, на якій панують пліоценові тераси Дніпра, мають менші висоти (100-130 м). Вона характеризується м'якими, плавними положисто-хвилястими обрисами рельєфу. Поверхня розчленована достатньо оформленими асиметричними долинами річок Сула, Хорол і Псел, широкими балками, численними широкими прохідними долинами. Псельсько-Ворсклинський вододіл прорізаний балкоподібними улоговинами, що мають круті схили, достатньо плоскі та широкі днища. Річкові долини мають добре розвинуту заплаву, чітко виражену борову терасу і значні пологі або полого-хвилясті лесові тераси.

Внаслідок розчленування високих берегів Сули, Псла і Ворскли ярами, балками і зсувами утворився своєрідний яружно-зсувний «шишаковий» рельєф. Зазвичай розчленування посилюється там, де на схилах зведено деревно-чагарникову рослинність.

Домінуючими ґрунтами на території області є потужні малогумусні чорноземи.

Середньорічна сума атмосферних опадів у північній частині області 550-570 мм, у південній -470-500 мм.

Річки області мають переважно снігове живлення. Але значна роль належить і ґрунтовим водам. Під час весняної повені проходить 60% водного стоку за рік.

Територія Південної лісостепової області Дніпровської терасової рівнини займає південно-західну придніпровську частину Полтавської області. З півночі область обмежена долиною р.Сула, вірніше її високим правим бортом. З заходу область оконтурюється долиною Дніпра, заповненою Кременчуцьким водосховищем. Східна межа області визначається переходом від терасової рівнини до більш підвищеного третинного Полтавського плато. Південна межа співпадає з рубежем лісостепової і степової зон.

Рельєф області генетично представлений водно-льодовиковими та алювіальними рівнинами. Геоморфологічні особливості терас достатньо схожі з терасами північної області терасової рівнини, але спостерігаються і деякі відмінності в поширенні терасових рівнин. Дніпровські тераси тут помітно звужуються. Верхні тераси Дніпра на межиріччі Псла і Ворскли поширюються вздовж сучасної долини у вигляді нешорокої смуги. У будові верхньої тераси приймають участь давньоалювіальні і водно-

льодовикові, переважно піщані відклади. Дуже поширені лесоподібні суглинки. Поверхня лесової тераси є рівнинною, вона порізана блюдцеподібними западинами, слабо розчленована. Лише на правобережжях річок Сули і Псла поширені яри і балки, що врізаються в товщу антропогенових відкладів давньої тераси.

Заплавні тераси річок складені товщею сірих і жовтувато-сірих алювіальних пісків потужністю до 20 м. Добре видно заплаву низького і високого рівня. На заплавах поширені торф'яники, а також зустрічається болотний мергель.

Основний ґрунтовий фон на території області представлено потужними малогумусними і частково середньо гумусними чорноземами. Вони сформувалися на лесоподібних суглинках під степовою рослинністю.

Заплавні тераси майже всіх долин річок слабо дреновані і місцями заболочені. Вони зайняті низовинними торф'яниками або лучно супіщаними ґрунтами.

Кліматичні умови області указують на близькість степових ландшафтів північної підзони степів. Серед всіх лісостепових областей Південна лісостепова область Дніпровської терасової рівнини характеризується найменшою зволоженістю. Річна кількість атмосферних опадів коливається в межах 450-500 мм.

Південна лісостепова область Полтавської рівнини має межі на південному сході, що проходять по межі лісостепової і степової зон, на північному сході – межа Середньоросійської лісостепової провінції. Західна межа області позначена чітко високим «нагірним» правобережжям Ворскли. Положення області у східній частині Придніпровської низовини зумовлює загальну рівнинність її рельєфу. Але, на відміну від північної лісостепової області, тут рівнина підвищується не на північ, а на схід, оскільки у формуванні її найбільше значення належало р.Ворскла, що протікає біля західної межі області.

У геоморфологічній будові області виділяються такі генетичні типи рельєфу як плато, пліоценові високі лесові тераси і сучасна долина Ворскли з заплавою і надзаплавною піщаною терасою. Плато утворює найвищі поверхні на сході області 160-185 м з ухилами в західному напрямку. Західніше від плато прослідковуються значні поверхні з невеликим ухилом з висотами від 150 до 120 м. Тут виділяються пліоценові тераси, створені давніми ріками. Нахилена на захід поверхня пліоценових терас прорізається долинами Мерли, Коломаку, Свинковки, Тагамлику і численними довгими, пологосхиловими балками і улоговинами. Ще далі на захід прослідковується смуга антропогенових лесових терас з висотами від 120 до 110 м.

Західніше лесових терас у сучасній долині Ворскли добре виражена піщана надзаплавна тераса і заплава. Прослідковується низька заплава з висотами над водою від 0,5 до 1,5 м з численними озерами-старицями і болотами.

Ґрунтовий покрив області відображає перехідні риси від лісостепової до степової зони. Тут на плато і високих терасах поширені потужні середньогумусні чорноземи. На півдні в западинах з'являються стовпчасті содові солонці. Для борової тераси характерні дерново-слабопідзолисті ґрунти. На заплавах річок поширені лучні ґрунти.

Річна кількість опадів коливається від 600 мм на півночі області до 470 мм на півдні.

Гідрологічна характеристика. Річка Сула протікає по території Сумської і Полтавської областей, впадає в Кременчуцьке водосховище, має довжину 363 км і площу басейну 19,6 тис.км^2. Основні притоки: праві – Терн, Бишкин, Хмелівка, Ромен, Бугайчиха, Лохвиця, Сулиця, Удай, Сліпорід, Оржиця; ліва – Солониця.

Річка Псел протікає по території Бєлгородської і Курської областей Росії, Сумської і Полтавської областей України, впадає в Дніпродзержинське водосховище, має довжину 717 км і площу басейну 22,8 тис.км^2. Основні притоки: праві – Суджа, Грунь, Хорол; ліві – Сироватка, Грунь-Ташань, Говтва.

Річка Ворскла протікає по території Бєлгородської області Росії, Сумської і Полтавської областей України, впадає в Дніпродзержинське водосховище, має довжину 464 км, площу басейну 14,7 тис.км^2. Основні притоки: праві – Ворсклиця, Боромля; ліві – Мерло, Коломак, Тагамлик.

Згідно гідрологічного районування території басейну Дніпра за типами внутрішньорічного розподілу стоку [20], р. Сула належить до Нижньодеснянського, а Пселл і Ворскла – до Ворсклопсельського гідрологічних районів середньодніпровської лівобережної зони. Середній розподіл водного стоку річок за сезонами року для обох районів наступний: весна (III–V) 65-70%, літо (VI–VIII) 8-10%, осінь (IX–XI) 8-12%, зима (XII–II) 10-15%.

За дослідженнями, викладеними в роботі [10] річки Сула, Псел і Ворскла належать до Центральнодніпровського низовинного і Полтавського рівнинного ландшафтно-гідрологічних районів Лівобережно-Дніпровської ландшафтно-гідрологічної провінції.

Весняна повінь на цих річках починається зазвичай на початку другої декади березня, а завершується в кінці квітня – всередині першої декади травня. Максимальні витрати води проходять, як правило, в кінці березня. Шар стоку весняної повені становить на річках Сула та Псел 50-60 мм, а в басейні Ворскли – 40–50 мм.

Літньо-осіння межень на досліджуваних річках в середньому починається в травні (дещо пізніше в гирлових ділянках), а завершується в кінці листопада. Шар стоку літньо-осінньої межені становить 4-10 мм.

Зимова межень на річках Лівобережного Лісостепу настає з початку грудня, а завершується близько середини березня. Під час зимової межені шар стоку становить 5-6 мм.

Середньобагаторічні витрати води у пригирлових ділянках річок становлять [20]: р. Сула – с. Галицьке (18,7 тис. км^2 площа водозбору) –

35,0 м^3/с; р. Псел – с. Запсілля (22,4 тис. км^2) – 45,2 м^3/с; р. Ворскла – с. Соколки (14,3 тис. км^2) – 27,0 м^3/с.

В роботі [1] досліджувалися гідрологічні умови в заплавах річок Псел і Ворскла. Встановлено, що до 50-х років XX ст. заплави цих річок затоплювалися практично щорічно. Зараз цей показник знизився у середньому до п'яти разів у десятиріччя. Заплава може не затоплюватися по 2-3 роки підряд. Ще більш суттєво зменшилася тривалість затоплення заплави (наприклад, для Ворскли з 11 до 4 днів) і середній максимальний весняний рівень води у річках під час повені (знизився на 40–50 см). Це явище зумовлено не зменшенням кількості атмосферних опадів, а викликане зарегулюванням стоку річок і збільшенням забору річкових вод на господарські потреби. Автор робить висновок, що погіршення водного режиму заплави призводить до зміни лісорослинних умов в сторону висушення, зниження продуктивності заплавних насаджень.

Гідрохімічна характеристика. *Гідрохімічний моніторинг.* Згідно «Гідрохімічного довідника» [6], гідрохімічний моніторинг на річках Сула, Псел та Ворскла Держгідрометслужба виконує в пунктах спостережень (табл.1).

Таблиця 1. **Гідрохімічний моніторинг Державної гідрометслужби на річках Сула, Псел, Ворскла та їх притоках**

Річка	Пункт моніторингу	Кількість створів	Програма спостережень
Сула	м. Ромни	1	A, B, C, D, E, Y *
	м. Лубни	2	A, B, C, D, E, Y
Удай, права притока Сули	м. Прилуки	2	A, B, C, D, E, Y
Псел	м. Суми	2	A, B, C, D, E, Y
	м. Гадяч	2	A, B, C, D, E, Y
	с. Запсілля	3	A, B, C, D, E, Y
Хорол, права притока р. Псел	м. Миргород	2	A, B, C, D, E, Y
Ворскла	с. Чернеччина	2	A, B, C, D, E, Y
	м. Полтава	3	A, B, C, D, E, Y
	м. Кобеляки	1	A, B, C, D, E, Y
Мерло, ліва притока Ворскли	м. Богодухів	2	A, B, C, D, E, Y

Примітка: * Програми спостережень (визначення):

A – t^0 води, pH, O_2, O_2 - % насичення, завислі речовини, швидкість потоку, рівень води.

B – H_2.

C – кольоровість, прозорість, запах CO_2, твердість, HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, PO_4^{3-}, $P_{заг}$, Si, мінералізація.

D - NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+.

E – ХСК (БО – біхроматна окиснюваність), феноли, нафтопродукти, АСПАР, $Cr(VI)$.

F – хлорорганічні пестициди: α - ГХЦГ, ДДТ, ДДЕ, ГХБ, трифлуралін.

Y – *Mn, Fe, Cu, Zn*.

S – ПО (перманганантна окиснюваність).

Гідрохімічна вивченість. Згідно районування території басейну Дніпра за гідрохімічним режимом, виконаним у 70-і роки XX ст. [20] річки Сула, Псел і Ворскла у верхній і середній течіях належать до Лісостепового східного типу водозборів (до нього також належить р. Сейм), а в пониззі – до Лісостепового лівобережного (придніпровського) типу водозборів (до нього належать також річки Трубіж, Супой, Удай, Оржиця).

Характер хімічного складу річкових вод Лісостепового лівобережного придніпровського типу водозборів зумовлюється вираженим содовим засоленням ґрунтового покриву. Значне поширення ґрунтів солонцюватого типу і наявність содових солончаків у долинах річок Удаю та Оржиці зумовлює значну мінералізацію вод і підвищений вміст у них іонів HCO_3^- і Mg^{2+} та $Na^+ + K^+$. В межень величини мінералізації досягають 600-1000 мг/дм^3, зменшуючись у період високої весняної повені до 300-150 мг/дм^3. Відносний вміст HCO_3^- у межень коливається в межах 42-48 % - екв., а в повінь – 38-46 % - екв. У складі катіонів відносний вміст Ca^{2+} змінюється в межах 24-45 % - екв. Річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи Mg–Ca або Na–Ca I типу.

Склад води річок Лісостепового східного типу водозборів [12, 20] відрізняється від річок Лісостепового лівобережного (придніпровського) типу більш вираженою перевагою гідрокарбонату кальцію і меншими величинами загальної мінералізації. Відносний вміст домінуючих іонів становить: HCO_3^- 32-48 % - екв., Ca^{2+} 30-45 % - екв. Величини мінералізації в межень досягають 800 мг/дм^3, а під час повені зменшуються до 120-200 мг/дм^3. Річкові води належать до гідрокарбонатного класу групи кальцію першого або другого типу. У нижніх течіях річок Сули, Псла і Ворскли помітно проявляється содово-сульфатне засолення грунтів. Величини мінералізації води в річках збільшуються від витоків до гирла. В цій частині водозборів води річок подібні з водами річок Лісостепового лівобережного придніпровського типу водозборів.

Серед регіональних гідрохімічних досліджень можна назвати праці співробітників Інституту гідробіології НАН України, присвячені вивченню гідрохімії ставків і малих річок України [12], гідрохімічного режиму дніпровських водосховищ. У цих працях лише фрагментарно подані дані стосовно хімічного складу річок Сула, Псел і Ворскла при описі Кременчуцького і Дніпродзержинського водосховищ [2, 11].

Певні дані стосовно річок Лівобережного Лісостепу містяться в роботі, присвяченій характеристиці основних тенденцій формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр., виконаній в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті [16]. Також деяких аспектів забруднення річок даного регіону торкаються автори з Центральної геофізичної обсерваторії Держгідрометслужби в роботі, присвяченій характеристиці сучасного стану забруднення поверхневих вод України [13].

В тій чи іншій мірі хімічний склад води річок Лівобережного Лісостепу вивчався вченими Київського національного університету імені Тараса Шевченка. В основному, це були роботи, присвячені гідрохімічним дослідженням території України [4, 5, 7, 18, 19], або ж басейну Дніпра [8, 21-23, 25, 27-29], в яких висвітлювалися концентрації, а також стік хімічних компонентів річкових вод, гідролого-гідрохімічні характеристики мінімального стоку Дніпра, куди частково попадали окремі дані і по річках Лівобережного Лісостепу.

Уяву про сезонні зміни вмісту головних іонів, біогенних речових і деяких мікроелементів в річкових водах Сули, Псла і Ворскли дають матеріали, вміщені в додатках роботи Л.М. Горєва, В.І.Пелешенка, В.К. Хільчевського [7]. В цій роботі наведені дані для трьох пунктів спостережень: р. Сула–м. Лубни, р. Псел–с. Запсілля та р. Ворскла–с. Чернеччина (табл. 2-4).

Таблиця 2. **Середній вміст головних іонів (мг/дм^3) у воді річок Сула, Псел і Ворскла в різні сезони року** [7]

Сезон	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na_+^+K^+$	$\sum_i$
р. Сула – м. Лубни							
Весняна повінь	337,5	38,7	20,9	80,2	25,5	28,3	531,1
Літньо-осіння межень	380	44,6	28,6	72	31,8	37,2	594,2
Зимова межень	498,3	49,9	37,6	118,9	49,2	42	795,9
р. Псел – с. Запсілля							
Весняна повінь	249,9	77,1	49,9	51,9	38,8	33,2	500,8
Літньо-осіння межень	345,4	83,7	35,2	92,8	22,9	36,7	616,7
Зимова межень	413,7	107,9	34,9	96,4	23,9	33,1	709,9
р. Ворскла – с. Чернеччина							
Весняна повінь	237,0	63,8	20,1	63,9	15,9	26,5	427,2
Літньо-осіння межень	363,9	71,9	25,6	70,2	23,6	51,3	606,5
Зимова межень	452,2	89,3	36,4	122,7	21,2	68,4	790,2

Таблиця 3. **Середній вміст біогенних елементів (мг/дм^3) і значення біохроматної окиснюваності (мгО/дм^3) у воді річок Сула, Псел і Ворскла в різні сезони року** [7]

Сезон	$Fe_{заг}$	$P_{\min}$	Si	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	$БО$
р. Сула – м. Лубни							
Весняна повінь	0,23	0,055	1,3	0,110	0,005	0,367	33,7
Літньо-осіння межень	0,18	0,057	1,9	0,053	0,004	0,280	34,2
Зимова межень	0,20	0,037	2,0	0,030	0,012	0,460	31,9
р. Псел – с. Запсілля							
Весняна повінь	0,08	0,023	1,6	0,367	0,005	0,351	28,7
Літньо-осіння межень	0,14	0,066	1,9	0,120	0,014	0,220	30,4
Зимова межень	0,24	0,071	2,3	0,610	0,002	0,351	26,6
р. Ворскла – с. Чернеччина							
Весняна повінь	0,15	0,109	2,1	0,598	0,008	0,671	22,9
Літньо-осіння межень	0,12	0,081	2,7	0,150	0,009	0,290	33,0
Зимова межень	0,14	0,108	2,9	0,414	0,014	0,359	28,4

Таблиця 4. **Середній вміст деяких важких металів (мкг/дм^3) у воді річок Сула і Ворскла в різні сезони року** [7].

Сезон	*Cu*	*Zn*	*Cr*
р. Сула – м. Лубни			
Весняна повінь	6,7	8,8	3,2
Літньо-осіння межень	2,5	5,8	0
Зимова межень	3,0	5,0	0
р. Ворскла – с. Чернеччина			
Весняна повінь	5,5	4,5	9,5
Літньо-осіння межень	3,0	1,0	6,0
Зимова межень	2,0	6,0	46,0

Ці дані, отримані шляхом обробки гідрохімічної інформації моніторингу Держгідрометслужби, який виконувався на мережі до 1980 р. Треба відзначити, що за майже однакової середньорічної мінералізації води річок Псел і Ворскла (609 і 608 мг/дм^3) помітною є різниця у відповідних сезонних значеннях мінералізації води. Наприклад, під час весняної повені мінералізація води р. Псел – с. Запсілля становить 500,8 мг/дм^3, а для р. Ворскла – с. Чернеччина вона є меншою – 427,2 мг/дм^3 (див. табл. 2).

Під час зимової межені навпаки менша мінералізація спостерігається у воді р. Псел (709,9 гм/дм^3), а у воді р. Ворскла – вища (790,2 мг/дм^3). Середньорічна мінералізація води р. Сула (640 мг/дм^3) є вищою, ніж у воді річок Псел і Ворскла. В той же час мінералізація води р. Сула в літньо-осінню межень дещо нижча (594,2 мг/дм^3), ніж у воді річок Псел (616,7 мг/дм^3) і Ворскла 606,5 мг/дм^3.

Значні сезонні коливання відзначаються і для концентрації біогенних елементів у річкових водах (табл. 3) і важких металів (табл. 4).

У той же час, можна виділити дві конкретні роботи – П.С.Лозовіцького [14] і В.М. Савицького , І.О.Шевчук та В.І. Пелешенка [24]. В першій роботі розглянута динаміка водного стоку р. Сула біля м. Лубни за багаторічний період, а також виконано порівняльний аналіз середньорічних концентрацій хімічних компонентів за часові відрізки (1939-1940 рр., 1946-1950, 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990, 1991-1995 рр.) в пунктах р. Сула–м. Лубни та с. Зеленківка [14]. Основний висновок, який звучить у цій роботі – це зростання мінералізації води у 1,5–2 рази за період спостережень за рахунок збільшення вмісту сульфатів, хлоридів, гідрокарбонатів та натрію. Стверджується, що змінюється також і тип води – з гідрокарбонатного класу, кальцієвої групи II типу на гідрокарбонатний натрієвий.

У роботі [24] розглянуто формування і динаміка хімічного складу річкових вод лівобережних приток Дніпра у зоні Лісостепу (р. Сула і р. Псел). Як і в попередній роботі [14], тут також розглядається динаміка середніх багаторічних концентрацій (1981-1998 рр.), а не сезонних. Коротко охарактеризовані групи головних іонів, біогенних речовин, деяких важких металів і забруднюючих речовин. Відзначається зростання

вмісту сульфатів і хлоридів, а відповідно і мінералізації вод р. Сула – м. Лубни за період досліджень. Стосовно р. Псел – с. Запсілля, автори відзначають зростання вмісту лише для хлоридів. Вміст сульфатів у воді р. Псел дещо знизився, а динаміка мінералізації води характеризувалася значними варіаціями з відчутним зниженням у кінці досліджуваного періоду. Стосовно динаміки вмісту інших хімічних компонентів чітких закономірностей не проявилося.

Висновки. Виконаний аналіз природних умов формування хімічного складу води та вивченості гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу засвідчує наступне.

1. Хімічний склад води річок Сула, Псел і Ворскла у верхній і середній течіях формується в умовах вираженої переваги гідрокарбонату кальцію в грунтах і породах. Річкові води належать до гідро карбонатного класу групи кальцію.

2. У нижніх течіях річок Сула, Псел і Ворскла помітно проявляється содово-сульфатне засолення ґрунтів, що впливає на підвищення мінералізації води від витоків до гирла. Річкові води належать до гідро карбонатного класу групи магнію-кальцію або натрію-кальцію І типу.

3. Хімічний склад води річок Лівобережного Лісостепу вивчався в основному у складі регіональних досліджень басейну Дніпра, або ж всієї території України.

4. В опублікованих окремих роботах по річках Сула, Псел і Ворскла в основному висвітлюються середньорічні характеристики хімічного складу води без досліджень гідрохімічного режиму.

5. Гідрохімічний режим річок Лівобережного Лісостепу вимагає детального вивчення, оскільки ці річки є важливими джерелами водокористування в Сумській і Полтавській областях, а Псел і Ворскла, до того ж, є транскордонними річками (несуть свої води з території Росії).

Список літератури

1. Волянський В.О. Зміна гідрологічних умов у заплавах рік Ворскла і Псел / В.О. Волянський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т.4. – С. 68-71. **2.** Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / А.И. Денисова, В.М. Тимченко, Е.П. Нахшина и др. – К.: Наук. Думка, 1989. – 216с. **3.** Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра / В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась та ін. – К.: Ніка-центр, 2007. – 184 с. **4.** Гидрохимический атлас СССР. – М.: ГУГК, 1990. – 110 с. **5.** Гидрохимическое картирование с применением вереятностно-статистических методов / под ред. В.И. Пелешенко. – К.: Вища школа, 1979. – 97с. **6.** Гідрохімічний довідник / В.І. Осадчий, Б.Й. Набиванець, Н.М. Осадча та ін. – К.: Ніка-центр, 2008. – 655 с. **7.** Горєв Л.М., Гідрохімія України / Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К. – К. : Вища школа, 1995. – 307 с. **8.** Горев Л.Н. Региональная гидрохимия / Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И. – К.: Вища школа, 1989. – 280с. **9.** Гребінь В.В. Оцінка сучасних змін мінімального стоку річок Дніпра (в межах України) / В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.13. – С. 102-117. **10.** Гребінь В.В. Пропозиції щодо схеми ландшафтно-гідрологічного районування території України / В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2009. – Т.17. – С. 26-39. **11.** Денисова А.И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его

прогнозирования / А.И. Денисова. – К.: Наук. Думка, 1979. – 290с. **12.** Коненко Г.Д. Гідрохімія ставків і малих водоймищ України / Г.Д. Коненко. – К.: Наук. думка, 1971. – 311с. **13.** Косовець О.О. Сучасний стан забруднення поверхневих вод на території України за данними спостережень мережі гідрометслужби / Косовець О.О., Онанко Ю.І., Радзієвська Н.Г.// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.11. – С. 257-263. **14.** Лозовіцький П.С. Динаміка коливань стоку та хімічного складу води річки Сула / П.С. Лозовіцький // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т.5. – С. 155-164. **15.** Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К. : Знання, 2005. – 511с. **16.** Осадчий В.І. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. / В.И. Осадчий // Труды УкрНИГМИ. – 2001. – Вып. 48. – С. 138-153. **17.** Національний атлас України. – К., 2007. **18.** Пелешенко В.И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины) / В.И. Пелешенко. – К.: Вища школа, 1975. – 168с. **19.** Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В.І. Пелешенко, В.К. Хільчевський. – К. : Либідь, 1997. – 384с. **20.** Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – Т.6, Вып. 2. – 485 с. **21.** Ромась І.М. Мінералізація річкових вод басейну Дніпра при мінімальних витратах різної забезпеченості в літньо-осінню та зимову межені / І.М. Ромась, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т.6. – С. 172-179. **22.** Ромась М.І. Про зв’язок головних іонів та мінералізації з витратами води у річках басейну Дніпра у меженний період / Ромась М.І., Ромась І.М., Шевчук І.О. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2006. – Т.9. – С. 102-113. **23.** Савицький В.М. Стік загального заліза та його динаміка в річкових водах басейну Дніпра / Савицький В.М., Маринич В.В., Косматий В.Є. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т.6. – С. 179-189. **24.** Савицький В.М. Формування і динаміка хімічного складу річкових вод приток Дніпра у зоні лісостепу / Савицький В.М., Шевчук І.О., Пелешенко В.І. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С. 504-510. **25.** Снежко С.И. Особенности формирования речного стока биогенных элементов бассейна Днепра (в пределах УССР) : автореф. дис. канд. геогр. наук: 11.00.07 / Гидрохимический институт / С.ИТ. Снежко. – Ростов-на Дону, 1989. – 23 с. **26.** Физико-географическое районирование Украинской СССР. – К.: Изд-во Киевского ун-та, 1968. – 683с. **27.** 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. **28.** Хільчевський В.К. Характеристика іонного стоку річок басейну Дніпра / Хільчевський В.К., Маринич В.В., Савицький В.М.// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т.5. – С. 226-240. **29.** Хільчевський В.К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра/ В.К. Хільчевський. – К.: ВПЦ «Київський університет», 1996. - 222с.

Умови формування хімічного складу води та вивченість гідрохімічного режиму річок Лівобережного Лісостепу

Винарчук О.А., Хільчевський В.К.

Відзначені відмінності в умовах формування хімічного складу води у верхів'ях та середній течії річок Сула, Псел і Ворскла порівняно з низів'ям в бік підвищення мінералізації. Підкреслюється необхідність більш детального вивчення гідрохімічного режиму цих річок.

Условия формирования химического состава воды и изученность гидрохимического режима рек Левобережной Лесостепи

Винарчук О.А., Хильчевский В.К.

Отмечены различия в условиях формирования химического состава воды в верховьях и среднем течении рек Сула, Псел и Ворскла по сравнению с низовьями в сторону увеличения минерализации. Подчеркивается необходимость более детального изучения гидрохимического режима этих рек.

Conditions of water chemical composition formation and research of hydrochemical regime of left bank forest-steppe zone rivers

Vinarchuk O.A., Khilchevskiy V.K.

Differences in conditions of water chemical composition in upstream and midlestream of rivers Sula, Psel and Vorskla are marked. The necessity of more detailed studying of hydrochemical regime of mentioned rivers is emphasized.

УДК 556.531.4

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ р. ДЕСНИ

Притула Л.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *поверхневі води, фактори і процеси формування хімічного складу води, природні і господарські чинники*

Вступ. Хімічний склад поверхневих вод визначається комплексом природних і господарських чинників. Виявлення та оцінка тенденцій зміни якості води відноситься до найважливіших завдань системи управління якістю води, сприяє попередженню критичних ситуацій і своєчасному прийняттю необхідних рішень.

У роботі досліджено умови формування хімічного складу води р. Десна протягом 2000-2007 рр.

Аналіз попередніх досліджень. Перші роботи присвячені дослідженню хімічного складу води на території України були проведені в кінці XIX ст., коли розвиток промисловості і ріст великих міст визвали необхідність вивчення річкових вод для використання в промисловості та водозабезпечення великих міст. Але існуючі дані були неповними. Вони являли собою одиничні аналізи проведені в різний час для різних басейнів.

В літературі є небагато праць, присвячених вивченню гідрохімічного режиму Десни. Коротку гідрохімічну характеристику Десни наводить О.О. Алекін у монографії "Гідрохімія річок СРСР" [1]. У 1933 р. співробітники гідробіологічної станції АН УРСР провели експедиційне дослідження Десни (від Новгород-Сіверського до гирла) та деяких її приток – Шостки, Сейму, Стрижня та ін. [11].

Хімічний склад води р. Десна за головними іонами, величиною мінералізації, вмістом біогенних речовин був охарактеризований за результатами аналізів, отриманих у період літньої межені 1947 р. у праці А.Д. Коненко [4]. Згідно отриманих даних вода належала до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи II типу – H_{II}^{Ca}. У роботах А.М. Алмазова, І.А. Денисової і Ю.Г. Майстренко [2] та О.П. Нахшиної і О.М Алмазова [6], присвячених дослідженню хімічного складу річок басейну Десни в межах України за період 1958-63 рр., наведені дані про хімічний склад води р.Десна, Сейм, Остер, Снов (головні іони, біогенні речовини та

деякі мікроелементи) та основні джерела забруднення. У роботах Л.М. Горєва, В.І. Пелешенка і В.К. Хільчевського [3, 10], присвячених дослідженню хімічного складу води річкових вод України в цілому, наведені також багаторічні дані про хімічний склад води р. Десна (головні іони, біогенні речовини та деякі мікроелементи).

У роботах Н.М. Осадчої та В.І. Осадчого [7-8], присвячених дослідженню умов формування хімічного складу поверхневих вод України в 1995-2000 р., відзначено тенденцію до збільшення величини pH в останні роки та поступове зменшення вмісту у воді мінеральних сполук фосфору і зменшення вмісту розчинених сполук мінерального азоту.

Матеріали та методика досліджень. Робота виконана на основі результатів спостережень за хімічним складом поверхневих вод басейну Десни, отриманих на мережі Державної гідрометеорологічної служби протягом 2000-2007 рр. Розташування постів і створів спостережень представлено у табл. 1.

Таблиця 1. **Розташування постів і створів спостережень за хімічним складом води в басейні Десни**

Пост	Місце розташування	Відкритий
Десна - Новгород-Сіверський	0,5 км вище міста, 0,3 км нижче впадіння р. Серковка	02.03.1957
	1 км вище міста	
Десна - Чернігів	1 км вище міста, 4,7 км вище впадіння р. Стрижень, створ гідропоста	02.03.1957
	в межах міста, 1,2 км нижче впадіння р. Стрижень	
Десна - Літки	2,5 км нижче села, створ гідропоста	02.03.1990
Головесня - Покошичі	1,8 км нижче с.Покошичі, 1,4 км нижче скиду стічних вод спиртзаводу, 6,6 км вище гирла р.Головесня	01.02.1958
Сейм – Мутино	2 км нижче села, 7,4 км нижче впадіння р. Клевень, створ гідропоста	02.03.1957
Снов – Носівка	Межі села, 0,6 км нижче впадіння р. Бреч, створ гідропоста	02.03.1961
Остер - Козелець	0,6 км від зх. околиці села	02.03.1993

Для характеристики хімічного складу води наведено дані для найбільш характерних інгредієнтів хімічного складу річкових вод, а саме: мінералізації води, оскільки вона характеризує зміну її сольового складу, величини pH, біхроматної окиснюваності, яка найбільш повно видображає вміст органічних речовин у воді, та деяких сполук азоту, які є показниками забруднення води.

Мета і завдання дослідження. Метою виконаної роботи є дослідження формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Десни з просторовою та часовою характеристикою використаної гідрохімічної інформації.

Для досягнення цієї мети вирішували такі завдання: 1)узагальнення умов формування хімічного складу поверхневих вод під впливом

природних і техногенних чинників; 2) кількісна оцінка сучасного стану і зміни хімічного складу поверхневих вод басейну Десни за 2000-2007 рр.

Виклад основного матеріалу. У формуванні хімічного складу води Десни велике значення мають ряд факторів: перехід річки із заболоченої території (у верхів'ї) до майже незаболоченої (в середній і нижній течії); пересікання крейдових відкладів на ділянці Б. Присмара – Ветьма і Новгород-Сіверський – Шостка, де вона дренує водоносні горизонти мергельно-крейдової товщі; впадіння в річку на 352-му кілометрі від гирла найбільш повноводної притоки – Сейму, склад води якого відрізняється від хімічного складу вод Десни [5]. Вплив інших приток Десни на формування її хімічного складу незначна через малу водність.

Мінералізація води Сейму значно вища, ніж у Десні, так як в його живленні приймають участь високо мінералізовані гідрокарбонатно-натрієві води мергельно-крейдової товщі. В той же час в живленні Десни переважають водоносні горизонти четвертинних і третинних, а у верхній течії – верхньокрейдових відкладів [3].

В результаті дії всіх перелічених факторів вода Десни характеризується збільшенням мінералізації від витоку до гирла (рис. 1). Це обумовлено тим, що річка в середній течії перетинає крейдові відклади, а також впадіння більш мінералізованої води Сейму. Притоки, які впадають нижче Сейму, через малу водність суттєвого впливу на Десну не мають.

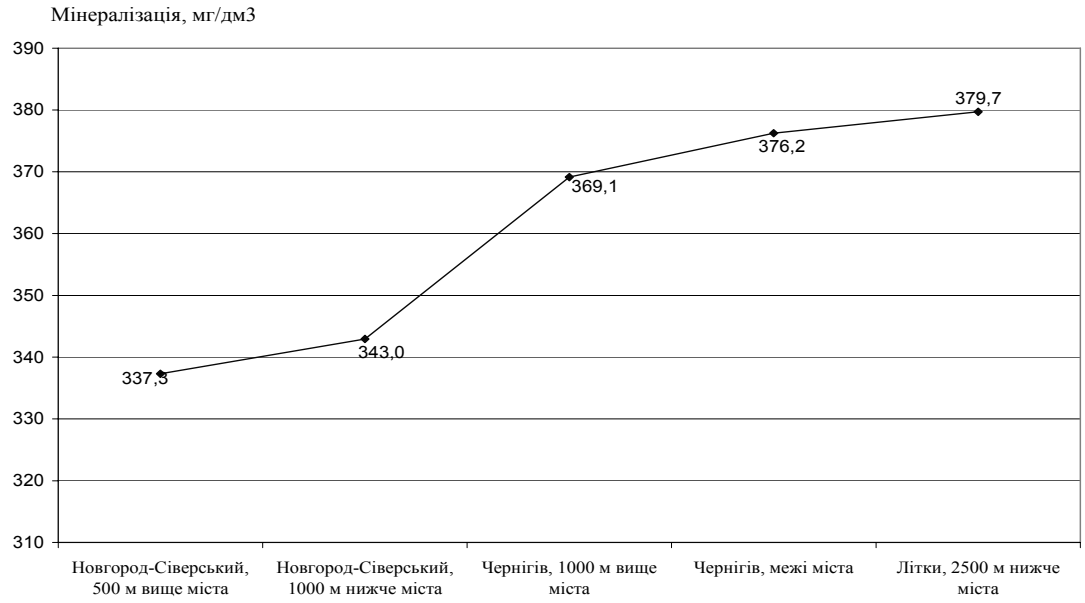


Рис. 1. **Зміна мінералізації води Десни по повздовжньому профілю річки**

Загальна мінералізація води на окремих ділянках р. Десна та її приток за досліджуваний період коливались у межах 293-584 мг/дм^3 (табл. 2). Її зміни в значній мірі залежать від гідрологічного режиму річки. Як відомо, гідрохімічний режим поверхневих вод визначається впливом цілої низки взаємозалежних факторів, в результаті чого простежується часова та просторова мінливість гідрохімічних показників. В роботах О.А. Алекіна,

показано, що такий зв'язок має складний характер і залежить від умов формування гідрологічного режиму річки [1]. Для дослідження умов формування хімічного складу вод на досліджених водозборах на прикладі р.Десни (м.Чернігів) та р.Снов (с.Носівка) проведена оцінка взаємозв'язків між мінералізацією, вмістом головних іонів та витратами води. Водність досліджених річок у 2000-2007 рр. була вищою за середньо-багаторічну. Проте для річок зони достатньої зволоженості водність року суттєво не впливає на характер зв'язку $\Sigma_i=f(Q)$, що пояснюється значним рівнем промитості грунтів від легкорозчинних солей і поповненням сольового складу річок в основному за рахунок важкорозчинних сполук гідрокарбонатів кальцію та магнію [9]. Проведений кореляційний аналіз виявив наявність зв'язку між витратами води і мінералізацією річок, при цьому коефіцієнти кореляції становили – 0,41 для р. Снов (с. Носівка) та 0,65 для Десни (м. Чернігів) (рис. 2-3).

Таблиця 2. **Вміст головних іонів та загальна мінералізація досліджених річкових вод басейну Десни за період 2000-2007 рр.**

Річка-пункт	Головні іони, мг/дм^3							Сума іонів, мг/дм^3
	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	
Десна - Новгород-Сіверський, 0,5 км вище міста	171-257	9-36	13-17	51-71	9-15	12-22	3-5	269-390
	213	19	16	60	12	15	4	338
Десна - Новгород-Сіверський, 1 км нижче міста	176-262	9-38	14-19	51-72	10-14	12-21	3-5	276-405
	216	20	16	60	12	16	4	343
Десна – Чернігів, 1 км вище міста	210-248	9-25	14-16	61-63	11-15	16-17	3-4	327-384
	233	21	17	64	13	17	4	369
Десна – Чернігів, в межах міста	228-251	9-31	14-21	65-68	10-14	16-31	3-4	348-380
	237	31	17	64	13	20	4	374
Десна – Літки, 2,5 км нижче села	230-250	9-29	15-20	63-65	10-15	16-22	4-5	361-392
	239	20	17	66	13	20	4	378
Головесня – Покошичі, 1,8 км нижче села	199-248	10-20	8-17	55-73	10-16	9-23	2-8	310-399
	243	14	11	61	13	14	4	357
Сейм – Мутино, 2 км нижче міста	215-317	8-37	18-38	53-90	14-19	23-32	4-6	372-500
	271	25	23	77	17	28	5	451
Снов – Носівка, в межах села	121-235	12-28	15-61	44-57	8-17	10-15	2-4	230-369
	172	22	22	50	12	13	3	293
Остер – Козелець, 0,6 км від зх. околиці села	246-424	16-44	18-25	80-92	15-31	27-44	4-6	541-630
	362	29	21	88	25	34	5	587

Примітка: над рискою – мінімальні та максимальні значення,
під рискою – середні значення.

Отримані результати дозволили зробити висновок, що формування хімічного складу річок басейну Десни визначається, у першу чергу, фізико-географічними умовами та гідрологічними режимом.

Для р. Десни – м. Чернігів встановлено статистично значимі зв'язки між мінералізацією води та вмістом домінуючих іонів HCO^-_3 та Ca^{2+} (рис. 4). Їх співвідношення характеризуються коефіцієнтом кореляції, який становить для HCO^-_3 іонів 0,95 та Ca^{2+} - 0,84.

Динаміка інших іонів (SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, Na^+, K^+) у воді Десни виражена менш чітко, але загалом співпадає із змінами мінералізації води. Концентрація іонів водню за значенням (pH) є одним з найважливіших показників якості вод, який впливає на хімічну рівновагу багатьох елементів і має велике значення для хімічних і біологічних процесів.

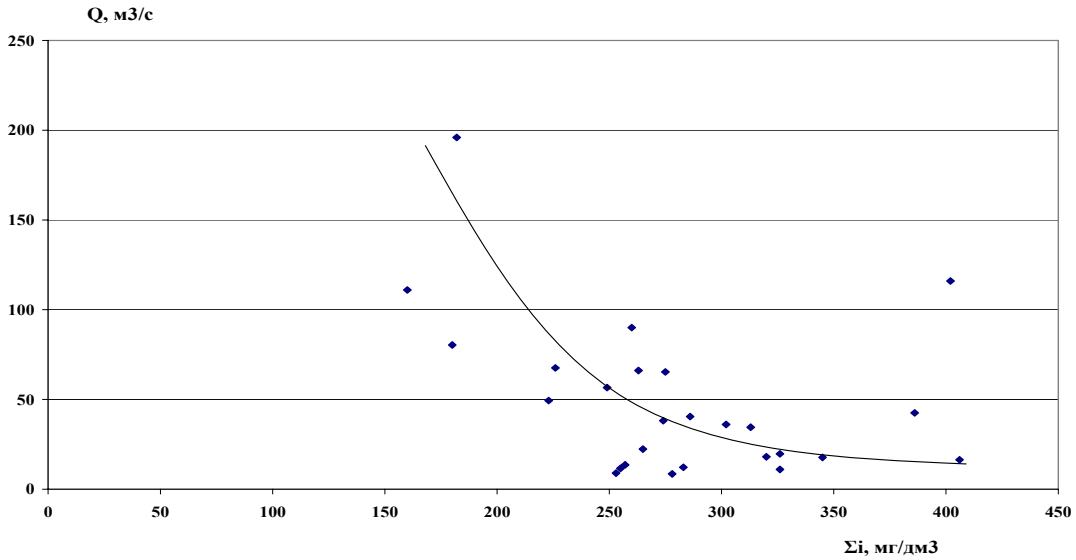


Рис. 2. **Залежність мінералізації від витрат води р. Снов** (с. Носівка)

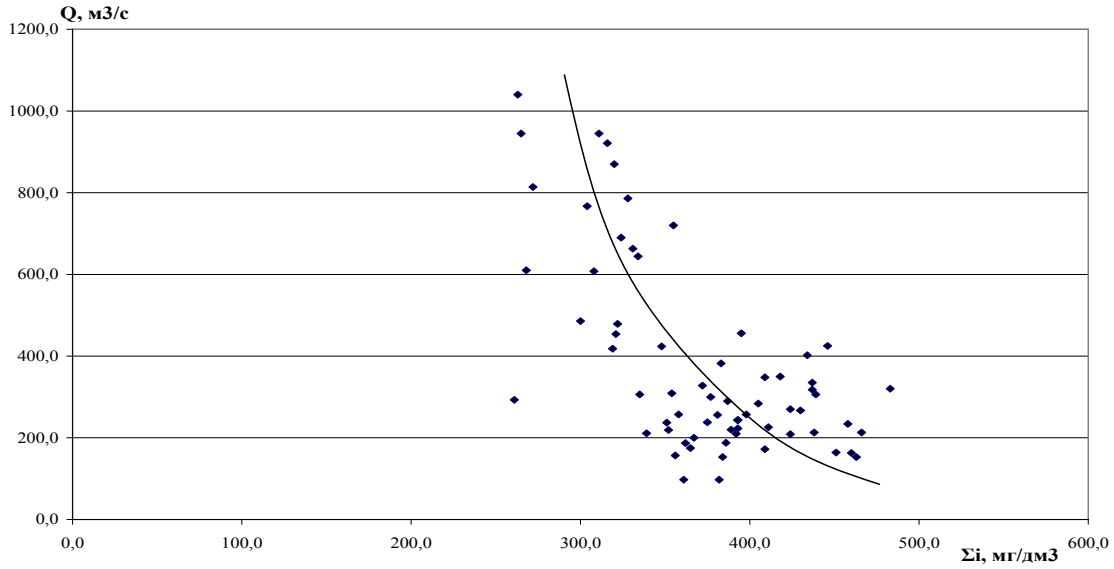


Рис. 3. **Залежність мінералізації від витрат води р. Десна** (м. Чернігів)

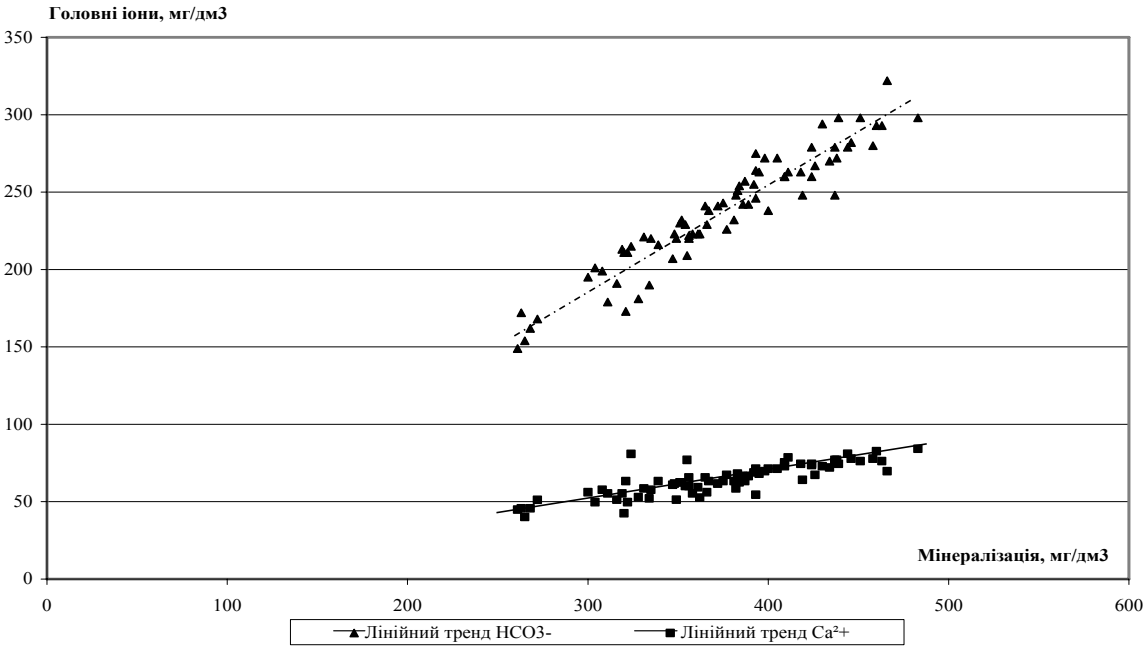


Рис. 4. **Залежність між мінералізацією води та вмістом домінуючих іонів HCO^-_3 та Ca^{2+} р. Десна –м. Чернігів протягом 2000-20007 рр.**

У роботах [7-8] відзначено тенденцію до збільшення величини pH. Особливістю басейну р. Десна є зменшення величини pH річкових вод. Як показали отримані результати, існує лінійна залежність (рис. 5), яка описує дану закономірність і має такий запис: У = - 0,044*Х + 7,7157. Величина pH у поверхневих водах басейну Десни за досліджений період змінювалася – від 7,48 у басейні Снову до 7,91 у басейні Сейму. Середньорічне значення вказаного показника змінювалося у значних межах: від 7,14 у 2002 р. до 7,90 у 2000 р. На нашу думку цьому сприяли підвищена водність, яка спостерігалася у басейні, та зменшення антропогенного впливу на склад води.

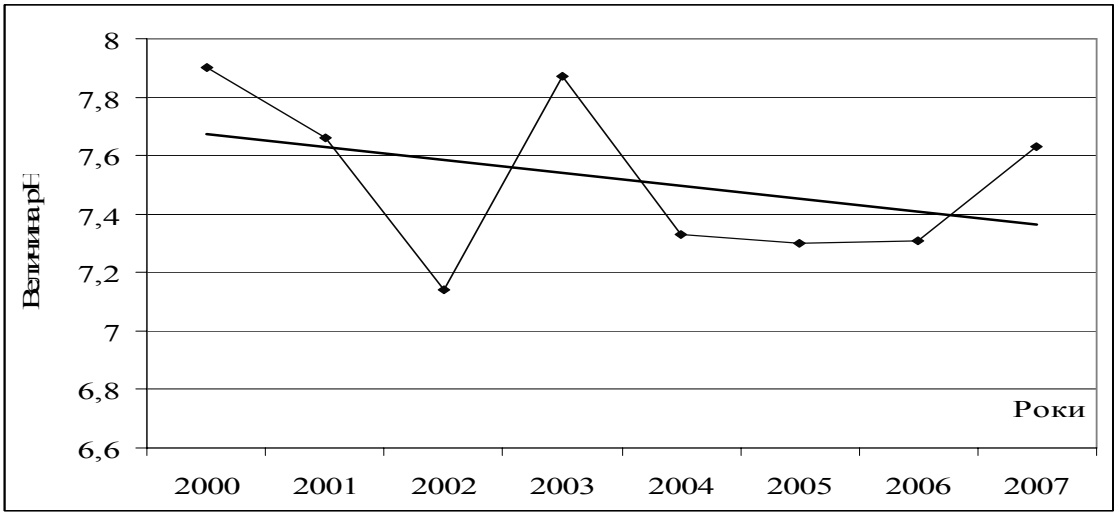


Рис. 5. **Динаміка зміни величини pH у басейні Десни протягом 2000-2007 рр.**[*]

[*] Примітка: ——— лінійний тренд; ◆ pH

Азот у поверхневих водах міститься у вигляді як мінеральних, так і органічних сполук. До мінеральних сполук азоту належать: азот амонійний (NH_4^+), азот нітритний (NO_2^-), азот нітратний (NO_3^-).

Вміст мінеральних сполук азоту у поверхневих водах за період 2000-2007 рр. змінювався у незначних межах - від 0,41 мгN/дм^3 у басейні Головесні до 0,53 мгN/дм^3 у басейні Остра. Середньорічні значення змінювалися від 0,38 у 2002 р. до 0,50 мгN/дм^3 у 2006 р. Аналіз даних багаторічних спостережень свідчить про збільшення у воді вміст мінеральних сполук азоту (рис. 6).

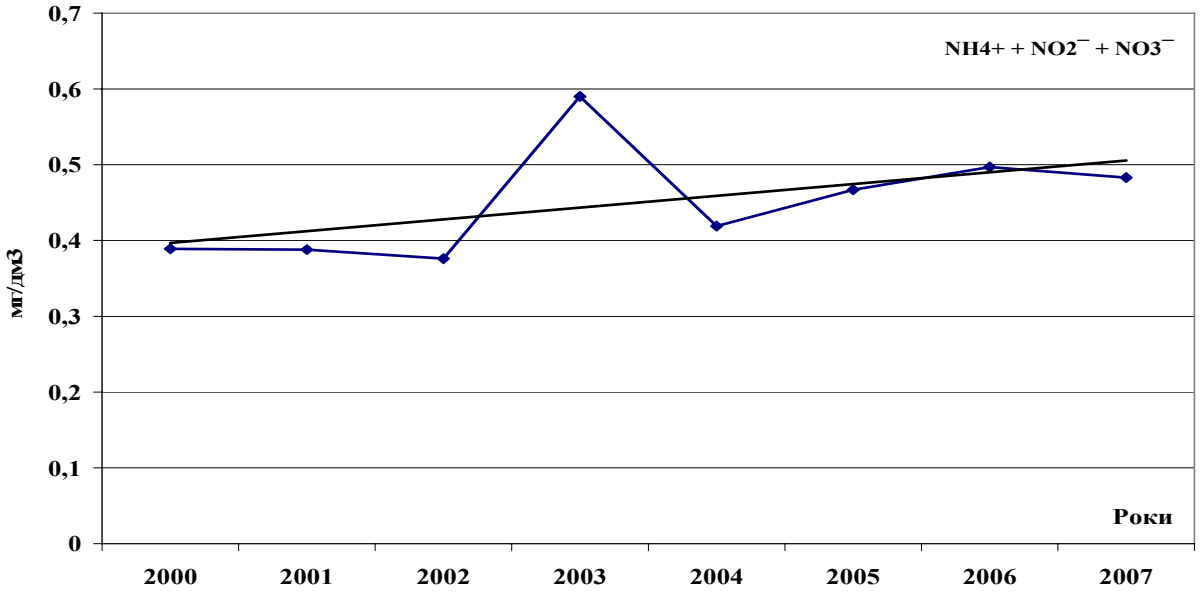


Рис. 6. **Динаміка мінеральних форм азоту у воді Десни за 2000-2007 рр.**

Для просторового розподілу мінеральних форм азоту по довжині річки характерне підвищення їх концентрацій нижче населених пунктів, що свідчить про надходження господарсько-побутових стічних вод різного, часто недостатнього ступеня очистки [6,10].

Вміст розчинених органічних речовин у поверхневих водах різноманітний і складний. При їх дослідженні використовують інтегральні показники, такі як окиснюваність, БСК$_5$, концентрація органічного вуглецю, фосфору, тощо. Біхроматна окислюваність у річкових басейнах Десни істотно не відрізнялася і змінювалася від 30,0 мгО/дм^3 у басейні Головесні до 34,3 мгО/дм^3 у басейні Остеру. Середньорічні величини БО коливалися у межах від 24,1 у 2003 р. до 39,3 мгО/дм^3 у 2006 р. Характерною рисою для вод басейну Десни є зростання БО, що пов'язано із підвищенням водності та додатковим вимиванням гумусових речовин із поверхні водозбору.

Висновки. Води Десни характеризуються збільшенням мінералізації від витоку до гирла. Це обумовлено тим, що річка в середній течії перетинає крейдові відклади, а також впадінням більш мінералізованої води Сейму.

Проведений кореляційний аналіз між витратами води і мінералізацією річок, а також між мінералізацією води та вмістом

домінуючих іонів HCO^-_3 та Ca^{2+}. У першому випадку коефіцієнти кореляції становили – 0,41 для р. Снов (с. Носівка) та 0,65 для Десни (м. Чернігів), у другому 0,95 для HCO^-_3 іонів 0,84 для Ca^{2+}. Таким чином, між даними показниками існує досить тісний зв'язок.

Особливістю досліджених вод басейну Десни є зменшення величини pH порівняно з попередніми роками.

Протягом останніх років виявлено тенденцію до збільшення у воді мінеральних сполук азоту. Просторовий розподіл мінеральних форм азоту по довжині річки характеризується підвищенням їх концентрацій нижче низки населених пунктів, що свідчить про надходження господарсько-побутових стічних вод різного ступеня очистки.

Список літератури

1. Алекин А.О. Основы гидрохимии / А.О. Алекин. – Л. : Гидрометеоиздат, 1970. – 444 с. **2.** Алмазов А.М. Гидрохимия Днепра, его водохранилищ и притокою / Алмазов А.М., Денисова И.А., Майстренко Ю.Г. – К.: Наук. думка, 1967. – 217 с. **3.** Горєв Л.М. Гідрохімія України / Горєв Л.М., Пелешенко В.І.,. Хільчевський В.К.. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с. **4.** Коненко А.Д.. Гидрохимическая характеристика малых рек УССР / А.Д. Коненко. – К.: Наук. думка, 1952. – 171 с. **5.** Маринич А.М. Природа УССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А.М. Маринич. – К. : Наук. думка, 1985. – 315 с. **6.** Нахшина О.П. Гідрохімічний режим р. Десни та вплив на нього промислових та побутових стічних вод / О.П. Нахшина, О.М. Алмазов // Десна в межах України. – К. : Наук. думка, 1964. – С. 19-35. **7.** Осадчий В.І. Особливості формування хімічного складу поверхневих вод України у 2000 р. / В.І. Осадчий // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. –С. 138-153. **8.** Осадча Н.М. Основні тенденції формування хімічного складу поверхневих вод України у 1995-1999 рр. / Н.М. Осадча, В.І. Осадчий // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2001. – Т.2. – С. 379-388. **9.** Пелешенко В.І. Загальна гідрохімія / В.І.Пелешенко, В.К Хільчевський. – К.: Либідь, 1997. – 384 с. **10.** Хільчевський В.К. Зміна концентрацій та стоку іонів у річкових водах Дніпра, Прип'яті, Десни під впливом антропогенних факторів / В.К. Хільчевський, В.І. Пелешенко // Вісник Київського університету. Сер. Географія. – 1987. – Вип. 29. – С. 50–53. **11.** Цитович В.С. Гідрохімічні дослідження Десни / В.С. Титович // Праці гідробіологічного ін-ту. – 1936. – № 12.

.

Особливості формування хімічного складу поверхневих вод басейну р. Десни

Притула Л.М.

Здійснено узагальнення даних про хімічний склад поверхневих вод басейну річки Десна за період 2000-2007 рр . Визначені основні тенденції, що обумовлені впливом природних і техногенних факторів.

Особенности формирования химического состава поверхностных вод бассейна реки Десни

Притула Л.М.

Осуществлено обобщение данных про химический состав поверхностных вод бассейна реки Десна за период 2000-2007 гг .Определены основные тенденции, которые обусловлены влиянием природных и техногенных факторов.

Features of forming of surface water chemical composition of river basin of Desna

Prityla L.

It has been carried out the generalization of information surface water chemical composition for period 2000-2007. Basic tendencies being determined by natural and man-caused factors have been discovered.

УДК 477.472(282.247.32)

СПОРУДИ БЕРЕГОУКРІПЛЕННЯ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОЙМИЩ ЯК РЕЗЕРВАТИ БІОТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ГІДРОБІОНТІВ

Зуб Л.М.
Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ

Ключові слова: *водосховище, берегоукріплювальні споруди, гідробіонти*

Постановка проблеми. Споруди берегоукріплення – техногенні елементи, будівництво яких є певним стресом для природи. Сьогодні вздовж 20% берегової лінії водосховищ Дніпровського каскаду споруджено більш ніж 750 км споруд берегоукріплення і дамб [1]. Проте з плином часу споруди берегоукріплення все більше освоюються біотою, перебирають на себе функції порушених біотопів і стають невід'ємною частиною функціонуючих водних екосистем. Піщані примиви, кам'яні висипки, буни, дамби, навіть залізобетонні плити є субстратом, на якому поселяються численні організми. З цього погляду споруди берегоукріплення сприяють збільшенню різноманітності прибережних ландшафтних комплексів та мілководних біотопів.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження складу гідробіоценозів споруд берегоукріплення проводили у липні–серпні 2003–2006 рр на ділянках Київського, Канівського та Кременчуцького водосховищ. На різнотипних за характером берегоукріплення мілководдях (піщані примиви, кам'яні відсипки, бетонні плити) були відібрані серії кількісних та якісних гідробіологічних проб (фіто-, зоопланктон, бентос, фітофільні угруповання) та зроблені описи угруповань вищих водних рослин. Дослідження проводилися за загальноприйнятими методиками [2, 3].

Результати досліджень. Усі ділянки досліджень є техногенно зміненими територіями, що знаходилися на етапі "натуралізації" - вторинного відновлення структури природних ландшафтів. Виділені наступні прояви "натуралізації":

– поступове заростання основ піщаних примивів зі сторони берега характерною псамофільною рослинністю, що є першими стадіями природної сукцесії, направленої на відновлення рослинності заплави;

– поступове закріплення берегової зони піщаних примивів заростями повітряно-водної рослинності, що є відновленням прируслових ландшафтів;

– поступове заростання піщаних мілководь, захищених спорудами берегоукріплення, угрупованнями водних рослин - формування мілководних ландшафтів;

– заселення та освоєння споруд берегоукріплення угрупованнями гідробіонтів, формування типових гідробіоценозів водосховищ.

Рослинний та тваринний світ цих ділянок формується за рахунок мешканців прилеглих мілководь водосховищ, але специфіка нових біотопів визначала в цих угрупованнях свої характерні риси.

Вищі водні рослини ділянок, що досліджувалися, представлені 39 видами судинних рослин. Флористичний склад прилеглих до споруд берегоукріплення мілководь значно збіднений у порівнянні з таким водосховищ, проте складений типовими для дніпровського каскаду видами. Ценотична структура заростей спрощена. Угруповання водних рослин мали свої специфічні риси: зарості були розріджені, фрагментарного і мозаїчного характеру. Навіть у тому разі, коли макрофіти утворювали типовий для мілководь екологічний профіль - кілька різних за складом смуг, що змінюють одна одну паралельно зміні градієнта глибини - в межах однієї смуги зарості були строкатими як за видовим складом, так і за проективним покриттям. Пояс рослин з плаваючими на поверхні води листками на усіх досліджених ділянках берегоукріплень відсутній, тоді як на мілководдях, прилеглих до стабільних берегів без берегоукріплення, на досліджених водосховищах цей компонент був звичним.

Можна прослідкувати наступні етапи становлення рослинності на ділянках з піщаними примивами: на тільки створені піщані мілководдя, де відсутня будь-яка рослинність вселяються куртини піонерних видів повітряно-водних рослин (*Butomus umbellatus, Schoenoplectus lacustris, Alisma plantago-aquatuca*), які створюють умови для заростання в подальшому піщаних відмілин очеретом та рогозами. Наслідком сукцесії стає закріплення рухомих прибережних пісків, покращення умов берегоукріплення, створення умов для вселення інших видів рослин та тварин. Мають місце і інші зміни: нестабільні піщані мілководдя, де активні вітро-хвильові процеси і на яких відсутні зарості водних рослин, поступово заростають розрідженими угрупованнями рдесників - *Potamogeton pectinatus, P. perfoliatus, P. lucens*, які з часом щільнішають і створюють умови для формування інших поясів макрофітів. Як наслідок - закріплення піску, акумуляція твердого стоку, гасіння хвиль, створення біотопів для вселення макробезхребетних, зростання цінності мілководь як угідь нересту та нагулу молоді риб.

Фітопланктон був представлений планктонними угрупованнями, притаманними прилеглим глибоководним ділянкам водосховищ. Водні плеса в районах споруд берегоукріплення характеризувалися багатим видовим різноманіттям водоростей. Домінували типові для дніпровських водосховищ види синьо-зелених, зелених та діатомових водоростей. На переважній більшості ділянок у ролі домінантів в альгоценозах виступали

діатомові водорості (*Melosira granulata, Cocconeis placentul*, *Stephanodiscus astrae* тощо). Відмічено ряд ділянок, де масового розвитку набували 2-3 види синьо-зелених водоростей (*Microcystis aeruginosa, M. elegans, Anabena flos-aguae),* що спричиняло "цвітіння" води. Кількісний склад угруповань на окремих ділянках коливався в межах 31–67 видів, величини біомас – 2–16 мг/л. Таке коливання біомаси пов'язане з уже згадуваним "цвітінням" води. За складом фітопланктону всі досліджені ділянки відносяться до *β*-мезасапробної зони, що свідчить про задовільну якість води.

Зоопланктон досліджуваних мілководь добре розвинутий і представлений коловертками, гіллястовусими та веслоногими ракоподібними. За показниками рясності майже у всіх випадках, незалежно від типу берегоукріплення, домінують пелагічні *(Polyphemus pediculus, Bosmina longirostris, Diaphonosoma brachyurum*) та еврибіонтні види *(Asplanchna priodonta, Brachionus diversicornis)*. На піщаних мілководдях, де сформувалися ценози водних рослин і має місце помірне замулення, зростає роль фітофільно-пелагічного та фітофільного комплексів (наприклад, пригреблева ділянка Канівської ГЕС). Для ділянок з кам’яної відсипкою характерні дещо більші якісні та кількісні показники зоопланктону. Видовий склад угруповань для різних типів берегоукріплень досить подібний, проте слід зазначити, що в зоопланктоні ділянок піщаних примивів суттєву роль відіграють представники ракоподібних понто-каспійського комплексу (*Podonevadne trigona, Cornigerius maeticus),* що підвищує кормову (для риб) цінність вказаних угідь. Типовою рисою кам’яних відсипок є зростання ролі в зоопланктоні личинок ще одного виду понто-каспійського комплексу – дрейсени. За показниками індексу сапробності усі досліджені ділянки відносяться до *β*-мезосапробної зони, що свідчить про відсутність тут забруднення стоками органічних речовин.

Угруповання макробезхребетних характеризуються збідненим фауністичним складом (7–11 видів на піщаних примивах та 3-7 видів на кам’яних відсипках). В обох випадках домінантами або субдомінантами виступають понто-каспійські гамариди (*Dikerogammarus vellosus*) та фітофільні хірономіди (*Cricotopus silvestris)*. Відмічається досить значна кількість молюсків на мілководдях обох типів берегоукріплення, зокрема в усіх пробах зустрічається *Dreissena polymorpha*. На піщаних примивах зростає роль двостулкових молюсків (*Unio pictorum*), де їхня біомаса сягає 20-50 г/м^2, тоді як на кам’яних відсипках – черевоногих зябрових молюсків (*Theodoxux fluviatilis*) (1–4 г/м^2). Майже в усіх випадках в угрупованнях макробезхребетних домінують донно-фітофільні види (до 98% за біомасою), серед яких згадувані уже молюски, а також хірономіди (*Paratanytarsus lauterbornii*). Фітофільна група також представлена хірономідами (*Cricotopus silvestris, Pentapedillum exectum*). В цілому структура угруповань макробезхребетних свідчить про хороші умови

середовища в районі берегоукріплення, зокрема про хороший кисневий режим протягом усього року.

Висновки. За гідробіологічними показниками (*β*-мезосапробна зона за фіто- та зоопланктоном [4]) умови середовища і, зокрема, якість води на досліджених ділянках цілком задовільна. Кисневий режим також сприятливий протягом усього року. Існуючі способи берегоукріплення не перешкоджають виникненню в зоні їхнього впливу екосистем і угруповань, структура і функціонування яких відповідають типу лімничих (озерних) і становлять певну цінність для нагулу молоді багатьох видів риб, включаючи промислових. Заходи берегоукріплення, проведені за прийнятими схемами, сприяють зростанню різноманітності мілководних біотопів. Все це позитивно впливає на протікання екосистемних процесів у водосховищах.

Дослідження показали, чим чіткіше проявляються риси "натуралізації" техногенної берегоохоронної споруди, тим краще вона виконує свої функції. При поєднанні інженерних та біологічних кріплень виконання цих функцій найефективніше. Це сприяє швидшому проходженню природних сукцесій, заселенню субстрату біотою і, як результат, збільшенню ефективності споруди і закріпленню берега. Ефективним бачиться поєднання кам'яних відсипок (або бетонних дамб) і піщаних примивів, намитих при їх основі. Формування піщаного примиву не лише сприятиме кращому закріпленню споруди, але і створить біотоп для проходження природних процесів заростання. З огляду на доцільність підтримання екологічного та ландшафтного різноманіття мілководь водосховищ бачиться оптимальним сполучення берегоукріплення способом піщаного примиву та створення кам’яних відсипок, а співвідношення протяжності обох типів має наближатися до 2:1.

Список літератури

1. Правила експлуатації водосховищ дніпровського каскаду. – К.: Генеза, 2003. – 176 с. **2**. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В.А.Абакумова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 239 с. **3.** Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР / В.М. Катанская. – Л. : Наука, 1981.– 185 с. **4.** Оксиюк О.П. Методические приемы использования эколого-санитарной классификации поверхостных вод суши / О.П. Оксиюк, В.Н. Жукинский // Гидробиол. журн. - 1983. - Т. XIX, № 5. - С. 63-67.

Споруди берегоукріплення дніпровських водосховищ як резервати біотичного різнооманіття гідробіонтів

Зуб Л.М.

Розглянуто роль різних споруд берегоукріплення як місце існування гідробіонтів. Відзначено, що у процесі «натуралізації» техногенні споруди беруть на себя функції втрачених мілководних біотопів. Найбільш ефективним для підтримання ландшафтного і біотичного різноманіття є поєднання піщаних примивів і кам'яних спопруд.

Сооружения берегоукрепления днепровских водохранилищ как резерваты биотического разнообразия гидробионтов

Зуб Л.Н.

Рассматривается роль различных сооружений берегоукрепления как местообитаний гидробионтов. Отмечено, что в процессе «натурализации» техногенные сооружения берут на себя функции утраченных мелководных биотопов. Наиболее эффективным для поддержания ландшафтного и биотического разнообразия является сочетание песчаных примывов и каменных сооружений.

The coastal fortifications of the Dnieper reservoirs as of hydrobionts habitats

Zub L.M.

The role of different coastal fortifications which support of hydrobionts habitats is observed. Most effective for maintenance of landscape and biodiversity is combination of sandy alluviums and stone buildings.

УДК 574.58 (282.247.322)

ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЗАРОСТЕЙ ВИЩОЇ ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ ЗАПЛАВНИХ ВОДОЙМ р. ПРИП'ЯТЬ У ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС (НА ПРИКЛАДІ ОЗ. ГЛИБОКЕ)

Зуб Л.М.

Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ

Ключові слова: *озеро, гідрологічний режим, вища водна рослинність*

Постановка питання. Заплавні водойми р. Прип'яті в зоні відчуження Чорнобильської АЕС займають третину площі території. До сьогодні вони залишаються одними із найнебезпечніших джерел водного виносу радіонуклідів, що пов'язано з акумуляцією у заплаві понад 43 % ^{137}Cs та біля 47 % ^{90}Sr, які випали на ґрунт у зоні в 1986 році [1]. З метою обмеження поверхневого стоку та винесення з ним радіонуклідів, у 1986-1993 рр. в 30-км зоні ЧАЕС в межах прип'ятської заплави було створено систему протипаводкових дамб і перемичок. Найбільшим масивом, обмеженим водоохоронними дамбами, є Краснянська заплава - водно-болотні угіддя на лівому березі Прип'яті, що утворилися в результаті меандрування Краснянського старика річки. Поміж його меандр існує понад 60 заплавних водойм різного розміру (у т.ч. тимчасових) загальною площею 1200 га.

Матеріал та методика дослідження. Розширене сліпе відгалуження старика, відмежоване дамбою, утворює найбільшу заплавну водойму території - оз. Глибоке, що характеризується надзвичайно високим вмістом радіонуклідів у всіх компонентах екосистеми та наявністю так званої смуги аномального забруднення на межі урізу води [2]. Воно ізольоване від інших водойм заплави, так як повністю обмежоване дамбами з метою запобігання його затоплення та вимивання радіонуклідів. Високі рівні забруднення разом із ізольованістю роблять озеро унікальним дослідницьким об'єктом. Озеро має форму краплини, воно завдовжки 1,2 км та шириною в найширшому місці 250 м, його площа складає 17 га.

Водойма інтенсивно заростає масивами вищої водної рослинності, що є одним з найактивніших біотичних компонентів водойми, здат депонувати та виводити із кругообігу радіонукліди. Саме тому метою наших досліджень було вивчення особливостей формування угруповань макрофітів водойми. Натурні дослідження проводилися на оз. Глибокому у липні-вересні 1998 р. та у серпні 2007 р. за загальноприйнятими методами [3-4].

Результати досліджень та їх обговорення. Будівництво комплексу протипаводкових дамб і деградація існуючих на час катастрофи меліоративних систем на ділянці лівобережної заплави р. Прип'яті спричинило наприкінці минулого століття зміну гідрологічного режиму цих територій і, як результат, зміну характеру заростання водойм заплавного комплексу. Відсутність проточного режиму на одамбованих територіях, зникнення весняних повеней і сезонних паводків призвело до застійних явищ, посилення процесів евтрофікації, заболочення і, пов'язаного з цим, посилення ролі водно-болотного флористичного комплексу. На водоймах заплави досить рідкісними стали угруповання річкового та озерно-заплавного комплексів. У 1998 р. загальною характерною рисою рослинного покриву водойм Краснянської заплави було переважання екотонних угруповань, в яких відзначалися як види-залишки річкових та озерних екосистем, так і види-індикатори посилення процесів заболочення [5].

У 1998 р. озеро інтенсивно заростало угрупованнями макрофітів, зарості яких займали більше половини водного дзеркала – приблизно 9.5 га; ценози повітряно-водних рослин поширювалися на 10% площі водойми, а угруповання саме водних рослин займали решту 45% (15 % рослини з плаваючими на поверхні води листками і 30% – занурені макрофіти). Видовий склад заростей макрофітів був типовий для заплавних озер; відзначено досить незначну кількість видів (24 видів), що представляли увесь спектр екологічних умов: види прибережної зони (*Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud, *Glyceria maxima* (Hartm.) Holmb, *Oenanthe aquatilis* (L.) Poir., *Sium latifolium* L), лімнофільний комплекс (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla, *Sparganium erectum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nyphaea candida* J.et C.Presl, *Polygonum amphibium* L., *Potamogeton natans* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *Stratiotes aloides* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Salvinia natans* (L.) All., *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid, *Lemna trisulka* L.), а також реофільний комплекс *(Potamogeton perfoliatus* L., *P. lucens* L., *Sparganium emersum* Rehm., *Sagittaria sagittifolia* L., *Butomus umbellatus* L.).

Основні масиви повітряно-водних рослин були зосереджені в районі підтоплення дамби та формували пояс вздовж усього периметра озера. Їх основу складали зарості рогозу *Typha angustifolia* з проективним покриттям (ПП) до 80-90%. Іншим видам гелофітів - *Schoenoplectus lacustris*, *Phragmites australis*, *Glyceria maxima* – належала незначна роль у

формуванні рослинного покриву озера, вони утворювали лише окремі невеликі плями заростей. Так само і *Sparganium erectum*, *Sium latifolium, Sagittaria sagittifolia* зустрічалися лише зрідка. Характерним було також формування рогозових та лепешнякових сплавин і рогозово-осокових боліт в зоні підтоплення водойми (загальною площею трохи менше 2 га).

Серед угруповань гідрофітів панівну роль на водоймі відігравали ценози *Stratiotes aloides*, що займали майже 20% площі водойми. Різак вздовж берега водойми під поясом рогозу формував потужні зімкнуті зарості (ПП до 100%), в нижньому ярусі цих угруповань звичними були *Ceratophyllum demersum* з ПП 1-5 (до 10) %, а також синузія рясок: *Spirodela polyrrhiza, Lemna minor, Salvinia natans* й *Hydrocharis morsus-ranae* з ПП до 10%. 10% площі озера займали угруповання з домінуванням *Ceratophyllum demersum* та *Myriophyllum spicatum*, проте останній вид значних за площею заростей не утворював. Вздовж берега спостерігалася вузенька (до 1 м завширшки) монодомінантна смуга, сформована *Hydrocharis morsus-ranae* (ПП 60–70%), в якій траплялися ряски, *Fontinalis sp.*, *Salvinia natans.* Сальвінія нерідко утворювала цікаву земноводну екоморфу – щільну компактну розетку листків на мулистих відкладах вздовж межі води.

Типовий заплавний озерний комплекс - зарості рослин з плаваючими листками – на водоймі займали не більше 15% площі і були представлені ценозами *Nuphar lutea+Nyphaea candida*. Вони формували змінодомінантні мозаїчні угруповання. Особливо варто відмітити значне поширення на той час на озері цікавих угруповань макрофітів - спільних різаково-глечикових заростей. Це зімкнуті (ПП до 100%) ценози з домінуванням різака і постійною присутністю глечиків жовтих (ПП 1-5%), представлених виключно земноводною формою (*f. terresre*). В угрупованнях відмічені ряски та поодинокі особини *Typha latifolia*, *Schoenoplectus lacustris*. На плесі озера зрідка зустрічалися плями *Polygonum amphibium* та *Potamogeton natans,* але їхня роль у формуванні рослинного покриву була незначна. ПП в угрупованнях не перевищувала 40-60%.

Наприкінці минулого століття будівництво дамби та повна ізоляція оз. Глибокого призвели до зміни гідрологічного режиму і, отже, характеру заростання водойми. Як наслідок – спостерігалося випадіння типового заплавного комплексу – угруповань рослин із плаваючими на поверхні води листками (*Nyphaea candida, Nuphar lutea, Potamogeton natans, Polygonum amphibium*). На водоймі не відмічалися і угруповання типового річкового комплексу, такі як ценози *Potamogeton perfoliatus, P. lucens*; відсутніми були і реофільні модифікації угруповань *Sagittaria sagittifolia, Sparganium erectum.* Натомість, відбувалося зростання ролі *Stratiotes aloides* у заростанні водойм; спільні різаково-лататтєві угруповання, найпевніше, на той час були екотонними, свідченням відмирання заплавного озера та його переходу у болотну екосистему. Загалом

спостерігалися тенденції до посилення заростання водойми та зміни її рослинності в сторону евтрофо-болотного комплексу.

Загальна картина заростання оз. Глибоке за останні 10 років набула деяких змін. Ізольованість водойми та відсутність господарського впливу на водозборі сприяли розвитку природних сукцесійних процесів, які, насамперед, призвели до збільшення площі заростей водних рослин приблизно на 5% від попередньої. Загалом, зарості вищої водної рослинності оз. Глибоке за цей період набули дещо більш лімнофільного характеру, що, очевидно, пояснюється частковим відновленням природного гідрологічного режиму заплави р. Прип'яті на цій ділянці. Значно зросли площі, зайняті угрупованням лататтєвих: з 15% у 1998 р. до 25% у 2007 р. Ценози *Nuphar lutea+Nyphaea candida* висунулися на плесо водойми, захопили нові біотопи. Значно скоротилися площі, порослі різаком (з 20% до 10%).Фактично зникли спільні угруповання різака та глечиків жовтих, які були відмінною рисою заростей макрофітів оз. Глибоке. Ускладнилася ценотична структура заростей макрофітів, самостійні ценози утворювали види, які раніше зустрічалися лише поодинокими екземплярами (*Potamogeton perfoliatus*, *Sparganium emersum, Sagittaria sagittifolia, Butomus umbellatus)*. Зменшилася загальна площа заростей повітряно-водних рослин, насамперед за рахунок трансформації частини рогозово-лепешняково-осокових боліт у зарості верболозу або перезволожену луку (майже половина площі підтоплення десятирічної давнини – 1,2 га – сьогодні перейшла в сухопутні ландшафти).

Сьогодні зарості макрофітів займають приблизно 60% площі озера (10,2 га), ще майже 1 га підтопленого узбережжя заростає болотним різнотрав'ям з домінуванням угруповань *Phragmites australis+Carex, Typha angustifolia+Carex, Glyceria maxima.* Ценотична структура угруповань макрофітів озера досить складна, проте із 15 виділених на водоймі асоціацій, угруповання лише 4, як і 10 років тому, формують більш як 90% зарослої площі: *Nuphar lutea+Nyphaea candida*, *Typha angustifolia*, *Stratiotes aloides*, *Ceratophyllum demersum.*

Висновки. Сучасна картина заростання оз. Глибоке є більш типовою для заплавних водойм басейну р. Прип'яті: старик інтенсивно заростає угрупованнями макрофітів, які формують серію поясів вздовж усього берега озера та плями-зарості мозаїчної структури по центру водойми. Домінують угруповання саме водних рослин. Наявність дамби, яка і надалі відмежовує озеро від Краснянського старика і формування зони підтоплення обумовлює суттєвий розвиток ценозів повітряно-водних рослин в північно-східному районі озера.

Список літератури

1. Чернобыльская катастрофа. – К. : Наук. думка, 1995. - 559 с. **2.** Радионуклиды в озерных экосистемах Краснянской поймы р. Припяти: содержание и распределение в биотический и абиотических компонентах / Гудков Д.И., Деревец В.В., Зуб Л.Н. и др. // Доповіді НАН України. - 2005. - №5. - С. 115-121. **3.** Александрова В.Д. Классификация растительности / В.Д. Александрова. - Л.: Наука, 1969. - 275 с. **4.** Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР /

В.М. Катанская. - Л. : Наука, 1981. - 185 с. **5.** Макрофиты зоны отчуждения Чернобыльской АЭС: формирование растительных сообществ и особенности радионуклидного загрязнения в условиях левобережной поймы р. Припять / Гудков Д.И., Зуб Л.Н., Савицкий А.Л. и др. // Гидробиол. журн. - 2001. - Т. 37, № 6. - С. 64-81.

Особливості трансформації заростей вищої водної рослинності заплавних водойм р. Прип′яті у зоні відчуження Чорнобильської АЕС (на прикладі оз. Глибоке)

Зуб Л.М.

Загальна картина заростання озера змінилася за останні 10 років. Ізольованість водойми, відсутність господарської діяльності на водозборі, часткове відновлення природного гідрологічного режиму сприяли розширенню площ заростей водних рослин та відновленню лімнофільного характеру заростання водойми.

Особенности трансформации зарослей высшей водной растительности пойменных водоемов р. Припяти в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (на примере оз. Глубокое)

Зуб Л.Н.

Отмечено, что общая картина зарастания озера изменилась за последние 10 лет. Изолированность водоема, отсутствие хозяйственной деятельности на водосборе, частичное возобновление естественного гидрологического режима способствовали расширению площадей зарослей водных растений и возобновлению лимнофильного характера зарастания водоема.

Peculiarities of high water plant vegetation transformation of flooded water bodies of Prypiat River in Chernobyl area (in Glyboke Lake as example)

Zub L.M.

It is pointed, that general image of Glyboke Lake overgrowing during last 10 years had changed: lake's isolation, in the absence of human impact, and particular recovering of hydrology conditions had caused increasing of total area of water vegetation and it's natural course.

УДК 574.5(28)

ТРАНСФОРМАЦІЯ СТРУКТУРИ БІОГЕОГРАФІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ГІДРОБІОНТІВ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНОГО ПРИАЗОВ'Я ЯК РЕЗУЛЬТАТ ПОСИЛЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

Вовченко М.М, Зуб Л.М., Васильківська О.Б.

Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ

Ключові слова: *лимани, гідро біонти, Північне Приазов'я, біогеографічні комплекси фауни*

Постановка проблеми. До початку масових гідромеліоративних робіт на півдні України понизові ділянки більшості Північноазовських річок були високопродуктивними природними об'єктами з багатою флорою і фауною, служили місцем нересту, нагулу, переживання та збереження найцінніших азовських риб [1–3]. Сьогодні ж склалася ситуація, коли естуарії річок Північного Приазов'я практично знищені,

екосистеми їх втрачені і ніякого значення у відтворенні риб Азовського моря не відіграють. Чи ненайдетальніше цей вплив та його наслідки досліджено на прикладі екосистем приазовських лиманів – Утлюцького та Молочного [4-6]. Головним висновком цих робіт є те, що господарська діяльність, позначившись на гідрологічних та гідрохімічних режимах водойм, призвела до створення нестабільної екологічної ситуації та спричинила зміну біотичного різноманіття. Продовжуючи дослідження у цьому напрямку, ми задалися метою прослідкувати трансформацію основних екологічних та біогеографічних комплексів гідробіонтів Утлюцького та Молочного лиману за останні 50-60 років. На базі зборів експедиційних виїздів у липні-серпні 2006-2007 р., використовуючи дані обробки колекційних матеріалів лабораторії біогеографії Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України (збори періоду 1960-1996 рр.) та аналіз літературних джерел, досліджено сучасну видову, біогеографічну та екологічну структуру фауністичних комплексів Молочного та Утлюцького лиманів.

Результати досліджень та їх обговорення. Утлюцький і Молочний лимани - це дельти понто-каспійських річок, які за походженням та способом утворення (за визначенням Щукіна І.С.) відносяться до дельт заповнення [1]. Річки Малий та Великий Утлюки і Молочна впадають у морські затоки. У випадку Утлюцького лиману затока вільно відкривається у Азовське море, а у випадку Молочного – відмежована піщаним пересипом, який починаючи з 1943 р. час від часу прориває морем. Головною особливістю фауни лиманів, які вирізняються серед естуаріїв приазовських річок підвищеною солоністю, є значний розвиток організмів, характерних Чорному морю і відсутніх у решті районів Азовського. Таке вселення чорноморських стеногалинних видів відбулося на початку древньоазовського часу, коли солоність Азова сягала 16-17 г/л [2].

Молочний лиман до 1943 р. був повністю ізольованою водоймою, солоність якої складала 50-60 г/л. За наявності постійного зв’язку з морем і ефективного функціонування прориву-протоки (1950-1960 рр., 1999-2000 рр.) солоність лиману складала 14-18 г/л, а в періоди короткочасної ізоляції – 22-24 г/л [6-7]. Прорив у піщаному пересипу, що відокремлював Молочний лиман від моря, у 80-90-ті роки минулого століття з метою покращення водообміну у лимані підтримувався штучно, проте за останні 10-15 років фактично не розчищався. Посилилося і беззворотнє водокористання в басейні річок. У 2002 р. за рахунок занесення прориву, з’єднання лиману з Азовським морем практично не відбувалося і солоність на окремих ділянках Молочного лиману сягала 40-50 г/л [4]. Відповідно до цих коливань змінюється і різноманіття гідробіонтів лиману [7-14].

Сучасний зоопланктон Молочного лиману характеризується значною збідненістю видового складу та високою чисельністю окремих груп. В гирлі р. Молочна переважаючою групою були коловертки з абсолютним

домінуванням *Brachionus urceus, B. plicatilis, B. bidentata*. Серед фонових видів відзначалися гіллястовусі та веслоногі ракоподібні (*Alona rectangula, Chydorus sphaericus, Eucyclops serrulatus*). Висока чисельність *B. urceus* - прісноводного широкопоширеного виду, який є індикатором забруднення води, вочевидь, відображала загальний стан пригирлової ділянки річки. Межею поширення цього комплексу були верхні ділянки лиману, де саме і відбувається змішування водних мас річки і лиману. Тут спостерігалося різке зниження загальної чисельності зоопланктону та зміна його видової структури. Верхньолиманні ценози з домінуванням коловерток на відрізку, де Молочний лиман розширюється, і далі в напрямку до моря, заміщувалися зооценозами, сформованими веслоногими ракоподібними, серед яких домінує середземноморський вселенець *Acartia tonsa*. Чисельність останнього збільшувалася у напрямку до моря, а в маловодне літо 2007 р., коли водойма відзначалась високими показниками солоності, цей вид був головним домінантом на всій площі лиману – від його верхніх ділянок і до пониззя. Висока чисельність *Acartia tonsa* обумовила високу загальну чисельність зоопланктону в середній та нижній ділянках Молочного лиману. Як фонові, у зоопланктоні середньої та нижньої ділянок були відмічені види родів *Metis* і *Halicyclops*. У зоопланктоні середньої ділянки також у великій кількості фіксувалися наупліальні личинки морського жолудя (*Balanus*).

Основу сучасного морського бентичного комплексу Молочного лиману складають організми середземноморського й антлантико-середземноморського комплексів - *Nephthys hombergii, Nereis diversicolor, Phyllodoce tuberculata, Ph. nana, Heteromastus filiformis, Mytilus galloprovincialis, Mytilaster lineatus, Cerastoderma lamarcki* та інші. Прісноводна фауна поширена лише у вершині лиману, де вона представлена такими видами: *Limnaea stagnalis, Radix ovata, Eurytemora velox, Haliplus fulvus, Hydrobius fuscipes, Cryptochironomus defectus, C. markowskyi, Endochironomus tendens, Glyptotendipes gripekoveni, Cricotopus silvestris, Chironomus plumosus.*

Утлюцький лиман також зазнав докорінних змін: наприкінці минулого століття нижче впадіння річки В. Утлюк було побудовано дамбу з метою створення великого рибогосподарського ставка, а в районі с. Атманай лиман перегороджено ще однією дамбою і верхня його ділянка сьогодні використовується як приймач стічних вод Запорізького металургійного заводу. У 2007 р. на цій ділянці лиману показник солоності води складав 39 г/л, тоді як нижче Атманайської дамби не перевищував 12-16 г/л. Будівництво дамби в Утлюцькому лимані призвело до глибоких порушень в природній системі річка-лиман. Насамперед сучасний зоопланктон в гирлі річки та на пригирлових ділянках лиману характеризується надзвичайно низькою загальною чисельністю. Схожа картина спостерігається і в середніх ділянках лиману. А на ізольованій дамбами верхній ділянці лиману (від верхів'я до Атманайської дамби) фіксується „мертва зона" – в пробах зоопланктону були знайдені лише поодинокі

екземпляри мертвих рачків. У гирлі р. В.Утлюк в зоопланктоні переважали гіллястовусі і веслоногі ракоподібні - *Eucyclops serrulatus, Mesocyclops crassus, Haicyclops sp., Alona rectangula*. Нижче Атманайської дамби і далі до моря зоопланктон був сформований веслоногими ракоподібними з домінуванням *Acartia tonsa*. За своєю структурою цей комплекс аналогічний комплексу зоопланктона в Молочному лимані, проте його чисельність була на один-два порядки нижче.

Основу бентичної фауни середніх та нижніх ділянок Утлюцького лиману складають середземноморські та атлантико-середземноморські види, такі як *Nereis succinea, Nereia diversicolor. Heteromastus filiformis, Hydrobia ventrosa, Mytilaster lineatus, Abra ovata* та багато інших. У вершині водойми в складі прісноводної фауни можна зустріти *Viviparus viviparus, Moina rectirostris, Acanthocyclops vernalis, Gammarus aequicauda, Hydrachna skorikowi, Libellula quadrimaculata, sigara sahlbergi, Glyptotendipes gripekoveni, Cricotopus silvestris, Esox lucius, Lota lota, Anguilla anguilla, Abramis brama, Lucioperca lucioperca, Perca fluviatilis*.

Природне видове різноманіття гідробіонтів, біогеографічні особливості зооценозів Молочного та Утлюцького лиманів протягом останнього часу визначалися переважним впливом Азовського моря. Проте на сучасному етапі гідролого-гідрографічні перебудови в регіоні позначилися на екосистемах водойм і спричинили зміни як видової, так і біогеографічної структури фауни. Так, гідротехнічне будівництво в Утлюцькому лимані стало причиною повної деградації екосистеми у вершині водойми, проте у 60-х роках минулого століття І.П. Луб'янов вказував на особливості пониззя р. В. Утлюк та верхів'я Утлюцького лиману, де спостерігалося збільшення видового різноманіття фауни безхребетних, тоді як для більшості малих річок Північного Приазов'я характерним було зниження кількості бентичних форм і груп, зниження їх кількісного розвитку внаслідок потужної акумуляції твердого стоку річок та замулення їх гирлових ділянок [14].

Молочний лиман у сучасних умовах перебуває в напівзакритому стані з тенденцією до погіршення хімічних показників якості води та стану іхтіофауни [5]. Розглядаючи зміни видового складу гідробіонтів та їхніх основних біогеографічних комплексів протягом останніх 60-ти років (табл.), можна відмітити не тільки певну перебудову біогеографічної структури фауни, але й втрату її індивідуальних рис.

У 1955-1960 та 1998-2000 рр., коли протока функціонує ефективно, зв'язок з морем забезпечує підтримання гідрохімічних показників на рівні 14-18 г/л, гідрофауна Молочного лиману відзначається найбільшим видовим різноманіттям (в літературних джерелах знаходимо дані про 54 види безхребетних для 60-х років [1,3, 10-14] і 101 виду для 2000-х [2, 6-9]). Збільшення кількості видів у 1998-2000 рр. пояснюється їх поступовим вселенням із Азовського моря [7]. Переважають морські та солонувато-водні види. Найчисельнішими є середземноморський та атлантико-середземноморський біогеографічні комплекс гідробіонтів (майже 60%

фауни). 15-16% фауни складають представники понто-каспійського комплексу. І якщо для середини минулого століття І.П. Луб'янов [12-14] наводить для Молочного лиману лише один вид мізид - *Mesomysis kowalewskyi*, то на кінець минулого століття їх список розширюється до 7 видів [7].

Таблиця. **Динаміка структури екологічних та біогеографічних комплексів гідробіонтів Молочного лиману протягом останніх 50-ти років**

% від загального числа видів	**1955-1960 рр.**	**1998-2000 рр.**	**2006-2007 рр.**
Екологічні комплекси			
морський	78	64	70
солонувато-водний	3	13	16
прісноводний	6	23	14
Біогеографічні комплекси, %			
атлантико-середземноморський	26	28	33
середземноморський	29	26	30
голарктичний	3	4	5
палеоарктичний		2	3
євросибірський	3	2	2
понто-каспійський	16	15	5
чорноморські ендеміки		3	
каспійський		2	1
види широкого поширення	23	18	21

У 2006-2007 рр., як і раніше, видова структура, кількісні показники та розподіл по акваторії гідробіонтів Молочного та Утлюцького лиманів визначалися переважним впливом водних мас моря. Проте зростання солоності води спричинило перебудову біогеографічної структури фауністичних комплексів. Насамперед втричі (до 5% від загального числа видів) зменшилася частка видів солонувато-водного понто-каспійського комплексу. Із фауни лиману зникла ціла низка представників цього реліктового комплексу: серед мізид - *Hemimisis anomala, Limnomysis benedeni, Paramysis baeri bispinosa, P. kroyeri, P. lacustris tanaitica,* , амфіпод - *Gmelina kusnezowi, G. costata, Dikerogammarus villosus, P. moeticus P. obesus P. robustoides,* а також чорноморські ендеміки - *Paramysis pontic, Dexamine spinosa.* Зросла частка широко поширених прісноводних видів.

Висновки. Визначальним фактором порушення фауністичних комплексів Молочного та Утлюцького лиманів є втрата зв'язку з водними масами Азовського моря, а також гідролого-гідрографічні перебудови річкової мережі й глибокі зміни у водному балансі Азовського басейну, наслідком яких стало різке зменшення водності та зростання засолення лиманів. Відмічена перебудова як видової, так і біогеографічної структури фауни та втрата її індивідуальних рис. Зміни полягають у тому, що скорочується прісноводна складова гідрофауни як за кількістю видів, так і за поширенням у межах регіону дослідження. Натомість поширюються

евригалинні морські та континентальні солонуватоводні форми, частина з яких не зустрічалася у цих водоймах раніше. Втричі зменшилася частка видів реліктового солонувато-водного понто-каспійського комплексу, зникли окремі ендемічні види; зросла частка широко поширених еврибіонтних видів.

Для пелагічного комплексу безхребетних Молочного й Утлюцького лиманів у 2006-2007 рр. характерним був масовий розвиток середземноморського вселенця *Acartia tonsa* Dana,1848. Як видно із публікацій А.Д. Губанової та І.Ю. Прусової [15-16], цей вид масово розвивається в Чорному морі з початку вісімдесятих років минулого століття, вселення виду в Каспійське море та його акліматизація були зафіксовані в 70-80-ті роки. Про вселення виду в Азовське море свідчать знахідки кількох екземплярів у 2000 році в Молочному лимані. Висока чисельність *A. tonsa* в літніх пробах зоопланктону Молочного лиману в 2007 р., наявність усіх вікових стадій свідчить про подальшу успішну акліматизацію виду в регіоні.

Список літератури

1. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Донная фауна дельт понто-каспийских рек / Ф.Д. Мордухай-Болтовской // Тр. Всесоюзного гидробиол. об-ва. – 1961. – Т. VIII. – С. 136-149. **2.** Поліщук В.В. Гідрофауна річок Північного Приазов'я та біогеографічні особливості Приазовської височини / В.В. Поліщук // Малі водойми України та питання їх охорони. – К.: Наук. думка, 1980. – С. 46-82. **3.** Біологічне обгрунтування розвитку кефального господарства Східного Сиваша і Молочного лиману // Праці Ін-ту гідробіології. – 1960. – Вип. 35. – 184 с. **4.** Іванова В.М. Особливості динаміки гідрологічних, гідрохімічних та гідроекологічних показників Молочного лиману на сучасному етапі / В.М. Іванова // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2006. – Вип. 255. – С. 185-192. **5.** Демченко В.О. Іхтіофауна та показники якості води Молочного лиману в зв`язку з рибогосподарським використанням водойми : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. Наук/ В.О. Демченко. – К., 2004. – 20 с. **6.** Антоновский А.Г. Сравнение малакофауны Молочного лимана и прилегающей зоны Азовского моря / А.Г. Антоновский, И.С. Митяй // Зоологічні дослідження в Україні на межі Тисячоліть. – Кривий Ріг, 2001. – С. 82-84. **7.** Антоновський О.Г.. Фауна бентосних і пелагобентосних ракоподібних гідрологічного заказника "Молочний лимасан" / Антоновський О.Г., Тітяй І.С., Демченко В.О. // Роль природно-заповідних територій у підтриманні біорізноманіття : матеріали наук. конф. (Канів 9-11 вересня 2003 р.). – Канів, 2003. – С. 188-190. **8.** Антоновский А.Г. Динамика видового состава зообентоса Молочного лимана / А.Г. Антоновський // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причорномор'я : мат. Межд. научно-практ. конф. – Тирасполь, 2001. – С. 13-14. **9.** Анистратенко В.В. Состав фауны моллюсков Азовского моря как функция его соленостного режима / Анистратенко В.В., Анистратенко О.Ю., Халиман И.А. // Доповіді НАН України. – 2007. – 4. – С. 161-166. **10.** Коваль Л.Г. Зоопланктон Молочного лиману / Л.Г. Коваль // Біологічне обгрунтування розвитку кефального господарства Східного Сиваша і Молочного лиману. Праці Ін-ту гідробіології. – 1960. – 35. – С. 138-142. **11.** Виноградова З.А. Зообентос Молочного лиману / З.А. Виноградова., К.О.Виноградов // Біологічне обгрунтування розвитку кефального господарства Східного Сиваша і Молочного лиману. Праці Ін-ту гідробіології. – 1960. – 35. – С. 143- 155. **12.** Лубянов И.П. Донная фауна р. Молочной / И.П. Лубянов // Зоол. журн.. – 1954. – XXXIII, 3. – С. 537-543. **13.** Луб'янов І.П. Нові дані про поширення фауни вищих ракоподібних (Malacostraca) в малих річках Північного Приазов'я / І.П.

Лубянов // Доповіді АН УРСР. – 1959. - № 11. – С. 1271-1274. **14.** Лубянов И.П. Некоторые особенности распространения донной фауны в малых реках Северного Приазо вья /И.П. Лубянов // Зоол. журн.. – 1961. – XXXIII, 3. – С. 537-543. **15.** Губанова А.Д. *Acartia tonsa* Dana в Чёрном море: появление, сезонная динамика и размерная структура / А.Д. Губанова // Экология моря. – 2000. – Вып. 51. – С. 55-58. **16.** *Acartia tonsa* Dana (Copepoda, Calanoida): новый вид в зоопланктоне Каспийского и Азовского морей / Прусова И.Ю., Губанова А.Д., Шадрин Н.В. и др.. // Вестник зоологии. – 2002. – 36, № 5. – С. 65-68.

Трансформація структури біогеографічних комплексів гідробіонтів лиманів Північного Приазов′я як результат посилення антропогенного впливу

Вовченко М.М., Зуб Л.М., Васильківська О.Б.

Вивчені змвни біогеографічних комплексів фауни безхребетних Утлюкського і Молочного лиманів Азовського моря, а також виявлені причиныы, що їх обумовлюють.

Трансформация структуры биогеографических комплексов гидробионтов лиманов Северного Приазовья как результат усиления антропогенного влияния

Вовченко М.Н., Зуб Л.Н., Васильковская О.Б.

Изучены изменения биогеографических комплексов фауны беспозвоночных Утлюкского и Молочного лиманов Азовского моря, а также выявлены причины, их обусловившие.

Structure transformation of hydrobiont biogeographical complexes of Northern part of Azov sea as a result of strengthening of the anthropogenic influence

Vovchenko M.M., Zub L.M., Vasilkovska O.B.

Changes of biogeographical complexes of invertebrate fauna of Utluksky and Molochny estuaries of Azov sea are generalized. Reasons which they were stipulated are exposed.

УДК 911; 551.351

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВОДОКОРИСТУВАННЯ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Бєлоусова Н.В.
Луганський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *водопостачання, водокористування, природокористування, екологічний стан, оптимізація*

Актуальність питання. Проблеми якісного водопостачання та раціонального водовикористання останнім часом набувають нового витка обговорення, починаючи від елементарної необхідності в питній воді до кількості використання об`ємів води у виробництві. При цьому науковці намагаються ураховувати поправку на зміни якості життєдіяльності людини та процеси, пов`язані з погіршенням загального екологічного стану довкілля. Особливу увагу привертають регіони з потужним різногалузевим промисловим комплексом, до яких можна віднести й Луганську область. Щільність розташування підприємств вугільної, хімічної, металургійної промисловості, машинобудування на півдні області й розвинена галузь АПК на півночі, призводить не тільки до трансформації навколишнього середовища, але й спричиняє значні проблеми з водопостачанням. А враховуючи той факт, що Луганська область користується переважно водами єдиної значної за об`ємом запасів водної артерії – Сіверський Донець, проблеми якісного водопостачання набувають значних розмірів.

Розгляд питань якісної води та раціонального її використання є для нашої області досить актуальними, оскільки використання запасів води відбувається все інтенсивніше. Якщо по річкам центральної та західної України існує доволі досконалий науково-обгрунтований матеріал, то дослідження Сіверського Дінця в межах Луганської області має хаотичний характер.

Зв`язок з останніми дослідженнями. Питання, які розглядаються в роботі є продовженням наукових робіт автора по визначенню, оцінці й аналізу водних ресурсів Луганської області та наданню оптимізаційних рекомендацій з раціонального водовикористання.

Мета і завдання роботи. Обов`язковою умовою для інтегрального вивчення трансформованих джерел водопостачання є визначення рівня впливу діяльності людини на водні ресурси території дослідження. Тому *метою* даної роботи є оцінка й аналіз впливу промислового комплексу на водні об`єкти Луганської області.

В якості *завдань* пропонуємо дослідження поверхневих і підземних вод за інтенсивністю їх водовикористання різними галузями виробничого комплексу області та змінністю їх хімічного складу, внаслідок значного освоєння.

Обговорення матеріалів дослідження. Розвиток суспільства й підприємств викликає все більше антропогенне втручання в природній режим поверхневих і підземних вод, ґрунтової й атмосферної вологи, призводить до перетворення природного режиму і якості вод, зміни динаміки вологообігу в цілому і динаміки багатьох природних процесів і явищ зокрема.

В умовах інтенсивного розвитку промислового й господарського комплексу області, який супроводжується збільшенням обсягів споживання води, особливе значення набуває задача раціонального використання, охорони й відновлення водних ресурсів.

Луганська область характеризується максимальною недостатністю, дефіцитом водних ресурсів, що підкреслювалось практично усіма дослідниками Донбасу (В.С.Попов „Гидрологический очерк Донецкого бассейна, 1930). У числі сучасних робіт з гідрології виокремлюються дослідження по водосховищам та ставкам (А.С.Пельтіхін, І.М. Соболєв, А.Д. Бєлуха), водним ресурсам уцілому і водогосподарському районуванню (В.Д.Давидов, О.І.Жадан, С.В.Пельтіхін, М.Л.Рева, А.П.Черних, В.П.Якімець, М.М.Панченко), підземним водам (А.В.Власовський,Т.Є.Стажевська, М.І.Беседа, Є.П.Котелевець та інші).

Серед річок Луганщини виокремлюють: а) Сіверський Донець з лівими та правими притоками; б) річки, які впадають безпосередньо в Азовське море (річка Міус та її притоки); в) річки басейну р. Тузлов. Всього по території області протікає понад 122 річки загальною довжиною 4556 км., у тому числі 6 річок, довжина яких перевищує 100 км. Середня густота річкової сітки складає 0,22 км/км^2, але в межах області цей показник змінюється за широтою: від 0,15 – 0,18 км/км^2. В басейні річки Сіверський Донець (середня густота лівих приток 0,9 – 0,19 км/км^2,правих 0,18–0,36 км/км^2) до 0,50 км/км^2, та трохи більше в межах Донецького кряжу.

Нерівномірність гідросітки в Луганській області пояснюється структурно – літологічною неоднорідністю субстракту, історією геологічного розвитку та кліматичними особливостями території області.

У зв`язку з недостатнім зволоженням більшої частини території, поверхневий середньорічний стік у цілому по області незначний і коливається від 450 млн.м^3 (у маловодні роки) до 1460 млн.м^3 (у багатоводні роки). В значних межах змінюється поверхневий стік і в окремих річках Луганської області (табл. 1).

В живленні річок головну роль відіграє кількість талих снігових вод та літньо–осінні дощі. Істотне значення в тривалому живленні багатьох річок мають ґрунтові води. В південній частині області багато річок протягом року поповнюються стічними водами промислових підприємств

та шахт. Такий антропогенний стік, внаслідок господарської діяльності людини, нерідко викликає не бажані зміни в природному гідрологічному режимі і якості поверхневих та підземних вод Луганської області.

Таблиця 1. **Середньорічні витрати води у річках Луганської області (по даним гідрологічних постів)**

Річка	Пост	Витрати води, $м^3/с$
Сіверський Донець	Лисичанськ	80,8
	Кружилівка	110,0
Лугань	Калиново	1,27
	Зимогір`є	6,85
	Луганськ	12,30
Деркул	Біловодськ	2,01
Червона	Червонопоповка	4,05
Велика кам`янка	Верхньогерасимівка	4,99
Ольхова	Луганськ	1,90
Євсуг	Петрівка	1,13

Сіверський Донець – джерело питного та технічного водопостачання, приймач стічних вод промислових підприємств, комунального та сільського господарства, а також шахтних вод. Довжина водотоку р. Сіверський Донець у межах області складає 265 км, а площа басейну водозбору – 98900 кв.км. На території області у р. С.Донець впадає 17 приток 1-го порядку, 60 приток 2-го порядку, 22 притоки 3-го порядку, 4 притоки 4-го та 5-го порядків. Головними притоками є річки: Красна, Борова, Верхньо –Біленька, Нижньо – Біленька, Айдар, Деркул, Велика Кам`янка та Кундрючя. У 2006 р. у Сіверський Донець скинуто 364,51 млн. $м^3$ зворотних вод із них 309,759 млн.$м^3$ забруднених при загальному обсягу скинутих у 2008 році стічних вод 449,373 млн.$м^3$, із них 382,779 млн.$м^3$ забруднених.

Гідрохімічний стан річки значною мірою залежить від її гідрологічного режиму. Середньорічні витрати води у створі міста Лисичанська склали в 2007 р. – 74,6 $м^3/с$, а у створі с. Кружилівка (перед кордоном з Ростовською областю Росії) – 102,1 $м^3/с$.

Для правильної оцінки динаміки якості поверхневих вод необхідне знання закономірностей формування їхнього складу в різних ландшафтних умовах з урахуванням антропогенних факторів пропонується метод дослідження, який можна назвати геосистемно – гідрохімічним (В.К.Хільчевський, 1996). Суть цього методу полягає в проведенні досліджень хімічного складу й стоку різних типів природних вод (атмосферних опадів, схилових, річкових, ґрунтових і підземних вод) на елементарних водозаборах (геосистемах) річок.

За результатами лабораторних досліджень гідрохімічний стан річки Сіверський Донець у прикордонному створі з Донецькою областю, на вході в Луганську область (питний водозабір с.Білогірівка), не відповідає нормативам гранично – допустимих концентрацій (ГДК) для водойм

рибогосподарського (далі р.г.) водокористування, а також санітарним нормам для водойм культурно-побутового (далі к.п.) водокористування. Перевищення ГДК по середньорічним концентраціям у цьому створі досягають від 1,7 ГДК (р.г.) по ХДК до 6,0 ГДК(р.г.) по марганцю, хоча клас якості води в 2000 р у порівнянні з попередніми (1999 р.) роками покращився від 5 – брудна (КІВЗ 4,044) до 4 – забруднена (КІВЗ 3,88) [1].

На ділянці річки від кордону з Донецькою областю до м.Рубіжне на стан річки негативний вплив спраляють скиди шахтних вод ДХК „Лисичанськвугілля",стічні води очисних споруд комунальних господарств мм. Привілля, Новодружевськ. На цій ділянці в річку Сіверський Донець впадає річка Красна, середньорічні показники забруднення якої нижче ніж р.Сіверський Донець. Гідрохімічний стан р. Красна у 2006 році порівняно з попереднім роком поліпшився. Річка Красна справляє позитивний вплив на гідрохімічний стан р. Сіверський Донець, тому у створі 0,8 км вище скидів стічних вод РВО „Краситель" м. Рубіжне, якість води в річці лише незначно відрізняється від прикордонного створу.

У створі 0,5 км нижче скиду стічних вод РВО „Краситель" та 1,4 км нижче скиду стічних вод Рубіжанським КТК у 2008 році не спостерігалось значного погіршення стану річки характерного для спостережень минулих років, що пояснюється зниженням виробничих навантажень цих підприємств і, як наслідок цього, покращення якості стічних вод цих підприємств по азоту амонійному, завислим речовинам, сухому залишку, залізу, сульфатам, кобальту, хрому (III).

У створі 0,5 км нижче скидів стічних вод Рубіжанського хімзаводу „Зоря", в порівнянні з попереднім створом, якість води погіршується по завислим речовинам, БСК-5, сухому залишку, хлоридам, сульфатам. У створі 0,5 км вище скиду стічних вод СДВПО „Азот" (м.Сєвєродонецьк) спостерігаються позитивні зміни у стані річки Сіверський Донець, що є наслідком розбавлення водами менш забрудненої притоки – річки Борова (зниження вмісту нітритів, сухого залишку, хлоридів).

На якість води Сіверського Дінця значно впливають скиди стічних вод ВАТ „Лисичанська сода", шахт ДХК „Лисичанськвугілля" (погіршення стану Сіверського Дінця спостерігається по нітратам, нітритам, завислим речовинам, залізу, хлоридам, сульфатам).

Певний вплив на загальний екологічний стан природних водойм справляє притока Сіверського Дінця – річка Айдар. У створі (гирло) вона забруднена понаднормативно по залізу загальному, цинку, сульфатам, марганцю, міді, нітритам, хрому (VI), азоту амонійному та хлоридам. Якість води у порівнянні з попередніми роками погіршилась, хоча в цілому відповідає 4 класу - забруднення (КІВЗ 3,85). Приблизно таке становище, стосовно забруднення води, спостерігається у створі нижче скиду Луганської ТЕС, м. Щастя. На відстані від м. Щастя до смт. Станично – Луганське основний вплив на екологічне становище справляє поверхневий стік і основна притока – річка Лугань. До неї попадають

скиди стічних вод підприємств міст Стаханов, Кіровськ, Брянка, Первомайськ, Алчевськ, Лутугіне та Луганськ.

Якщо на всьому відрізку р.Лугань гідрохімічний стан поверхневих вод відповідав 4 класу – забруднена (КІВЗ 3,75), то у створі річки (гирло) спостерігається понаднормативне забруднення водойми по залізу загальному, цинку, сульфатам, марганцю, міді, хлоридам і в цілому якість води відповідає 5 класу забруднення – брудна (КІВЗ 4,17), що пояснюється значним антропогенним навантаженням на неї. Основними забруднювачами є Луганське ДКП „Міськводоканал" і Краснодонське ВУВКГ, що справляють вплив по азоту амонійному.

Внаслідок роботи підприємства „Алчевський металургійний комбінат", стік води якого відбувається у р.Лозова та р.Біла, спостерігається погіршення показників по сухому залишку, нітратам, фосфатам.

Дві притоки Сіверського Дінця, що протікають по Луганській області – р. Велика Кам`янка та р. Кундрючя – додатково привносять забруднені стічні води з шахт ДХК „Ровенькиантрацит", ДХК „Антрацит", ДХК „Краснодонвугілля, ДХК „ Свердловантрацит" та з комунально – побутових підприємств Ровеньківського, Краснодонського та Свердловського ВУВКГ.

Протікаючи по Луганській області, річка Сіверський Донець додатково забруднюється по сухому залишку, завислим речовинам, залізу. По решті показників, незважаючи на збільшення концентрації на окремих ділянках річки, в прикордонному створі додаткового забруднення не спостерігається.

Таким чином, на якість і об`єми водних ресурсів з одного боку мають вплив природні особливості та фактори територіального розташування. Особливо в цьому відношенні виокремлюються палеогеографічні, орографічні особливості території і сучасні кліматичні умови. З іншого боку – високий півень експлуатації водних ресурсів водомісткими галузями промисловості, які мають розвиток у Луганській області: паливна, хімічна, нафтопереробна, теплоенергетична, електротехнічна, харчова, чорна металургія, машинобудування, комунально - побутове господарство.

За кількістю забруднених вод, до 1994 року, Луганська область вважалась найбільш екологічно небезпечною після Дніпропетровської, Донецької та Харківської областей. За даними Луганського філіалу інституту „Гідроводхоз", у річки й водойми області в 2008 році потрапило 986,76 млн.м^3 стічних вод, з них шахтно – руднічних – 298,69 млн.м^3. А можливість використання очисних споруд по області на 2008 рік складала усього 749 млн.м^3 [2].

З метою зарегулювання й раціонального використання прісних вод у Луганській області створено 486 ставків та водосховищ загальним об`ємом 278 млн.м.куб і сумарною площею дзеркала 8232 га. У середньоводний рік ставки та водосховища регулюють сток на 16%.

Велике значення мають ґрунтові води, які є одним із джерел живлення багатьох річок та джерелець, надаючи рослинам вологу та необхідні речовини, й широко використовуються в господарській діяльності населення. Водоносні горизонти підземних вод області формуються у відкладеннях різних геологічних формацій. Підземні води є джерелом живлення багаточисельних річок і озер, постачають вологу та речовину живлення рослин, широко використовуються для господарської діяльності та водопостачання населення.

Територія Луганської області розташована в межах артезіанських басейнів підземних вод першого порядку: Дніпровського, Донецько – Донського, Донецької гідрологічної складчастої зони. В Луганській області водоносні горизонти підземних вод присвячені відкладам різного віку та літологічного складу, але практичного значення набувають в основному види тріщинуватої вапняково – крейдяної товщі верхньої крейди, в меншій мірі - комплексу кам`яновугільних відкладів [2].

На цей час прогнозні ресурси підземних вод питного призначення в області складають 1,03 км^2/рік, експлуатаційні запаси становлять 0,64 км^2 /рік. Середня забезпеченість цією категорією підземних вод одного мешканця Луганської області - 299 м^3/рік (середня забезпеченість одного жителя України експлуатаційними запасами підземних вод складає 110 м^3/рік).

За даними Луганського регіонального управління водних ресурсів (далі ЛРУВР) в 2008 році обсяги забору води з басейну Сіверського Дінця в межах Луганської області становили 757,1 млн м^3. З загального обсягу забраної води на поверхневі джерела припадало 195,1 млн м^3 (26%), на підземні – 562,0 млн м^3 (74%). За даними „Схід ДРГП” на території області експлуатується більше 50 потужних водозаборів підземних вод.

Найбільші осередки забруднення підземних вод у Луганській області розташовані в районі підприємств Лисичансько – Рубіжанського виробничого регіону, м. Луганська та м. Щастя. Локальні осередки забруднення приурочені до проммайданчиків різноманітних підприємств, серед яких, у першу чергу, необхідно відзначити склади паливно–мастильних матеріалів (ПММ), полігони твердих побутових відходів (ТПВ), накопичувачі різного призначення, масивів зрошення сільськогосподарських угідь.

На сьогодні, внаслідок забруднення, переведені в розряд технічних водозабори Ново-Сиротинський, Заводський, Воєводівський, Лісова Дача, Линьовський, Світличанський, ряд свердловин Рубіжанського, Райгородського виведено з експлуатації водозабір №2 міста Луганська. Цей процес є наслідком фільтрації в питні водоносні горизонти забруднених річок та стічних вод, забруднюючих речовин з проммайданчиків підприємств, міських агломерацій, масивів зрошувальних сільськогосподарських земель та природних процесів забруднення.

Значний вплив на формування якості підземних вод внаслідок їх перетоку в підземні водоносні горизонти здійснюють поверхневі води і води шахтного водовідливу. Сучасне становище з використанням й очищенням стічних вод на 2008 рік по деяким показникам покращилось внаслідок часткового зменшення кількості великих підприємств (закриття, часткова експлуатація тощо) та коливання рівня потужності вугільної промисловості на Луганщині (закриття шахт, конверсія) [1].

Висновки. На нашу думку, основна причина такого кризового становища з водними ресурсами в тому, що десятиріччями область не мала можливості ініціативного господарювання. В таких умовах повністю ігнорувались інтереси населення й екологічного стану природного середовища, що в значній мірі зумовило розміщення та концентрацію різногалузевих підприємств на незначній території, нерідко не сумісних з регіональним водноресурсним потенціалом. Це зумовило зосередження на території області брудних, екологічно небезпечних підприємств, які використовують застарілі технології.

Подальший розвиток економічної сфери, комунально-побутового господарства області багато в чому залежить від того, як буде вирішуватись проблема водопостачання. Особливу тривогу викликає інтенсивне забруднення підземних (ґрунтових) р.Сіверський Донець) вод, які є основним джерелом питного водопостачання.

Список літератури

1. Бєлоусова Н.В. Еколого-ландшафтне обгрунтування проблем природокористування в Луганській області : монографія / Н.В. Бєлоусова, Т.А. Лешан. – Луганськ : Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2009. – 238 с. **2.** Річний звіт про стан навколишнього середовища в Луганській області у 2008 р.: [Під ред. Кошеля В.М.]. - Луганськ.. – 78 с.

Сучасні проблемии водокористування в Луганській області

Бєлоусова Н.В.

Проблеми якісного водопостачання і раціонального водокористування є досить актуальними, особливо для регіонів з потужним промисловим комплексом як Донбас, куди входиті і Луганська область. При наявності тільки одного крупного гідрологічного об'єкта – ріки Сіверський Донець (і понад ста дрібних річок), здійснюється колосальне використання водних ресурсів області з подальшим виникненням проблем чистої питної води, екологічно стабільної ситуації гідрологічних об'єктів, фізико-хімічної трансформації природних та штучних водних об'єктів тощо. Проблеми якісного водопостачання і максимальної переробки технічеської води виходять на перший план у регіоні.

Современные проблемы водоснабжения в Луганской области

Белоусова Н.В.

Проблемы качественного водоснабжения и рационального водопользования в последнее время стали довольно актуальными, особенно для регионов с мощным промышленным комплексом как Донбасс, в состав которого входит и Луганская область. При наличии только одного крупного гидрологического объекта – реки Северский Донец (и более ста мелких рек), осуществляется колоссальное использование водных ресурсов области с последующим возникновением проблем чистой питьевой воды, экологически стабильной ситуации гидрологических объектов, физико-химической трансформации природных и искусственных водных объектов и

т.д. Поэтому, проблемы качественного водоснабжения и максимальной переработки технической воды выходят на первый план в регионе.

The modern problems of water-use in Lugansk region

Belousova N.V.

The problems of qualitative water-supply and effective water-use for some time past very instant, specially for the regions with powerful industrial complex such as Donets Basin, which include the Lugansk region too. Such as the Lugansk region has only Siversky Donets hydrological system necessity of the region in water resources are growing. That`s why problems of quality water ang remaking technical water standing on the first plays.

УДК 556.5(477.52)

ГІДРОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНА СТРУКТУРА ВОДНИХ РЕСУРСІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Данильченко О.С.

Сумський державний педагогічний університет ім. А.С.Макаренка

Ключові слова: *водні ресурси, гідролого-географічна структура, поверхневі води, ріка, озеро, підземні води*

Постановка проблеми. Водні ресурси являють собою важливу частину природних ресурсів земної кулі до яких відносяться також біологічні, кліматичні, земельні, мінеральні, рекреаційні і т.п. У широкому ракурсі водні ресурси – це всі природні води Землі, які представлені водами річок, озер, водосховищ, боліт, льодовиків, водоносних горизонтів, океанів та морів. У більш вузькому розумінні, водними ресурсами вважають тільки ті види природних вод, які можна використовувати в даний час для певних господарських потреб і управляти їх режимом, а також ті води, які можуть бути використані у перспективі [4]. У такій трактовці водні ресурси – категорія не тільки природна, але і соціально-історична та є складовою частиною природно-ресурсного потенціалу, а отже, необхідна їх кількість і якість є важливою умовою сталого соціально-економічного розвитку регіону. Звичайно, кількість якісної води - надзвичайно гостре та актуальне питання для будь-якого регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проведений аналіз попередніх досліджень дає підстави вважати, що існують наукові дослідження з даної проблематики, які стосуються деяких регіонів України. М.М.Приходько аналізує кількісні та якісні показники водних ресурсів Івано-Франківської області [7]. Характеристику геоекологічної стійкості водних ресурсів розглядає в своїх дослідженнях Тімченко З.В. [8]. Теоретичні засади вивчення, використання, оцінки та охорони водних ресурсів викладені в працях науковців Данилишина Б.М., Дорогунцова С.І., Міщенка В.С., Хвесика М.А., Головинського І.Л., Кирпача І.М., Левківського С.С. [4, 5, 9].

Антропогенне навантаження на природне середовище, у тому числі і на таку його складову як водні ресурси, постійно зростає. Одним із важливих питань сьогодення є забезпечення господарства та населення якісною водою. Проведений аналіз досліджень щодо водних ресурсів, які проводяться провідними установами в Сумській області, дає можливість стверджувати, що проводиться статистичний збір даних та деякий їх аналіз, що потребують уточнення. Це зумовило необхідність розпочати глибоке, всебічне дослідження структури, якісного стану, забезпеченості, проблем використання та охорони водних ресурсів даного регіону.

Формулювання мети і завдань дослідження. *Об'єктом д*аного дослідження є водні ресурси Сумської області, а *предметом* дослідження – гідролого-географічна структура природних вод Сумщини. *Метою роботи* є всебічний кількісний аналіз гідролого-географічної структури водних ресурсів Сумської області. Для реалізації поставленої мети потрібно вирішити наступні *завдання*: дослідити гідрологічні характеристики поверхневих вод регіону (річок, озер, водосховищ та ставків), охарактеризувати найцінніший вид водних ресурсів – підземні води (ґрунтові та міжпластові води).

Викладення основного матеріалу. Сумська область розташована в межах двох фізико-географічних зон: лісової та лісостепової. Західна та південно-західна частини області знаходяться в межах Дніпровської низовини, а її східна та північно-східна частина - в межах Середньо-Руської височини. Помірно-континентальний клімат області та достатнє зволоження обумовили утворення досить густої річкової мережі та значних площ перезволожених земель на її території.

Згідно зі ст. 3 Водного кодексу України всі води (водні об'єкти) на території України становлять її водний фонд [3]. Водні ресурси Сумської області представлені поверхневими (річки, природні та штучні водойми – озера, водосховища та ставки) та підземними водами.

У гідрографічному відношенні вся територія області розташована в межах басейну Дніпра. Ріки регіону відносяться до річкових систем лівобережних приток Дніпра – Десни, Сули, Псла та Ворскли.

Загальна кількість річок на території області становить 1543 загальною довжиною 8020 км. Річкова мережа Сумської області включає одну велику річку (площа водозбору понад 50000 км²) – Десну (площа басейну становить 10860 км² в межах області, що становить 45,6 % території області). Ця річка протікає по межі Сумської та Чернігівської області на ділянці завдовжки 37 км. Середніх річок (площа водозбору 2001-50000 км²) на території області 6 – це Сейм (площа водозбору 6408 км²), Клевень (площа водозбору 2102 км²), Сула (площа водозбору 4440 км²), Псел (площа водозбору 5580 км²), Хорол (площа водозбору 564 км²) та Ворскла (площа водозбору 2970 км²). Загальна довжина яких у межах області складає 801 км (табл. 1). Кількість малих річок (площа водозбору до 2000 км²) – 1536 загальною довжиною 7170 км. Із них 195 річок завдовжки понад 10 км загальною довжиною 3946 км, 1001 річок

довжиною від 1 до 10 км, загальна довжина яких 2954 км. Струмків та річок довжиною менш 1 км на території області близько 340 – загальна довжина приблизно 282 км [2].

Таблиця 1. **Гідрологічна характеристика найбільших річок Сумської області**

Назва річки (велика, середня)	Площа басейну, км²		Довжина, км		Густота річкової сітки, км/км²	Середній похил русла, м/км²	Ширина русла (від... до...), м	Середні річні витрати води в гирлі, або у місці витоку за межі обл., м³/с	Середній багаторічний стік, млн. м³ за рік
	загальна	у межах області км²/% тер. обл.	загальна	у межах області					
Десна	88900	10860 45,6	1130	37	0,30	0,08	90-170	170-190	5760
Сейм	27500	6408 26,9	748	167	0,28	0,09	40-70	103,5	3267,5
Клевень	2662	2102 8,8	132	124	0,28	0,36	5-20	9,80	309
Сула	19600	4440 18,6	363	152	0,44	0,35	2-25	10,6	334
Псел	22800	5580 23,4	717	176	0,32	0,29	30-80	30,2	952
Хорол	3870	564 2,4	308	60	0,46	0,8	1-12	1,48	46,7
Ворскла	14700	2970 12,5	464	122	0,32	0,17	12-45	19,0	599
Разом по області	-	23850 100	-	838	0,35	-	-	-	-

Річкова мережа помірно розвинута, середня густота її становить 0,35 км/км², що майже співпадає з середньою густотою річкової мережі в Україні. Найбільш густа річкова мережа в басейні р. Сули – 0,44 км/км², найменша густота – в басейні Десни – 0,30 км/км².

По своєму режиму річки області відносяться до рівнинних. Поздовжні ухили рік незначні, що зумовлює їх повільну течію зі швидкістю 0,1 – 0,6 м/с. Річки області мають змішаний тип живлення, але все-таки переважає снігове, яке складає 50-65%. Помітну роль у живленні відіграють дощові води літньо-осіннього періоду, а також ґрунтові води. Річний хід рівнів води в річках характеризується високою весняною повінню, слабо вираженими дощовими паводками і низькою літньо-осінньою та зимовою меженню. Найбільша водність рік спостерігається весною, найменша – у літньо-осінній період, а також зимою, коли основним джерелом живлення рік являються ґрунтові води. На весняну повінь припадає від 50% (р. Івотка) до 67% (р. Сейм) річкового стоку за рік. В середньому ж на річках області повеневий стік складає близько 60 % їх річного стоку [2].

У зв’язку зі зменшенням вологості клімату області і відповідним зменшенням у її межах модуля стоку з півночі на південь з 4 л/с до 2 л/с з 1 км² у тому ж напрямку зменшується водність малих рік. Так, якщо серед

малих рік довжиною 10 – 20 км на півночі області, в зоні Полісся, майже немає пересихаючих, то в лісостеповій зоні серед річок вказаної довжини зустрічаються такі, що не мають постійного стоку.

Озер у Сумській області порівняно небагато (близько 500) майже всі вони знаходяться у річкових долинах – у заплавах рік та на низьких надзаплавних терасах. Кількісно переважають заплавні озера – стариці, які утворилися внаслідок переміщення річкових русел. Скупчення озер спостерігаються в заплавах Десни (Середино-Будський та Шосткинський райони), Сейму (Кролевецький та Путивльський райони), Псла (Сумський район) і Ворскли (Охтирський район). Озер на надзаплавних річкових терасах значно менше, ніж в річкових заплавах і розташовані вони досить рідко. Найбільше таких озер в долинах Сейму, Псла та Ворскли. На надзаплавних терасах розташовані такі озера, як Лебединське у м. Лебедин та Чеха (Чехова) у м. Суми, озеро у с. Спадщина Путивльського району та ін.

Переважна більшість озер у області невеликі за площею водної поверхні – до 10 га. Озер площею понад 10 га налічується 25. Загальна площа озер в області 2042 га, у тім числі озер площею понад 10 га – 623 га (табл. 2).

Таблиця 2. **Загальні дані про кількість і площу озер у басейнах основних рік області**

Річка, в басейні якої знаходиться озера	Кількість озер			Площа озер, га		
	у річкових заплавах	на річкових терасах	загальна	у річкових заплавах	на річкових терасах	Загальна
Десна	261	88	349	941	324	1265
Сула	14	-	14	39	-	39
Псел	81	13	94	395	75	470
Ворскла	65	15	80	189	79	268
Усього по обл.	421	116	537	1564	478	2042

Глибина озер невелика і в більшості випадків не перевищує 1,5-2,0 м, тому серед них багато заростаючих. Заростають навіть відносно великі за площею озера (10 і більше га). Переважна більшість озер має природне походження і лише невелика їх частина є штучними водоймами. Це вироблені торфокар'єри на річкових заплавах, серед яких мають площу понад 10 га, а також заповнений водою піщаний кар’єр в заплаві р. Псел на східній околиці міста Суми площею близько 150 га. Ці штучні водойми віднесені до озер у зв’язку з тим, що їх гідрологічний режим не відрізняється від режиму озер природного походження. Загальний об’єм води в озерах області порівняно незначний – близько 25 млн. м³.

До штучних водойм відносяться водосховища та ставки. Станом на 01.01.2006 року у Сумській області налічувалося 46 водосховищ, з яких 5 побудовані на середніх річках – Пслі та Ворсклі і 41 на малих річках. Серед них виділяють наливні, які розміщуються у річкових заплавах і не мають безпосереднього зв’язку з річковими руслами. Руслові водосховища на Пслі та Ворсклі знаходяться у межах русел цих рік і відмітки

нормального підпірного рівня (НПР) води в них нижчі від відміток поверхні річкових заплав. Усі інші руслові водосховища затоплюють заплави. Загальний повний об'єм водосховищ у області 102,74 млн. м³, корисний – 82, 14 млн. м³ (табл. 3). За площею водної поверхні та об'ємом води водосховища у Сумській області порівняно невеликі. До найбільших з них відносяться Карабутівське, Хорольське, Маловорожбянське та Косівщинське. Найбільше з водосховищ – Карабутівське або Ромен розташоване на р. Ромен у Конотопському районі. Воно має площу 502 га і повний об'єм 12,97 млн. м³. Хорольське, Маловорожбянське та Косівщинське водосховища за своїми розмірами значно поступаються Карабутівському. Їх площі відповідно становлять 167 га, 133 га та 240 га, а об'єми – 5,59 млн. м³, 4,35 млн. м³ та 4,10 млн. м³.

Таблиця 3. **Водосховища та ставки в басейнах основних річок області**

Басейн річки	Водосховища				Ставки		
	К-ть вдосхо-вищ	Загальний об'єм при НПР, млн. м³	Загальний корисний об'єм, млн. м³	Площа дзеркала при НПР, га	Кількість ставків	Площа водного дзеркала, га	Об'єм, млн. м³
Десна	22	69	57	2046,7	750	4893	49,8
Псел	14	35	91	1507,3	561	2756	33,8
Сула	7	27,01	40	1174,6	681	2013	25,7
Ворскла	3	4,69	26	170,6	183	1336	15,0
Усього по обл.	46	102,74	82,31	4899,2	2175	10948	124,31

До ставків відносяться штучні водойми, що мають повний об'єм води менше 1,0 млн. м³. Переважна більшість ставків у Сумській області утворені шляхом загачування поверхневого стоку і розташовані в руслах малих річок і струмків, а також в балках, які не мають постійних водотоків. Станом на 01.01.2006 року у Сумській області налічувалося 2175 ставків загальною площею водної поверхні 109,5 км² та загальним повним об'ємом води 124,3 млн. м³. В розміщенні ставків по території області є певна особливість. У північних районах області – в межах Полісся, а також у широких долинах рік Сейму та Ворскли їх кількість на одиницю площі території значно менша, ніж на решті території області, де балкова мережа більш розвинута і умови для їх будівництва більш сприятливі. Кількісно переважають невеликі та середні ставки з площею водної поверхні до 10 га та повним об'ємом води до 150-200 тис. м³. Більших ставків відносно небагато – близько 10% їх загального числа, у тому числі великих – з об'ємом понад 500 тис. м³ - 60.

З усіх видів водних ресурсів найціннішими для водопостачання є підземні прісні води. Підземні води діляться на ґрунтові і міжпластові. До ґрунтових вод відносяться води першого від земної поверхні водоносного горизонту. Глибина залягання їх рівня у Сумській області змінюється від 1-2 м в річкових долинах до 30-40 м на високих вододілах. Ґрунтові води живляться за рахунок інфільтрації в грунт поверхневих вод. Через

безпосередній зв'язок із поверхневими водами ґрунтові води відрізняються підвищеною ймовірністю забруднення і досить часто невисокою якістю. Ресурси ґрунтових вод незначні і вони у Сумській області для централізованого водопостачання не використовуються, у зв'язку з чим їх водоносні горизонти мають місцеве значення.

Міжпластові води – це води більш глибоких, ніж ґрунтові водоносних горизонтів, вони перекриті водотривкими шарами гірських порід і мають напірний характер. Вся територія Сумської області у гідрогеологічному відношенні знаходиться у межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, що має потужну товщу осадових відкладів, у яких зосереджено кілька водоносних горизонтів. У цьому басейні зосереджена майже половина всіх експлуатаційних запасів підземних вод України. Водоносними горизонтами підземних вод в області є водонасичені шари осадових пухких порід (переважно пісків) неогенового і палеогенового віку та біла крейда і піски крейдового віку. Глибина залягання горизонтів підземних вод у Сумській області, що використовується для водопостачання – від 50–60 до 600–700 м. Міжпластові води використовуються за допомогою артезіанських свердловин для централізованого водопостачання населення у містах і селах, а також для водопостачання промислових та сільськогосподарських підприємств.

Сумська область забезпечена підземними водними ресурсами в достатній мірі. Прогнозні ресурси підземних вод у Сумській області становлять 3,43 млн. м³/добу або 1251,5 млн. м³/рік. Затверджені експлуатаційні запаси складають 0,58 млн. м³ на добу або 210,8 млн. м³ на рік. Питомі прогнозні ресурси на одного жителя області складають 944 м³ на рік, експлуатаційні – 160 м³/рік. В області налічується 13 потужних підземних водозаборів з забором води більше 1 млн. м³/рік. Всі вони розміщені в 6 найбільших містах області: Сумах, Конотопі, Шостці, Охтирці, Ромнах та Глухові. У 2005 році з підземних горизонтів області було забрано для потреб населення та народного господарства 60,51 млн. м³ води, або 28,6% експлуатаційних запасі підземних вод.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Зроблений аналіз гідролого-географічної структури водних ресурсів Сумської області дозволяє зробити наступні висновки: сприятливе розташування області обумовлює утворення досить густої річкової мережі, створення штучних водойм та перезволожених земель (північ області) на території області. Одночасно серед малих рік існує ціла низка проблем: на території області зустрічаються річки, що не мають постійного стоку. Розглянуті кількісні показники поверхневих та підземних вод регіону дозволяють зробити висновки, щодо доброго водозабезпечення території. Розподіл водних ресурсів по території Сумщини можна назвати більш-менш рівномірним.

Звичайно, дане дослідження – це спроба кількісно охарактеризувати гідролого-географічну структуру водних ресурсів. Подальші дослідження будуть стосуватися якісної характеристики водних ресурсів Сумської області, особливо їх геоекологічного стану.

Список літератури

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с. **2.** Водний і меліоративний фонди Сумської області: Довідник. – Суми, 2006. – 128 с. **3.** Водний кодекс України. **4.** Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Міщенко В.С. та ін. – К. : РВПС України, 1999. – 716 с. **5.** Дорогунцов С.І. Водні ресурси України (проблеми теорії та методології) / Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Головинський І.Л. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – С. 219–223. **6.** Левківський С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів / С.С. Лемківський, М.М. Падун. – К.: Либідь, 2006. – 280 с. **7.** Приходько М.М. Водні ресурси Івано-Франківської області: забезпеченість, якість, проблеми використання та охорона / М.М. Приходько // Український географічний журнал.. – 2004. – № 1 – С. 22 – 27. **8.** Тімченко З.В. Оцінка геоекологічного стану водних ресурсів малих річок (на прикладі малих річок північного макросхилу Кримських гір) :автореф. дис. канд. геогр. наук З.В.Тімченко. – Сімферополь, 2000. – 22 с. **9.** Хвесик М.А. Водні ресурси і соціально-економічний розвиток у контексті ідей В.І.Вернадського / Хвесик М.А., Кирпач І.М., Степчин М.В. // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. - № 3.– С. 3–11.

Гідролого-географічна структура водних ресурсів Сумської області
Данильченко О.С.

Стаття аналізує кількісні показники водних ресурсів Сумської області. Особливу увагу приділяється гідрологічній характеристиці поверхневих вод: річкам, озерам, штучним водоймам, а також підземним водам.

Гидролого-географическая структура водных ресурсов Сумской области
Данильченко О.С.

Статья рассматривает количественные показатели водных ресурсов Сумской области. Особенное внимание уделяется гидрологической характеристике поверхностных вод: рекам, озерам, искусственным водоемам, а также подземным водам.

Hydrology-geographical structure of water resources of Sumy region
Danylchenko E.S.

The article dels wils quantitative characteristics of water resources of Sumy region. The special attention is paid to hydrology characteristic of surface water: rivers, lakes, artificial water bodies and ground water.

УДК 551.4; 504.4.06

ТРАНСФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ У РІЧКОВИХ СИСТЕМАХ БАСЕЙНУ СЯНУ

Дідич І.Б.
Львівський національний університет імені Івана Франка

Ключові слова: *мала річка, структура річкової системи, порядок річки, водотоки, трансформація річкової системи, забруднення річок*

Актуальність дослідження проблеми малих річок. Впродовж багатьох століть люди використовували водні ресурси для задоволення власних потреб. Але найбільшого антропогенного впливу вони зазнали в кінці XIX– на початку XX століття в результаті бурхливого розвитку

промисловості, сільського господарства, будівництва і транспорту. Найбільш чутливими до цього впливу стали малі річки, оскільки вони першими забруднюються, засмічуються та замулюються в результаті інтенсивного водозабору, скиду промислових та стічних вод, розорювання заплавних земель та вирубки лісів. Тому проблема захисту малих рік на сьогоднішній день є дуже актуальною, оскільки саме малі річки формують водний потенціал не лише окремого водного басейну, а й країни в цілому.

У поняття "мала річка" вкладають неоднаковий зміст не лише в різних країнах, а й в окремих регіонах однієї країни. Якщо у США до цієї категорії зачислюють рівнинні водотоки з площею водозбору до 4 000 км^2, то в Росії площа водозбору не має перевищувати 2 000 км^2, а довжина – 250 км для рівнинних районів [6]. В Україні під цим поняттям розуміють водотоки, довжина яких не перевищує 100 км, а площа водозбору – 2 000 км^2. Зрозуміло, що для південно-східних районів України річка завдовжки 100 км не відповідатиме поняттю "мала", а для північно-західних у це поняття нерідко входять і довші водотоки [6]. Водотоки довжиною до 100 км мають в Україні різні назви: струмки, потоки, малі річки.

Мала річка – природний об'єкт, який тісно пов'язаний із навколишнім середовищем і реагує на природні та антропогенні зміни його компонентів. Це складна система, до складу якої входять дрібніші водотоки та водозбірна площа, з якої формується стік.

За . Алексєєвським (1981), мала річка – це інтуїтивно виділений етносом водний об'єкт завдовжки 10 - 200 км і площею водозбору 1- 10 тис. км^2 з особливим (характерним) гідрологічним процесом, що відображає переважний вплив місцевих чинників на формування стоку.

В Україні на малі річки припадає майже 50% водних ресурсів Ці річки інтенсивно використовують у сільському господарстві, рекреації, житлово-комунальному секторі, риборозведенні. Понад 90% малих річок належить до басейнів Чорного й Азовського морів, 5% – до басейну Балтійського моря (басейну Вісли) [4].

Стан вивченості проблеми. Протягом багатьох років проблемами малих річок займається багато вчених та наукових інститутів, зокрема, Київський національний університет імені Тараса Шевченка (кафедра гідрології та гідроекології, професори В.К. Хільчевський, О.Г.Ободовський), Львівський національний університет імені Івана Франка (біологічний факультет – проф. Ялинська, географічний факультет кафедра конструктивної географії та картографії, д-р геогр. наук, проф. І.П. Ковальчук, а також кафедра охорони природи та раціонального використання природних ресурсів – проф. С.І. Кукурудза), Харківський університет (кафедра геоекології), Чернівецький університет (кафедра гідроекології, водопостачання та водовідведення – проф.. Ющенко Ю.С., проф. Кирилюк М.І.), Одеський екологічний університет (д-р геогр. наук Н.С. Лобода, д-р геогр. наук., проф. Є.Д. Гопченко та ін.), вчені Українського науково-дослідного інституту водно-екологічних

проблем (УНДІВЕП), зокрема акад. ААН України, проф. А.В. Яцик, д-р геогр. наук В.І. Вишневський та ін.

Значний внесок у розвиток гідрологічних та гідроекологічних досліджень, пов'язаних із вивченням великих та малих річок, зробили вчені Російської Федерації, а саме – школа Московського державного університету імені М.В. Ломоносова – (професори М.І. Маккавеєв, Р.С. Чалов, М.І. Алексєєвський та інші), а також Державного гідрологічного інституту (м. Санкт-Петербург) – В. Глушков, Б.Д. Сніщенко, І.В. Шикломанов та інші, гідрологи Сибірського відділення Інституту географії РАН (проф. Л.М. Коритний та ін.).

Серед багатьох напрямів досліджень значну увагу приділяють вивченню багаторічних тенденцій зміни параметрів структури річкових систем, її трансформації під впливом природних та антропогенних чинників.

У регіональному еколого-геоморфологічному аналізі флювіальних басейнових систем важливе місце відводиться вивченню структури річкових систем, її трансформації під впливом ерозійно-акумулятивних процесів і господарської діяльності людини, оцінці зміни стану малих рік та природно-господарських басейнових систем [3]. Хоча останнім часом зросла кількість публікацій, присвячених проблемам малих річок, вони й досі недостатньо вивчені в екологічному та гідроекологічному плані.

Об'єктом даного *дослідження* виступає річка Вишня та її притоки. Річка є правою притокою Сяну, перетиняє Надсянську рівнину на півдні, протікає в західному напрямку, а на заході – в північно-західному. Вона бере початок західніше села Мокряни на висоті 255 м над рівнем моря і впадає в р. Сян з правого берега за 137 км від гирла. Ширина долини не перевищує 4-5 км, вона має симетричну будову – пологі правий та лівий схили з незначною крутизною. В долині добре виражені друга надзаплавна і перша (заплавна) тераси. Тераси розчленовані балками і ярами, невеликими горбами та іншими ерозійними формами.

Басейн р. Вишня розташований у Надсянській моренно-зандрово-алювіальній рівнині. Максимальна його висота становить 260 м [2]. Абсолютні висоти Надсянської рівнини невеликі й коливаються в межах 230 - 250 м [1].

Рельєф району слабкогорбистий. Це знижена, злегка хвиляста, складена переважно флювіогляціальними та алювіальними пісками рівнина. Піски залягають у вигляді зандрових полів та слабко виражених дюн [2].

Надсянська рівнина – один з найтепліших районів Передкарпаття. Височина Розточчя захищає її від північних холодних вітрів [1]. Клімат басейну помірно континентальний, з переважанням західного перенесення атлантичного повітря.

Найбільшими притоками річки Вишня є Вишенька, Раків, Сечня, Хоросниця, Глинець, потік Чорний, потік Зелений та ін. Долина річки у верхів'ї V-подібна, на іншій частині басейну переважно трапецієвидна.

Унаслідок нераціонального використання водних ресурсів малих річок басейну за останні 20 - 30 років відбулися значні зміни у структурі річкової мережі, якості вод, інтенсивності руслових процесів, а також у господарській діяльності на водозборах [1].

Фото 1. **Розораність заплави річки Вишня в м. Судова Вишня** (фото автора)

Методика дослідження трансформаційних процесів. Для оцінки зміни структури річкової системи басейну річки Вишня найбільша увага приділялась таким досліджуваним параметрам, як загальна довжина різнорангових водотоків ($\sum l_{заг}$), загальна кількість водотоків ($\sum n_{заг}$), довжина водотоків кожного порядку у річковій системі ($l_n,...l_1$), кількість водотоків кожного порядку у річковій системі ($n_n,...n_1$), коефіцієнт трансформації ($К_{тр}$) та ін. [3].

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

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

порядку, а також площа водозбору всієї річкової системи, його ширина, довжина й форма [3].

Для оцінки масштабів трансформації річкової мережі басейну р. Вишні була використана схема ранжування річок у річковій системі, запропонована Стралером–Філософовим, відповідно до якої водотоком першого порядку вважається річка, яка не приєднує до себе інших приток [5].

Метою структурного аналізу річкових систем було виявлення річок, які припинили існування як постійні водотоки та перейшли в категорію балок, суходолів; виявлення річок, які змінили порядок та визначення їхньої довжини; визначення кількості різнопорядкових річок у річковій системі станом на 1975 і 2000 р.; аналіз структури річкової системи й тенденції її зміни за цей період.

Для вирішення поставленої мети використовували різночасові топографічні карти масштабу 1:100000, на підставі яких був здійснений підрахунок кількості річок різного порядку в головній річковій системі та в її підсистемах, вимір довжини річок кожного порядку. На основі виконаних робіт складено таблицю, яка характеризує структуру гідрографічної мережі р. Вишні станом на 1975 і 2000 рр. та її зміни (табл. 1).

Таблиця 1. **Кількість та довжина річок різних порядків у річковій системі басейну р. Вишня**

Порядок річки	*1975*				*2000*			
	кількість водотоків		довжина		кількість водотоків		довжина	
	од.	%	км	%	од.	%	км	%
I	389	19,6	325,4	24,6	371	76,8	484	58,6
II	88	17,3	178,9	6,7	81	16,8	171	20,7
III	23	4,5	209,9	15,9	23	4,8	86,8	10,5
IV	6	1,2	42	3,2	7	1,4	49,7	6
V	2	0,4	22,2	1,7	1	0,2	34	4,1
VI	1	0,2	38,3	2,9	-	-	-	-
I-VI	509		781,7		483		825,5	

Дослідження проводилось в три етапи: підготовчий, польовий та завершальний. На підготовчому етапі роботи здійснювався пошук топографічних та тематичних карт 1975 та 2000 року із зображенням гідрографічної мережі, лісів, населених пунктів, сільськогосподарських угідь та інших об’єктів, які можуть впливати на стан річкових систем; проводилася класифікація та підрахунок кількості водотоків кожного порядку у головній річці та притоках за схемою Стралера-Філософова;

вимірювання довжини водотоків кожного порядку та складання таблиць і схем, які показують зміну структури річкової мережі за останні 25 років.

На другому етапі здійснювалось детальне вивчення стану басейну і русла річки Вишня, документування напруженої та кризової ситуації у притоках та головній річці, а також визначення усіх господарських об'єктів, які негативно впливають на екологічну ситуацію басейну; проводився збір детальної інформації про якість води в річці Вишня та її притоках і наявність системи водоохоронних та організаційних заходів, які спрямовані на покращення екологічної ситуації в басейні.

На завершальному етапі досліджень здійснювалось вивчення, систематизація та узагальнення отриманої інформації та визначено масштаби трансформації річкових систем. У басейні річки Вишні зроблено оцінку впливу природних та антропогенних чинників, які впливають на зміну структури річкової мережі та подано перелік рекомендацій щодо покращення екологічної ситуації та відновлення природного потенціалу малих річок басейну Вишні.

Результати досліджень. За нашими підрахунками, що ґрунтуються на морфометричному дослідженні різночасових (1975, 2000рр.) топографічних карт масштабу 1: 100 000, отримано параметри структури річкової системи, які наведено в таблиці 1. Згідно з результатами досліджень, кількість річок у річковій системі басейну Вишні протягом 25 років зменшилась на 5,1%. Аналогічні зміни відбулися і з довжиною річок (рис.1, 2). Зазначимо, що через різноманітність рельєфу басейну в разі нераціонального використання схилів річкових долин тут доволі інтенсивно розвиваються ерозійні процеси.

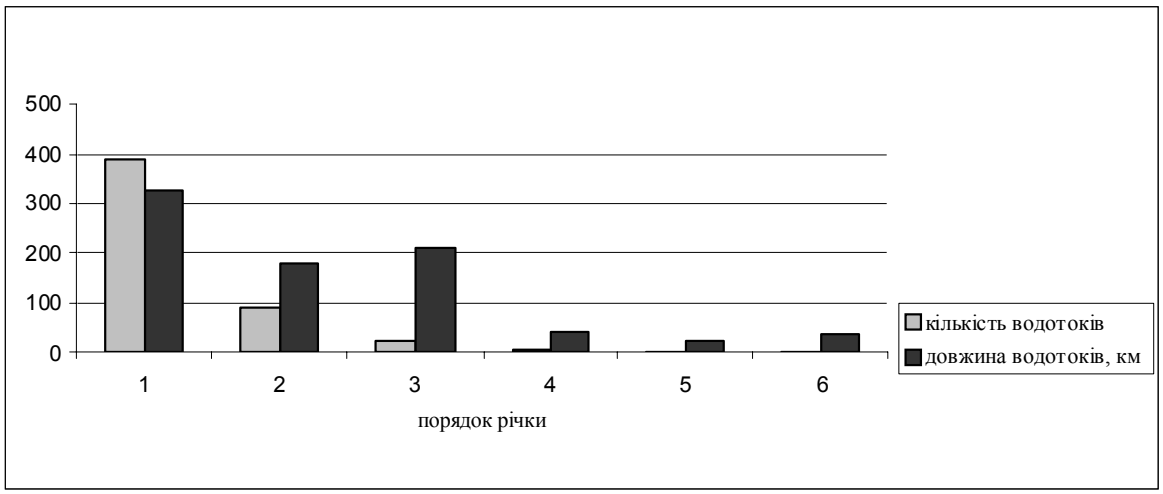


Рис. 1. **Динаміка кількості і довжини водотоків у річкових системах басейну р.Вишня (1975р.)**

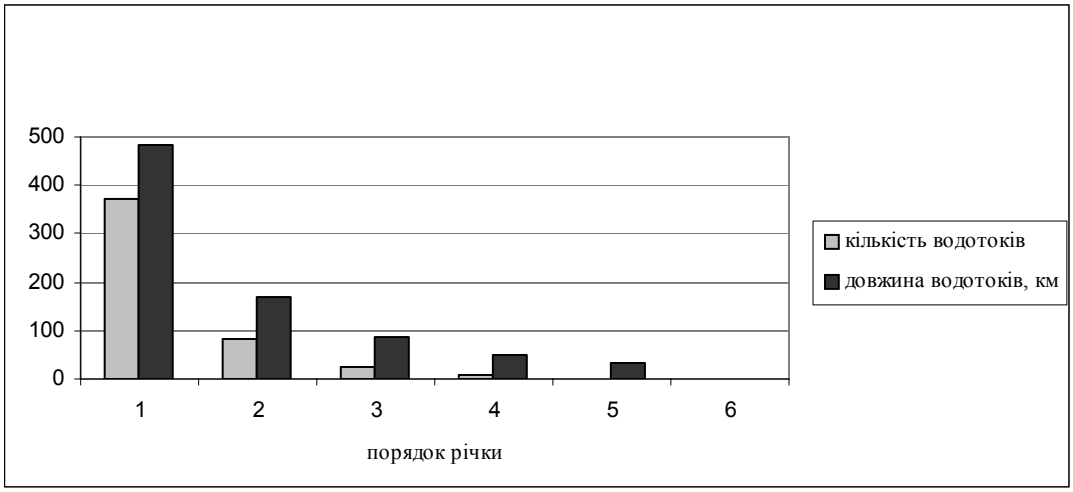


Рис. 2. **Динаміка кількості і довжини водотоків у річкових системах басейну р.Вишня (2000р.)**

У структурі річкових систем станом на 1975 р. частка водотоків першого порядку становила 76,4% за кількістю і 24,6% за сумарною довжиною.

На річки другого порядку припадало, відповідно, 17,3 та 13,5%. У сумі річки першого-другого порядків становлять 93,7% загальної кількості і 38,2% сумарної протяжності гідромережі. Серед водотоків першого-другого порядку переважали річки з середньою довжиною до 1 км (0,83 км). Саме такі річки найнестійкіші щодо змін водності і транспортувальної здатності, часто пересихають і майже по всій території басейну заростають гігрофільною рослинністю (очеретом, осокою) та чагарниками (верболозом та ін.). На річки третього порядку припадало 4,5% від загальної кількості, а сумарна довжина становила 15,9%. Кількість та довжина річок четвертого порядку відповідно, становила 1,2 та 3,2% від сумарної кількості та довжини. Кількість водотоків п'ятого та шостого порядків становила 0,4 і 0,2%, а довжина водотоків, відповідно – 1,7% та 2,3% від загальної протяжності річкової системи.

У 2000 р в басейні р. Вишні простежувалось таке співвідношення між різноранговими річками: на водотоки першого порядку припадало 76,8% від загальної кількості та 58,6% від сумарної довжини водотоків; на річки другого, – відповідно, 16,8 та 20,7%; на річки третього – 4,8% та 10,5% на річки четвертого і п'ятого порядків – 1,4 і 0,2% загальної кількості та 6 і 4,1% загальної протяжності водотоків річкової системи.

На підставі порівняння даних, отриманих унаслідок опрацювання різночасових карт, можна зробити висновки, що протягом 25 років у басейні р. Вишні відбулись суттєві зміни в структурі річкової мережі: багато водотоків припинили існування, водночас, утворились нові водотоки. Різниця між водотоками першого порядку за цей період становить 18 одиниць, а їхня довжина збільшилась на 158,6 км. Це пояснюють створенням у процесі меліоративних робіт нових річок – каналів. Кількість річок другого порядку зменшилась на 7 одиниць, а їхня

довжина на 7,9 км. Змін у кількості річок третього порядку не відбулось, проте зменшилась їхня довжина (на 5,4 км).

Зменшення довжини водотоків другого-третього порядків зумовлене тим, що частина з них переходить у нижчий ранг, крім того, через малу довжину й площу водозбору та під впливом антропогенного тиску ці річки швидко замулюються, заростають водною рослинністю і поступово деградують. Кількість водотоків четвертого та п'ятого порядків зменшилась на одиницю, а їхня довжина збільшилась, відповідно, на 7,7 та 11,8км. Такі зміни можна пояснити насамперед трансформацією структури річкової системи (переходом водотоків другого порядку у перший, третього – у другий і т.д.).

У структурі річкової мережі простежується переважання водотоків, які мають невеликі розміри та легко піддаються антропогенному впливу, швидкій евтрофікації, замуленню, пересиханню та поступово переходять у категорію балок. Унаслідок нераціонального природокористування відбулося відмирання малих річок першого порядку, і зумовлена цим ланцюгова реакція зниження рангу водотоків другого-п'ятого порядків привела до трансформації порядку р. Вишня з шостого у п'ятий порядок.

На структуру річкової мережі впливають як природні, так і антропогенні фактори, але вплив перших проявляється поступово і діє на річки опосередковано. Значно більший спектр антропогенних впливів на басейн. Серед них можна виділити: забруднення ґрунтів, атмосфери, зміна ландшафтної структури та техногенне перевантаження території.

Розвиток сільського господарства супроводжується інтенсивним розорюванням заплавних земель. Це позначилось на структурі річкової мережі. Унаслідок зниження рівня ґрунтових вод зменшилася довжина малих річок. Зменшення лісових площ негативно впливає на співвідношення поверхневого і підземного стоку, утворення й транспортування наносів. Унаслідок зменшення підземної складової стоку річки міліють, пересихають, у них гине риба та інші організми, що їх населяють. Через інтенсивну вирубку лісів та розорювання прибережних заплав посилюються схилові та ерозійні процеси, через що продукти ерозії потрапляють у русла малих річок у надмірних кількостях. Це призводить до обміління чи повної деградації річкової мережі у верхній частині басейну.

Баланс наносів, який виник за природних умов у системі водозбір – русло, порушився внаслідок впливу господарської діяльності та антропогенної ерозії ґрунтів. Їхнім наслідком є деградація малих річок [7].

На погіршення екологічної ситуації в басейні р.Вишні впливає збільшення забору води з русла (за 10 років приблизно вдвічі), а також вихід із ладу очисних споруд, що пов'язано з фізичним та моральним їх зношенням і відсутністю коштів на будівництво нових, ремонт та реконструкцію старих.

Розвиток господарювання призвів до освоєння річкових долин, забудови терас та річкових заплав, розорювання схилів під присадибні

ділянки, які в басейні Вишні прилягають до урізу води. Через відсутність у таких місцях систем централізованого водопостачання та каналізації, стоки і побутове сміття скидають безпосередньо в річку (фото 2), внаслідок чого малі притоки забруднюються та перетворюються в каналізаційні канави.

Фото 2. **Скид стоків у річку Вишня. м. Судова Вишня.**

Висновки. Отже, у наших дослідженнях найбільшу увагу приділено аналізу структури річкової мережі басейну р. Вишня та оцінці масштабів трансформації за період з 1975 по 2000 рр. Порівняння даних, отриманих унаслідок опрацювання різночасових карт, дало змогу констатувати, що протягом 25 років у басейні р. Вишні відбулись суттєві зміни в структурі річкової мережі. В результаті антропогенного впливу зменшилась довжина водотоків другого – третього рангів та кількість водотоків четвертого – п’ятого порядків. Найближчим часом планується провести оцінку зміни структури річкової мережі басейну Вишні на основі даних топографічних і тематичних карт 1855, 1925 і 1950 років та зробити порівняльний аналіз результатів.

Для поліпшення ситуації в басейні треба впорядкувати та обмежити водокористування, відрегулювати водний режим, підтримувати високу проточність водотоків, використовувати сучасні системи та методи очищення зворотних вод з урахуванням відповідної гідрологічної та водогосподарської ситуації на кожній малій річці. Для поліпшення водно-екологічної ситуації в басейні слід створити водоохоронні зони та захисні прибережні смуги на ділянках річок, де вони пошкоджені або де їх немає; систематично контролювати санітарний стан русла, заплави, схилів малих річок, а також розміщення комунальних, сільськогосподарських, промислових та інших об’єктів, які можуть негативно впливати на якість води в річці та її екологічний стан.

Список літератури

1. Андрейко І.М. Природа Городоччини : навч. посібник з краєзнавства / І.М. Андрейко. – Львів: Вид-во науково-техн. л-ри, 2001. – 76 с. **2.** Водогосподарські баланси по прикордонних з ПНР ріках: Вишні по рівнях 1975, 1980, 1985, 1990 і 2000 рр. – Львів, 1980 – 70 с. **3.** Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І.П. Ковальчук. – Львів: Ін-т українознавства, 1997. – 440 с. **4.** Ковальчук І.П. Прикладна гідроекологія : навч. посібник / Ковальчук І.П., Каганов Я.І., Сливка Р.О. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – 228 с. **5.** Ковальчук И.П. Речные системы Западного Подолья: методика выявления масштабов и причин многолетних изменений их структуры и экологического состояния / И.П. Ковальчук, П.И. Штойко // Геоморфология. – 1989. – №4. – С. 27-33. **6.** Кукурудза С.І. Гідроекологічні проблеми суходолу / С.І. Кукурудза. – Львів : Світ, 1999. – 232 с. **7.** Малые реки центра Русской равнины, их использование и охрана. – М.: АН СССР, 1988. – 128 с.

Трансформаційні процеси у річкових системах басейну Сяну

Дідич І.Б.

Проведено оцінку масштабів трансформації річкової системи басейну ріки Вишня (притоки Сяну) за період з 1975 по 2000 роки. Проаналізовано природні та антропогенні фактори, що впливали на структуру річкової системи і екологічний стан басейну. Запропоновано рекомендації по оздоровленню малих річок басейну Вишні та покращенню водно-екологічної ситуації в басейні Сяну.

Трансформационные процессы в речных системах бассейна Сяна

Дидыч И.Б.

Оценены масштабы трансформации речной системы бассейна реки Вишня (притока Сяна) за период с 1975 по 2000 годы. Сделано анализ природных и антропогенных факторов, которые влияли на структуру речной системы и экологическое состояние бассейна. Предложено рекомендации по оздоровлению малых рек бассейна Вишни и улучшению водно-экологической ситуации в бассейне Сана.

Transformation processes in the river systems of Syana basin

Didych I.B.

The paper deals with assessment of the scales and trends of the Vyshnia river systems structure transformation in the period of 1975 – 2000. The analysis of the factors which had impact on the environmental state and river systems structure has been carried out. The measures for hydroecological situation improving in the Vyshnia basin have been proposed.

УДК 911.9 (477.63)

РЕКРЕАЦІЙНЕ ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОЛОГІЧНОГО ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІЇ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Зеленська Л.І.

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

Ключові слова: *рекреаційне використання водних об'єктів, синергичний ефект, критерії оцінки значущості ландшафтів, інформаційна доступність*

Постановка проблеми. Дніпропетровська область має значний рекреаційний потенціал для розвитку туристичної галузі: вигідне географічне положення, сприятливі природні умови, історико-культурні

пам'ятки, традиції та щедра гостинність народу. Рекреаційний потенціал регіону повинен виконувати важливі функції – підвищувати можливості відновлення фізичних та духовних сил населення. Рекреаційний потенціал тісно повязаний з природно-ресурсним потенціалом. Існує багато визначень терміну «природно-ресурсний потенціал» (ПРП), але всі визначення за суттю можуть бути зведені до такого: це ресурси, що використовуються зараз та ті, що за різними причинами не залучені до використання, та які виражени в споживчій вартості. Потенціал гідрологічний як складова частина ПРП характерізує здатність водних ресурсів виконувати функції забезпечення потреб суспільства засобами різних видів природокористування. На відміну від ПРП потенціал гідрологічний оцінюється в натуральних одиницях. В даному дослідженні ми зупинимось на рекреаційному використанні гідрологічного та гідроекологічного потенціалу як найбільш привабливої частини ПРП з точки зору оздоровчого, спортивного, пізнавального туризму та ін. Оздоровчий туризм можна розглядати залежно від мети подорожі як релаксаційний, при якому головна мета – відпочинок та відновлення фізичних і духовних сил, і реабілітаційний, коли головна мета – відновлення здоров'я в санаторно-курортних установах.

Кількісна характеристика гідрологічних об‘єктів з точки зору рекреаційного використання тісно пов’язана з поняттям «рекреаційні угіддя».

Нагадаємо про визначення терміну «рекреаційні угіддя» – це площинні матеріальні утворення, перебуваня на яких призводить до задоволення рекреаційних потреб рекреантів. Таке зрозуміле визначення не дозволяє все ж таки однозначно дати географічну кількісну та якісну характеристику гідрологічних об’єктів. Наприклад, загальна площа водних угідь регіону. Різні показники існують в літературі, в статистичних джерелах, у довідкових виданнях, і це цілком зрозуміле, тому що такий стан пов’язаний із мінливими гідрологічними явищами, що підпорядковані закономірностям існування географічної оболочки (ритмічність, сезонність).

Формування цілей та постановка завдань. Головна мета даного дослідження – обгрунтування шляхів підвищення рекреаційного використання гідрологічного та гідроекологічного потенціалу в Дніпропетровської області, яка найбільш відома як потужний промисловий регіон. Не зупиняючись на детальних кількісних та якісних характеристиках гідрологічного та гідроекологічного потенціалу, спробуємо оцінити його з точки зору можливості пошірюванного, комплексного, систематичного використання в рекреаційної сфері за критеріями оцінки значення ландшафтів, що наведені у спільної російсько-німецької роботі [2] і які використані нами в декілька іншому розумінні і трактуванні. Це перша група завдань. Наступна група завданнь даного дослідження – прослідкувати формування синергетичного ефекту

від залучення нових форм і сюжетів в рекреаційної діяльності, пов'язаних з водними об'єктами.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо критерії оцінки значущісті водних об'єктів. Першим критерієм вважаємо **різноманітність і своєрідність** водних об'єктів, що визначаються через їх кількість, наявність різних видів, гідрографічні характеристики. Другим критерієм є **контрастність** що визначається через сполучення різнорідних водних ландшафтів та ступенем розчленування рельєфу. Третій критерій – **естетична привабливість**, яка дозволяє виявити водні об'єкти з індівідуальною зовнішністю та найкращою виразністю. **Унікальність** – четвертий критерій, який зараховує розповсюдження рідкісних та реліктових ландшафтів, а також природних пам'яток, що мають значну пізнавальну та наукову цінність. П'ятий критерій – **оздоровчи можливості** гідрологічних об'єктів, а також **комфортність**, що визначають види відпочинку та його спеціалізацію.

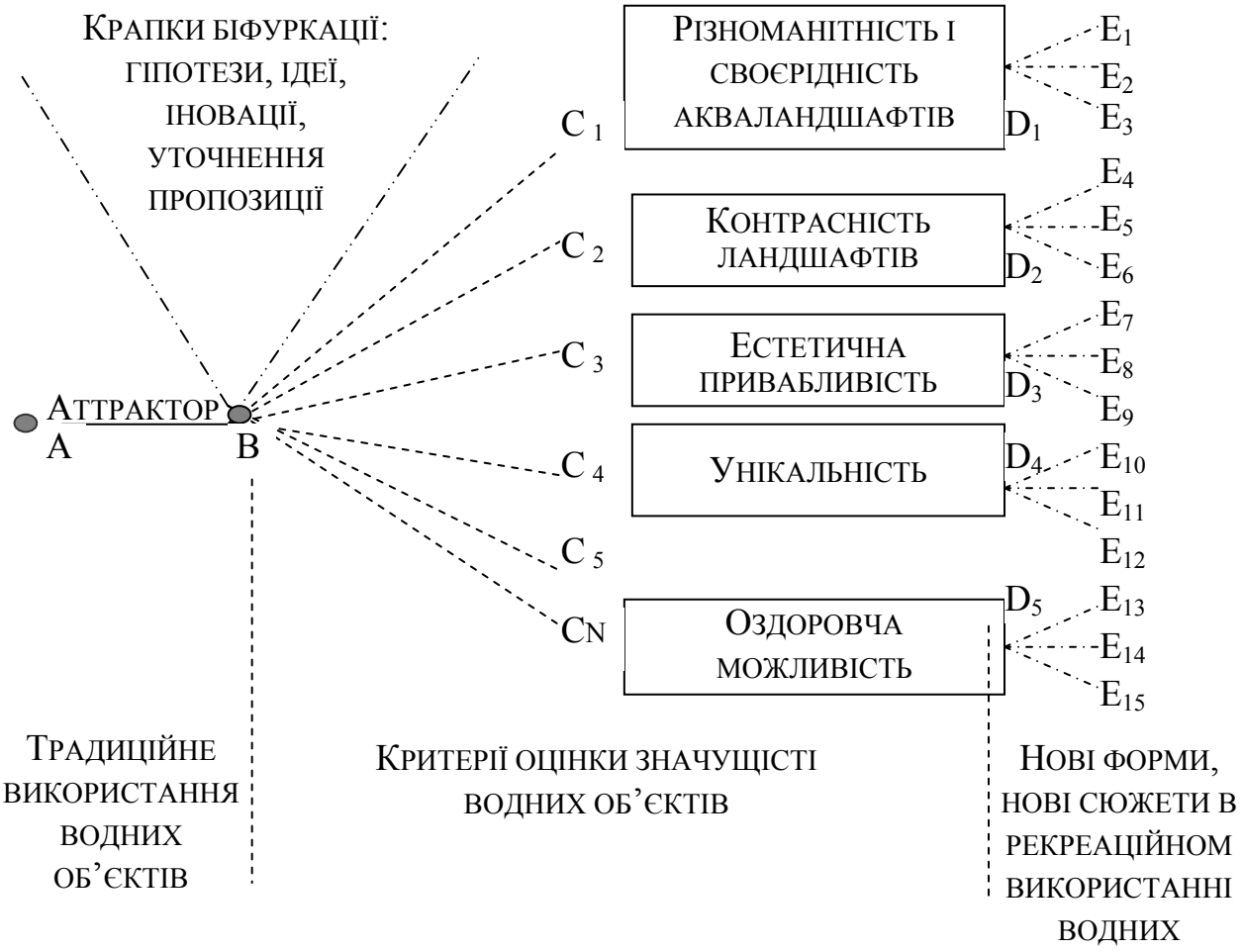
Спробуємо поєднати визначені критерії с синергетичним підходом – міждисциплінарним напрямом в наукових дослідженнях (синергетика у пер. з грецької означає, що «спільно діє»), основним завданням якого є вивчення процесів і явищ на основі принципів самоорганізації систем. Термін «синергетика», після його першого згадування німецьким вченим Р. Хакеном, зазнав багато «новотрактувань», які пов'язані в основному з особливостями поведінки систем різного походження. У даній роботі ми сповідатимемо головний принцип синергетики – «коли системи об'єднуються, ціле не дорівнює сумі частин», при спільному використанні виникають нові можливості, нові варіанти, нові множини. Таким чином, спільне використання різноманітних підходів, форм, видів рекреаційної діяльності із залученням водних об'єктів дає можливість відкрити нові шляхи ефективного відпочинку.

Синергетичний ефект від сумісного використання різноманітних видів рекреаційної діяльності можна пов'язати з психологічним процесом аглютинації, так званим «склеюванням» частин образів і уявлень, які були сформовані раніше.

Пояснення синергетичного ефекту або теорії сумісної дії вимагає використання таких вихідних понять як аттрактори і крапки біфуркації (Г.Н. Дульнев «Вступ до синергетики»). Пропонуємо графічну модель (рис.) для пояснення положень, що викладені вище. Аттрактор – це відносно стійкий стан системи, який як би притягує до себе безліч траєкторій розвитку, можливих після крапки біфуркації – стану системи, після якого можлива деяка безліч варіантів подальшого розвитку. У даному дослідженні за крапку біфуркації ми приймаємо ідею про запровадження системи форм і методів рекреаційного використання водних ресурсів на підставі критеріїв оцінки їх значущісті, яка дає безліч шляхів подальшого перспективного розвитку регіонального туризму.

Згадується мудрий вислів академіка С.П.Курдюмова в його доповіді «Нові тенденції в науковому світогляді», який він зробив на міжнародній

конференції «Космічний світогляд – нове мислення XXI століття»: «В китайській філософії є красивий образ: орел летить над долиною, поцяткованою множиною доріг. Але в потрібному напрямі можна рухатися по різних дорогах». Чи не так діють фахівці в галузі туристичного менеджменту? Спробуємо й ми запропонувати нові форми, нові маршрути, нові сюжети рекреаційного використання водних об'єктів (табл.), в якої надані приклади дій, що зазначені на рисунку літерами E_1-E_{15}, але спочатку дамо загальну характеристику розвитку водного туризму в регіоні.



УСЛОВНІ ПОЗНАЧКИ

АТТРАКТОРИ
AB – ЩО ІСНУЮТЬ
BC – ЩО ФОРМУЮТЬСЯ
DE – ПЕРСПЕКТИВНІ

КРАПКИ БІФУРКАЦІЇ
B – ЩО ІСНУЮТЬ
C – ЩО ФОРМУЮТЬСЯ
D – ПЕРСПЕКТИВНІ

E_1-E_{15} – ПРИКЛАДИ РЕКРЕАЦІЙНИХ ДІЙ (ТАБЛ.)

Рис. **Принципова схема виникнення синергетичного ефекта при запровадженні нових форм і сюжетів для рекреаційного використання водних об'єктів** (теорія сумісної дії)

Водний туризм став масовим і популярним в Україні взагалі і в Дніпропетровській області зокрема. Рекреаційний потенціал річок, озер і водосховищ Дніпропетровської області дає змогу розвивати водний туризм, а багатство кліматичних, рослинних, рибних ресурсів і культурно-історична спадщина дає змогу вибрати вид водного туризму за інтересами. Водний туризм має ряд переваг перед іншими видами туризму: вмісткість засобів сплаву дозволяє зробити похід більш комфортним: взяти більшу кількість обладнання, більший асортимент продуктів харчування, риболовні снасті та інше. Можливості використання рекреаційних водних ресурсів поверхневими шарами не обмежуються. Цікавим для туризму є підводний світ озер, річок, морів, відкритий для людства Ж.-І.Кусто. Підводне плавання (плавання з аквалангом або дайвінг) – це ефективний відпочинок, бо під водою людина потрапляє в стан спокою: ніхто не бентежить, немає відволікаючих факторів, звуки, що лунають з глибин, лише заспокоюють. Як вважають усі відомі агентства, що займаються сертифікацією дайверів, підводне плавання легке та безпечне, занурюватись з аквалангом можна з 10 років.

У Дніпропетровську вже існує декілька клубів та центрів дайвінгу та підводної охоти, найвідоміші з них: Дайв-центр міста Дніпропетровська, в який входять автономні інструктори з дайвінгу та клуб любителів дайвінгу та підводної охоти "Андріївський смак", який заснований з ініціативи та за підтримки Андрія Макаревича – співака, дайвера зі стажем, на рахунку якого сотні занурень в багатьох річках, морях і океанах. Найбільш цікавими для дайверів області є Краснокамінський кар’єр, розташований в межах міста. Максимальна глибина в ньому 6-10 м, на дні кар'єру є екзотичні об’єкти, наприклад, затоплений фонтан. Найцікавіші місця знаходяться в 80 км від Дніпропетровська, де невелика глибина (3-6 м), проте підводний світ дуже цікавий, велика різноманітність флори та фауни. На такій же відстані від Дніпропетровська є місця для дайверів в каналі Дніпро-Донбас, де глибина досягає 7 метрів, а видимість становить 4-6 метрів. Цікавим для дайверів вважається Дніпродзержинське водосховище, але найбільше використовуються для дайвінгу місця, розташовані в 50 км від Дніпропетровська. Загадковий Сурсько-Литовський кар’єр, затоплений нещодавно та недостатньо досліджений дайверами. За площею він більший за Краснокамінський кар’єр, але прозорість води менша – 4-5 м. Екзотичним є підводний ландшафт старого русла Дніпра. Під водою вертикальні гранітні стіни (це колишні знамениті дніпровські пороги), валуни висотою до 5 м, гроти. Максимальна глибина сягає 18 м. Дайвінг в районі дніпровських порогів сполучається з підводним мисливством, підводним археологічним туризмом з метою пошуку предметів, що мають історичне значення.

Потенціал для розвитку рибної ловлі та підводного мисливства на Дніпропетровщині дуже великий. Степове Придніпров’я завжди славилося своїми водними та рибними ресурсами. Зумовлюється успішний розвиток

рибальства розповсюдженням 56 видів риби, 26 з яких становлять інтерес для аматорського рибальства.

Рекреаційному використанню водних об'єктів регіону сприяє судноплавству водних шляхів, наявність водного транспорту, річних портів (Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Нікополь) та причалів. Існує величезний рекреаційний потенціал за рахунок туристичних маршрутів на легких суднах. За метою туристської мандрівки існує круїзний туризм. В Дніпропетровській області круїзи здійснюються Дніпром – величезною рікою, яка подібно мосту або осі об'єднує Північ і Південь держави. Послугами українських круїзних компаній вже користуються іноземні туристи багатьох країн світу. Круїз виконує зокрема оздоровчо-лікувальних, також культурно-пізнавальні функції. Пропонуються для туристів тематичні екскурсії нового змісту з привабливими, як модно зараз казати – брендовими назвами. Наприклад, «Монастирський острів – сакральна й рекреаційна перлина Дніпра», «До першого дніпровського порогу», «Над дніпровськими порогами», «Великий луг – колиска Запорізького козацтва»[1], «Переправа – переправа (до місця форсування Дніпра в 1943 році)» та ін. Неможливо вважати, що підчас водних екскурсій головна увага приділяється тільки гідрологічним об'єктам. Наприклад, тематична екскурсія «Мости – мереживо над Дніпром» має на меті формування високої технічної культури поряд з розглядом важливих гідрологічних питань, а саме динаміки рівня води у Дніпрі, за яким багато десятиріч тому стежили дніпровські лоцмани, походження островів, особливості льодоставу, рослинного та тваринного світу водних мас.

Озер для рекреаційного використання в Дніпропетровській області мало (озера Солоний Лиман, Білий Лиман, Хрести, Велике та ін.). Можна казати: «Кожне озеро на вагу золота». Найбільший бальнеологічний потенціал в регіоні має озеро Солоний Лиман, на берегах якого розташований єдиний в області бальнеологічний курорт. Унікальність озера не тільки в його розмірах (до речи це найбільше за площею озеро), а в його цілющому мулі та берегах з рідкісною рослинністю (ксерофіти, галофіти). Хоча курорт має довготривалу історію існування, а його географічне розташування сприяє реалізації не тільки лікувальних мотивів, але й пізнавальних, він недостатньо відомий на ринку туристичних послуг. На лікувальні властивості мулу вперше звернув увагу геолог В.О. Домгер в 1898 р. Курорт "Солений Лиман" функціонує з 1947 р., зараз це бальнеологічний курорт і обласна лікарня реабілітації. Відоме озеро Чари Комиші (Чарикомиш), що оспіване в одному з оповідань Олеся Гончара. Виникає необхідність створення нових штучних об'єктів з метою широкого використання в рекреаційної сфері. Прикладом раціонального залучення штучних водних об'єктів до рекреації в регіоні є Блакитне озеро (Єлізаветовський кар'єр) що виник під час будівництва житлового масиву м. Дніпродзержинська на лівому березі Дніпра на місці піщаного кар'єру. Його сучасна площа близько 200га (порівняємо з найбільш за площею природним озером Солоним Лиманом-341га). Умовами розвитку

оздоровчого туризму в регіоні є наявність 18 родовищ мінеральних, лікувально-столових і столових вод, які використовуються для промислового розливу.

Таблиця. **Приклади рекреаційних дій**

Критерії оцінки значущості водних об'єктів	Приклади туристичних маршрутів, об'єктів, екскурсій
Різноманітність і своєрідність	1. Тематичні екскурсії «До дніпрових порогів», «Дніпрові хвилі», «Силуети Дніпра», «Переправа – переправа» (до місця форсування Дніпра в 1943 році) 2. Екскурсія - похід «Козацьке водяне кільце», що нагадує про військову мудрість козаків: Дніпро – Самара – Вовча – Кальміус – Азовське море – Керченська протока - Чорне море 3. По місцям битви на Жовтих Водах
Контрастність	1. По заповідних стежках Дніпровсько-Орільського заповідника 2. Скелі МОДРУ 3. Стара фортеця у першого дніпровського порога
Естетична привабливість	1. Єлізаветовський кар'єр-справжне Голубе озеро 2. Річкою Оріллю по місцях: подорожі Тараса Шевченка 3. Монастирський острів – сакральна та рекреаційна перлина Дніпра»
Унікальність	1. Балка Сажавка – стратотип четвертичних відкладів 2. Гора Калитва-природна памятка 3. Водоспад у степу (до річки Кам'янка -права притока р.Базавлук)
Оздоровчі можливості гідрологічних об'єктів та комфортність	1. Солоний Лиман – бальнеологічний курорт

Існує велика проблема, яка пов'язана з недостатньою рекламою водних маршрутів. Нагадаємо, що така проблема розглядалась географами з точки зору засобів оцінки видів досяжності рекреаційних об'єктів. Д.В. Николаєнко [3] пропонує оцінювати їх за такими видами: інформаційна, формальна, транспортна, фінансова, практична, "альтернативна досяжність". Зупинимось на найбільш важливої складової системи оцінки – інформаційної досяжності та констатуємо, що досяжність Дніпропетровщини для потенційних споживачів водних ресурсів незначна. Інформаційна досяжність пов'язана з наявністю повної та різноманітної інформації про водні об'єкти регіону у вигляді путівників, довідників, буклетів та ін. літератури, яка повинна бути

широко розповсюджена у торгівельних пунктах, у готелях, транспорті та ін. Нажаль існуючі матеріали не задовольняють потреби майбутніх туристів, тому, що їх тиражі малі, зміст має головним чином науково-довідниковий характер. Пропонуємо збільшити інформаційну доступність водних об'єктів за рахунок розробки сучасних видавничих проектів з використанням в дизайні сучасних та старовинних карт гідрологічного змісту, аєро- та космознімків та ін. Підкреслімо, що будь-яке видання туристичного спрямування має бути адресним, тобто необхідно враховувати основні і другорядні (додаткові) мотиви різних соціальних і вікових категорій туристів. Туристична мотивація – сукупність стимулів, які підштовхують людину реалізувати свої рекреаційні потреби через туризм [4, 5]. Не завжди можна однозначно сформулювати мотиви, однак необхідно орієнтуватися на основних з них для оцінки вибору того або іншого маршруту.

Відоме й інше трактування поняття інформаційної досяжності, що пов'язане з культурологічною функцією ландшафтів (в тому числі і акволандшафтів), яка відповідає за формування емоційно-психологічних особливостей характеру людей, їх знанням та світогляду.

Висновок і перспективи подальших розвідок. Водні рекреаційні ресурси – компоненти природного середовища і феномени соціокультурного характеру, які можуть бути використані для організації рекреаційної діяльності з метою відновлення сил людського організму. При рекреаційній діяльності виникає ланцюг протиріч: чим більшу цінність мають рекреаційні ресурси, тим більш приваблива територія, тим більш рекреаційні потоки і навантаження на територію, тим більше виникає гострих екологічних проблем. Як і будь-які ресурси – рекреаційні – вичерпується. Тому виникає необхідність їх відновлення, створення штучної рекреаційної середи. Широке використання водних ресурсів в рекреаційної галузі повинно бути підпорядкованим принципу сполучення використання і збереження.

У науковій та науково-популярній літературі склалася думка, що Дніпропетровський регіон небезпечний з екологічної точки зору. Це дійсно так, але небезпечна екологічна ситуація не скрізь. Регіон має розвинуту екомережу, яка пов'язана із гідрографічною сіткою. Створення нових маршрутів з використанням екомережі є актуальною задачею фахівців.

Список літератури

1. Зеленська Л.І. Дослідження затоплених природних географічних об'єктів (на прикладі Великого Луга) / Зеленська Л.І., Агєєв Ю.О., Троценко О.В.// Вісник Дніпропетровського нац. університету, Серія Геологія, географія. – 2006. – Вип.10 – С. 6.. **2.** Ландшафтное планирование с элементами инженерной биологии. – М.: Т-во научн. изданий КМК., 2006. – 239 с. **3.** Николаенко Д.В. Рекреационная география : уч. Пособие /Д.В. Николаенко. – М.: ГИЦ, ВЛАДОС, 2003. – 288 с. **4.** Олійник Я.Б. Теоретичні основи туризмології : навч. посібник / Я.Б. Олійник, А.В. Степаненко. – К. : Ника-Центр, 2005. – 316 с. 5. Енциклопедичний словник-довідник з туризму / Смолій В.А., Федорченко В.К., Цибух В.І. – К. : ВД Слово, 2006.–372 с.

Рекреаційне використання гідрологічного та гідроекологічного потенціалу території Дніпропетровської області

Зеленська Л.І.

Впроваджена система форм і методів рекреаціоного використання водних об'єктів на основі критеріїв оцінки їх значимості, що дає синергетичний ефект і дозволяє проектувати нові туристичні маршрути і збільшити інформаційну доступність Дніпропетровщини.

Рекреационное использование гидрологического и гидроэкологического потенциала территории Днепропетровской области

Зеленская Л.И.

Внедряется система форм и методов рекреационного использования водных объектов на основе критериев оценки их значимости, которая создаёт синергетический эффект и позволяет проектировать новые туристические маршруты и повысить информационную доступность Днепропетровщины.

Recreation use hydrological and gidroekological potential of territory of the Dnepropetrovsk area

Zelensska L.I.

The system of forms and methods of the recreation use of water objects on the basis of criteria of estimation them meaningfulness is inculcated, which creates synergetics effect and allows to design new tourist routes and promote information availability of Dnepropetrovschiny.

УДК 911.2:502.72+551.482

ОЦІНКА ПЕРЕТВОРЕНОСТІ МАЛИХ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ ЯК КРОК ДО ВИЗНАЧЕННЯ АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИХ УМОВ

Кирилюк О.В.

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Ключові слова: *антропогенні зміни, гідроморфологічні умови, малий річквий басейн, оптимізація стану природокористування*

Постановка проблеми. Антропогенна діяльність у річкових долинах багатогранна; більшість її видів так чи інакше порушує природну рівновагу і тим самим створює певну екологічну напруженість. Господарська діяльність різного масштабу та спрямованості нерідко зачіпає невеликі водотоки та їх басейни, часто призводячи до негативних змін їх стану. У ряді випадків це пов’язано з браком або відсутністю необхідної інформації про індивідуальні особливості окремих водотоків у межах конкретної території, облік яких потрібний для правильної організації природокористування.

Гідроморфологічні дослідження потребують річкових еталонних створів та встановлення практично “ідеальних” показників, по відношенню до яких визначатиметься гідроморфологічна якість річкових русел на тих створах, що зазнають антропогенного впливу. Гідроморфологічні показники (фізичні та гідрологічні характеристики

річок, включаючи процеси, які їх спричинили) не вимагають частого контролю, оскільки вони або мало змінюються в часі, або змінюються тільки при радикальній зміні характеру людської діяльності в межах водозбору. *Під річковим еталонним створом* слід розуміти ділянку річки що знаходиться під мінімальною антропогенною дією, гідроморфологічні, біологічні, фізично-хімічні характеристики якого максимально наближені до початкового (природного) стану – тобто відповідають практично або повністю референційним умовам, визначення яких є обов'язковою вимогою Водної Рамкової Директиви [1] при оцінці гідроморфологічної якості річкових русел.

Аналіз існуючих досліджень та напрацювань. Робіт, присвячених вивченню антропогенної перетвореності певної території та наданню відповідних відновних заходів для оптимізації стану природокористування, виконується на сьогоднішній день або вже виконано, багато. Це праці Грекова С.А., Койнової І.Б., Ліхо О.А., Мединської Л.Л., Мисковець І.Я., Петліна В.М., Приходько М.М., Удовиченко В.В. та інших. Питання гідроморфологічної оцінки якості річкових русел, гідроморфологічного аналізу розглядаються у роботах Кирилюка А.О., Ярошевича О.Є., Снищенка Б.Ф., Pedersen M.L., Ovesen N.B., Friberg N., Clausen B., Lehotskỳ M., Greškova A. Однак наше дослідження присвячене тому, як можна використати відомі методики визначення ступеню антропогенної перетвореності для оцінки змін гідроморфологічних умов (переважно антропогенних) у межах річкового басейну як єдиної геосистеми.

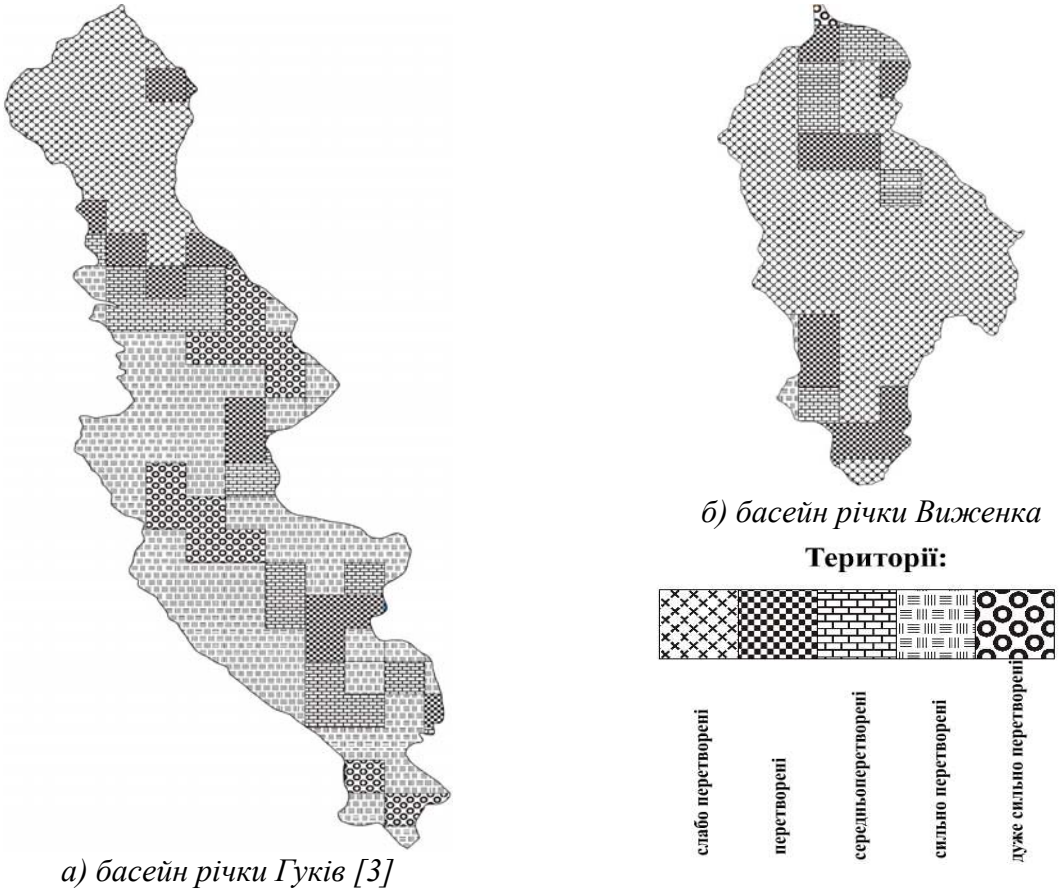
Постановка завдання. Для проведення дослідження обрано малі річкові басейни на території Чернівецької області: у рівнинній її частині – басейн річки Гуків, у передгірній – басейн річки Дерелуй, у гірській – басейн річки Виженки. Вони й виступають об'єктами нашого дослідження. Предметом вивчення є антропогенна перетвореність територій річкових басейнів. Основна мета роботи – визначити характер та ступінь перетвореності річкових басейнів Гукова, Дерелую та Виженки, яка потребує вирішення таких завдань: оцінити антропогенну перетвореність малих басейнів; внести пропозиції щодо оптимізації стану природокористування у зазначених вище басейнових системах.

Виклад основного матеріалу. Першим кроком при створенні мережі є аналіз наявної інформації про річковий басейн. Її можна одержати безпосередньо з річкових паспортів (хоча у них міститься інформація лише станом на початок 90-их років ХХст.), аналізу різночасового картографічного матеріалу, результатів експедиційних досліджень. Ця інформація повинна включати: дані з морфометрії водотоків досліджуваних басейнових систем; дані по антропогенному навантаженню в басейнах (у нашому випадку в басейнах Гукова, Дерелую та Виженки – згідно методик Шищенка П.Г. та Інституту Географії РАН) для подальшого вибору тих ділянок, де таке навантаження мінімальне або зовсім відсутнє; дані про природно-антропогенну змінність річкових

русел; дані по місцеположенню і характеристикам можливих джерел забруднень (хімічних, сільськогосподарських, побутових стоків і ін.); дані, пов'язані з меліоративними і іншими роботами в басейні, зокрема обваловані ділянки, меліоративні канали.

Усі процеси на водозборі (природні – менше, антропогенні - більше) тою чи іншою мірою позначаються на стані річкового русла. Тому ми вважаємо за необхідне визначити основні процеси антропогенного походження, які потребуватимуть оптимізації них заходів. Сьогоднішнє дослідження ґрунтується на визначенні антропогенно перетворених територій різного ступеню згідно з методикою Шищенка П.Г.[6].

Оцінка антропогенних змін гідроморфологічних умов проведена наразі лише для басейну р. Гуків, однак пропозиції щодо оптимізації стану природокористування у досліджуваних річкових басейнах згідно розрахованих показників та побудованих картограм антропогенної перетвореності (рис.1, 2) внесені для усіх трьох.



а) басейн річки Гуків [3]

б) басейн річки Виженка

Рис. 1. **Антропогенна перетвореність басейнів Гукова та Виженки**

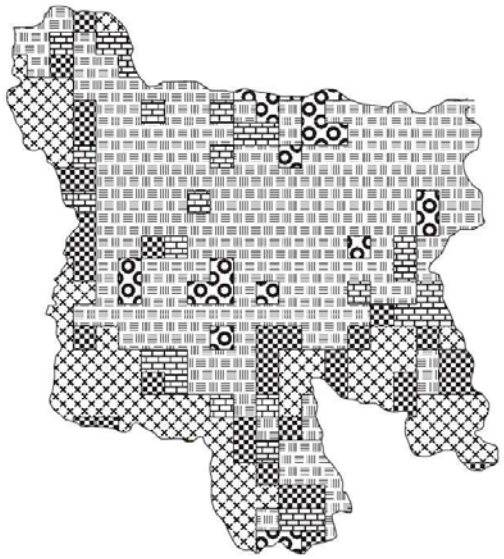


Рис. 2. **Антропогенна перетвореність басейну річки Дерелуй**

Басейн річки Гуків. Для оцінки гідроморфологічних умов на річці обрано 3 ділянки обстеження (ДО) по 200 м кожна – у верхній, середній та нижній течіях, які найбільш повно відображають сучасний стан русла, заплави та прибережової зони від витоку річки до гирла з урахуванням господарської діяльності.

Згідно стандарту [7] обрано 5 відрізків обстеження (ВО) по 40 м для кожної ділянки. Обстеженню підлягали русло річки, обидва береги і вся заплава, прибережна рослинність, яка оцінювалася у смузі до 25 м. Оцінювалося 14 параметрів річки: тип русла, його спрямлення та звивистість, елементи дна, субстрат, змінність ширини потоку та його типи, штучні елементи дна та наявність великих решток дерев у потоці, прибережна рослинність, берегоукріплення, профіль берега, затоплена площа та природна рослинність заплави. Показник будь-якого оцінюваного параметру для кожної ділянки обстеження розраховувався як середнє значення з п’яти відрізків. Розрахунки показали, що ДО1 (1,54) відповідає “відмінному” класу гідроморфологічної якості, оскільки у верхній течії господарська діяльність практично ніяк себе не проявила – лише поодинокі випадки втручання людини. Тут гідроморфологічні умови практично наближені до референційних. ДО2 та ДО3 (1,86 та 2,05 відповідно) мають “добрий” клас якості. Значення показників закономірно зростають від витоку до гирла річки – у зв’язку з активізацією господарської діяльності [4]. Відповідно до виконаних розрахунків можна внести деякі пропозиції з оптимізації стану природокористування у басейні:

1. Протиерозійні, агротехнічні та фітомеліоративні заходи (рільництво впоперек схилів середньо еродованих земель, виведення з ріллі земель у прибережній полосі та на заплаві і переведення їх під пасовища та сіножаті);

2. Гідротехнічні заходи (розчистка русел, регулювання стоку, берегоукріплюючі роботи та ін. - розчищення русла річки від чагарників, повалених дерев, очищення русла від замулення та догляд за

відрегульованими ділянками річки, переобладнання гідротехнічних споруд, що знаходяться у незадовільному стані);

3. *Створення водоохоронних зон і заповідних об'єктів* (створення водоохоронної смуги навколо ставів);

4. *Заходи по охороні від забруднення і виснаження підземних вод* (взяття під постійний контроль (ремонт, робота) стану очисних споруд у селі Бояни);

5. *Заходи по раціоналізації водокористування* (забезпечення обліку вод, що забирається для потреб господарства у селах Топорівці, Рідківці та Бояни);

6. *Заходи по знешкодженню стічних вод різноманітних галузей господарства* (контроль за роботою очисних споруд у селі Бояни).

Басейн річки Дерелуй. Для території цього басейну пропонуємо наступні заходи:

1. *Протиерозійні, агротехнічні та фітомеліоративні заходи* (закінчення робіт зі створення водоохоронних зон – посадка насаджень, протиерозійний захист території сільськогосподарських угідь переведення окремих пасовищ у сіножаті,);

2. *Гідротехнічні заходи* (*рр. Дерелуй, Коровія, Невільниця* – розчищення русла від чагарниково-деревної рослинності, *басейн в цілому* – переобладнання гідротехнічних споруд, що знаходяться у незадовільному стані (автодорожні мости, трубчасті автодорожні переїзди, пішохідні мости);

3. Створення водоохоронних зон і заповідних об'єктів (посадка лісових насаджень);

4. Заходи по охороні від забруднення і виснаження підземних вод (*р. Дерелуй* – реконструкція очисних споруд смт. Глибока та збільшення їх потужності та ефективності роботи, *басейн в цілому* – санітарний тампонаж покинутих артезіанських свердловин, що не експлуатуються);

5. Заходи по раціоналізації водокористування (забезпечення обліку води, що забирається водоспоживачами);

6. Заходи по знешкодженню стічних вод різноманітних галузей господарства (реконструкція існуючих та будівництво нових очисних споруд).

Басейн річки Виженки. Умови у річковому басейні максимально наближаються до референційних (66% водозбірного басейну лежить у межах НПП "Вижницький"). Особливості рельєфу та різноманітність природних комплексів визначили ступінь й характер освоєності території та антропогенних навантажень у басейні річки [2]. Лісистість території та гірський рельєф обмежили тут сільськогосподарське освоєння. Сільське господарство та народногосподарські об'єкти зосереджені виключно у долині річки і визначаються її особливостями. Нерівномірність виробленості річкової долини на різних її ділянках обумовлює нерівномірність антропогенного впливу в різних районах. Однак, навіть не зважаючи на це, пропонується ряд оптимізаційних заходів, включаючи

відновні заходи внаслідок липневого паводку 2008 року:

1. Гідротехнічні заходи (укріплення берега на окремих ділянках в межах житлової забудівлі с. Виженка, розчистка русла від наносів для збільшення пропускної здатності річки);

2. Створення водоохоронних зон і заповідних об'єктів (ліквідація звалищ сміття, озеленення берегів річки в межах села Виженка);

3. Заходи по охороні від забруднення і виснаження підземних вод

4. Заходи по раціоналізації водокористування (забезпечення водообліку водокористувачами);

5. Заходи по знешкодженню стічних вод різноманітних галузей господарства (будівництво очисних споруд у будинку відпочинку "Зелені пагорби" та районній лікарні).

Порівняння характеру перетвореності басейнів Гукова, Дерелую та Виженки (таблиця) показало, що у басейнах Гукова та Дерелую переважають сильно перетворені території – це, переважно, території під населеними пунктами та ріллею, основними наслідками яких для річкових русел є збільшення стоку наносів, замулення, бічна ерозія, надходження забруднюючих речовин, забруднення побутовим та будівельним сміттям, механічні зміни, зміна заплавних ландшафтів. У басейні Виженки інша ситуація – більше 80% територій є слабо перетвореними, оскільки тут заповідна територія та обмежена господарська діяльність.

Таблиця. **Якісне перетворення малих річкових басейнів системи Верхнього Пруту**

Території	Басейн Гукова	Басейн Дерелую	Басейн Виженки
	F=112 км^2	F=313 км^2	F=65 км^2
	% від площі басейну		
Слабо перетворені	25,3	20,2	81,3
Перетворені	10,4	10,5	8,5
Середньо перетворені	12	8,3	9,9
Сильно перетворені	39,2	55,7	0,1
Дуже сильно перетворені	13,1	5,3	0,2

Висновки. Виконане дослідження показало, що оцінка антропогенної перетвореності території може виступати важливим кроком при визначенні змін гідроморфологічних умов у річковому басейні, оскільки будь-які зміни у структурі водозбору так чи інакше впливають на річкове русло та його гідроморфологію, змінюючи русло та надаючи йому нових властивостей. Звичайно, відомі на даний час методики визначення ступеню антропогенної перетвореності не можна вважати "панацеєю", і будь-який зафіксований антропогенний вплив має бути перевірений та уточнений у натурних умовах.

Список літератури

1. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЕС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – 240 с. **2.** Кирилюк О. Небезпека прояву руслових процесів у басейні річки Вижени / О. Кирилюк, С. Кирилюк // Географія і туризм:європейський досвід: Матеріали ІІ міжнар. наук. конф. (25-28 вересня 2008 р., Львів–Славське). – Львів: ВЦ ЛНУ ім.. Івана Франка, 2008. – С. 62-64. **3.** Кирилюк О. Сучасний стан антропогенної перетвореності території басейну річки Хуків / О. Кирилюк, С. Кирилюк // Наукові записки Вінницького держ. педаг. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія Географія. – 2006. – Вип. 11. – С. 73-79. **4.** Кирилюк О.В. Оцінка антропогенних змін гідроморфологічних умов у басейні річки Гуків / О.В. Кирилюк // Екологія і раціональне природокористування : зб. наук. праць. – Суми : СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2008. – С. 42-48. **5.** Kiriluk O.V. Hydrological pre-conditions of hydromorphological assessment of river-bed quality of Dereluy River / O.V. Kiriluk, S.M. Kiriluk // Materiały IV Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji "Wykształcenie I nauka bez granic – 2008". – V. 16. Rolnictwo. Ekologia. Geografia I geologia (07-15 grudnia 2008 roku). – Przemysl: Nauka i studia. - P. 55-58. **6.** Шищенко П.Г. Прикладная физическая география / П.Г.Шищенко. – К. : Вища школа, 1988. – 192с. **7.** CEN №14614. Water Quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers, 2004.

Оцінка перетвореності малих річкових басейнів як крок до визначення антропогенних змін гідроморфологічних умов

Кирилюк Е.В.

Виконане порівняння характеру антропогенної перетвореності територій малих річкових басейнів Чернівецької області – Гукова, Дерелуя і Виженки. Побудовані відповідні картограми і внесені оптимізаційні заходи. В басейнах Гукова і Дерелуя переважають сильноперетворені території під населенними пунктами і ріллею. Більша частина басейну Виженки знаходиться у заповідній зоні, тому тут понад 80% території є слабоперетвореною і умови практично відповідають референційним.

Оценка преобразованности малых речных бассейнов как шаг к определению антропогенных изменений гидроморфологических условий

Кирилюк Е.В.

Выполнено сравнение характера антропогенной преобразованости территорий малых речных бассейнов Черновицкой области – Гукова, Дерелуя и Виженки. Построены соответствующие картограммы и внесены оптимизационные мероприятия. В бассейнах Гукова и Дерелуя преобладают сильно преобразованные территории под населенными пунктами и пашней. Большая часть бассейна Виженки находится в заповедной зоне, поэтомутут свыше 80% территории является слабо преобразованной и условия практически соответствуют референционным.

Estimation of small river basins transformation as step to determination of anthropogenic changes of hydromorphological terms

Kyrylyuk O.V.

The comparison of anthropogenic changes character of small river basins territories of Chernivtsy region is executed– Gukiv, Dereluy and Vijenka. Proper cartograms are built and borne optimizations measures. In the Gukiv and Dereluy's basins strongly regenerate territories prevail under settlements and plough-land. Greater part of Vijenka's basin is on the protected territory, that is why here over an 80% territory is poorly regenerate and terms in the basin practically correspond by reference.

УДК 574.63(477.7)

СУЧАСНИЙ ГІДРОБІОЛОГІЧНИЙ СТАН БАСЕЙНІВ МАЛИХ РІЧОК ДНІСТРО-ДНІПРОВСЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ

Васильківська О.Б.
Інститут зоології ім.І.І. Шмальгаузена НАН України, м. Київ

Ключові слова: *донна фауна, деградація, малі річки, Дністро-Дніпровське межиріччя*

Постановка проблеми. За останні чотири десятиріччя в басейнах річок Великого та Малого Куяльників, Тилігулу, Журавки, Сасика і Березані та зокрема в їх долинах, заплавах і руслах відбувались кардинальні зміни, пов‘язані в першу чергу з непродуманими меліоративними роботами, які призвели до порушення балансу, встановленої тисячоліттями екосистеми, та зміні показників практично всіх абіотичних і біотичних факторів цього регіону.

Значні зміни відбулися в розвитку донного тваринного населення, яке відіграє значну роль у корисній біопродуктивності річок, процесах самоочищення і підтримки високої якості річкової води і має суттєве значення в балансової рівновазі різних елементів водозбору.

Об’єкт, матеріали та результати досліджень. Дністро-Дніпровське межиріччя розчленовано долинами малих річок, пониззя яких зайняті такими лиманами як Сухий, Хаджибейський, Куяльницький, Дофіновський, Малий Аджалицький, Тилігульський та Березанський. Воно являє собою нахилену з північного заходу на південний схід рівнину, що і визначає відповідний напрям протікаючих тут річок, які майже перпендикулярно протікають до моря. На півдні межиріччя степові річки у своїй основній масі протікають по Причорноморський височині, а верхівя найбільших з них (Великого Куяльника, Тилігула) розташовані на південних відрогах Подільської височини.

Не дивлячись на маловодність, степові річки регіону мають добре вироблені глибокі долини, в природньому стані заболочені, з масою стариць, проток, узволодженостей та меандрами від одного борта долини до іншого. Гідромеліоративні роботи в останні десятиріччя двадцятого століття, особливо спрямлення і поглиблення, осушили заплави, практично знищили певні ділянки річок як відповідні природні об´єкти, спричинили осушення, засолення і дефляцію по річковій долині.

До кінця XVIII століття в басейнах степових річок переважали цілинні степи на долю яких припадало 90% території, а частка розорюваних ділянок складала всього 2–3%. Внаслідок інтенсивного вівчарства, в першій половині XIX ст. практично всі природні ділянки

травянистої рослинності дістали до останьої межі дегресії. Зараз ці водозбори на 58-60% розорані, а лісистість зменшилась від 5- 6% до 3%.

Цільного біогеографічно-гідробіологічного дослідження цих річок не проводилося, хоча одній з них (Грос-Лібентальській річці) присвячена колективна праця одеських вчених, що детально дослідили її флору, фауну, геологію і інші абіотичні умови [6]. Останні роботи присвячені окремим групам чи видам гідрофауни [1, 4], локальній гідробіології [5], біогеографії [2, 3].

Для аналізу були використані матеріали експедиційних зборів 1963 - 1995 років та 2000–2005 років, які дозволяють оцінити загальний стан донного тваринного населення річок степу Дністро-Дніпровського межиріччя.

Сучасний стан донного тваринного населення досліджуванного регіону, особливо в середніх і нижніх ділянках річок, де є наявність досить широкої природньої улоговини, заростої очеретом, луговою рослинністю, забезпечує більш-менш нормальне існування річок. В останні роки це проявилось на складі донного тваринного населення що, недивлячись на невеликі розміри річок, виявилось досить багатим і різноманітним порівняно з останніми десятиріччями минулого століття. У середніх ділянках річок спостерігається значний розвиток малощетинкових червів (*Eisenia typica* (Savsg.), *Limnodrilus claparedeanus* Ratzel, *L. hoffmeisteri* Clap.), хірономід (*Cricotopus silvestris* Fabr., *Limnochironomus nervosus* Staeg., *Glyptotendipes gripekoveni* Kieff., *Endochironomus tendens* Fabr.), молюсків (*Galba trumcatula, Planorbarius purpura, P. stenostoma, P. corneus, Planorbis planorbis, Limnaea palustris*, *Theodoxus fluviatilis, Physa bulla*), амфіпод, бабків (*Coenagrion sp*.), волохокрильців (*Anabolia sp*.) та черепашкових раків (*Ntodromas monacha*). У понизових ділянках річок донне тваринне населення багате і різноманітне. Дельтове положення цих ділянок пояснює розвиток значної кількості морських і лиманних видів. Це в першу чергу поліхети –*Nephthys sp*., бокоплави та корофіїди – *Gammarus aeguicauda, Corophium chelicorne, C.volutator*, мізиди – *Mesopodopsis slabberi* (V.Ben.). При цьому прісноводним формам все ж належить домінантне положення, переважають олігохети (*Euilyodrilus hammonnieusis* (Mich.), *Limnodrilus udekemianus* Claparede, *Paranais littoralis* (O.F.Muller*), P. simplex* Hrabe) та хірономіди (*Chironomus salitus* Linevitsh, *Ch. dorsalis* (Meig), *Camptochironomus tentans* (Fabricius), *Cryptochironomus defectus* Kieffer*., Polypedilum nubeculosum* (Meig.), *Pelopia villipennis* Kieff., *Clinotanypus nervosus* Meig., *Tanytarsus mancus* Wulp*., Glyptotendipes gripekoveni* Kieff.). Численніі інші групи – одноденки, жуки, клопи *(Nepa cinerea, Sigara sahlberigi*) та ін.

Висновок. Наші дослідження показують сучасну картину розвитку донної гідрофауни, проте в поєднанні з літературними і попередньо отриманими нами матеріалами, дають змогу оцінити в цілому сучасний санітарно-гідробіологічний стан малих степових річок Дністро-Дніпровського межиріччя.

Підводячи підсумок проведених досліджень, констатуємо, що зараз спостерігається 5 типів сучасного стану річок досліджуваного регіону (Табл.).

Таблиця. **Типи сучасного санітарно-гідробіологічного стану малих річок Дністро-Дніпровського межиріччя**

Ступінь здеградованості річок під дією антропогенного чинника	К-ть розрі-зів	в % від загальної кількості розрізів	Сапро-біологічний показник		Ср. к-ть домінант них груп
			кількість	%	
Повністю каналізовані річки з деградованою заплавою	4	16	Альфа-полісапробна зона - 2	50	2,25
			Альфа-мезасапробна зона - 2	50	
Ступінь гідромеліоративної деградації -75%	9	36	Альфа-полісабробна зона -2	22	3,6
			Альфа-мезосапробна зона - 2	22	
			Бета-альфамезосапробна -4	45	
			Бетамезосапробна зона - 1	11	
Напівздеградовані річки	5	20	Альфа-полісапробна зона - 2	40	5,5
			Бетамезосапробна зона - 3	60	
Ступінь гідромеліоративної деградації – 25%	3	12	Бета- альфамезосапробна – 1	40	7,0
			Бетамезосапробна зона - 2	60	
Ділянки з природнім режимом	4	16	Бетамезосапробна зона - 4	100	9,75

У таблиці подані отримані сапробіологічні показники санітарного стану річок та їх самоочисну здатність, що класично пов'язується з видовою різноманітністю гідрофауни, яка приймає участь в процесах очищення.

У кожному конкретному випадку якість річкової системи визначається співвідношенням порушених і непорушених площ. Основний вплив на сучасні санітарно-гідробіологічні процеси в досліджених річках це є екологічно не обгрунтована діяльність людини.

Список літератури

1. Браунер А.А. Сельскохозяйственная зоология / А.А. Браунер. – К. : Госиздат, 1923. – 436 с. **2**. Полищук В.В. Состав, географические особенности и генезис гидрофауны водоемов Украины : автореф. дисс. на сосик. науч. степени д-ра биол. наук / В.В. Порлищук. – К., 1978. - 72 с. **3.** Біогеографічні комплекси району гирлових ділянок річок та морського узбережжя Північного Причорномор'я / Поліщук В.В., Васильківська О.Б. та ін. // Рибне господарство. – 2001. – Вип. 59-60.- С. 106-115. **4.** Прендель А.Р. Материалы к изучению пресноводной фауны окресностей Одессы/ А.Р. Прендель // Вісник Одеської комісії краєзнавства при УАН. – 1925. – Ч. 2-3. – С.17-22. **5.** Прендель А.Р. Гідробіологічна та рибогосподарча оцінка колгоспних ставків Одеської області і перспективи підвищення їхньої рибопродуктивності / О.Р.Прендель, Н.І.Стахорська // Праці Одеського держ. ун-ту. Сер.біол. – 1957.- 147, вип.8. - С. 115-121. **6.** Рослинність та фауна Грос-Лібентальської річки біля Одеси / Танфільєв В.Г., Макаров О.К. та ін. // Вісник Одеської комісії краєзнавства при УАН. - 1929. – Ч. 4-5.- С. 51-84.

Сучасний гідробіологічний стан басейнів малих річок Дністро-Дніпровського межиріччя

Васильківська О.Б.

Приведені результати досліджень сучасного розвитку донного тваринного населення і санітарно-гідробіологічного стану басейнів малих річок Дністро-Дніпровського межиріччя.

Современный гидробиологическое состояние бассейнов малых рек Днестро-Днепровского междуречья

Васильковская О.Б.

Приведены результаты исследований современного развития донного животного населения и санитарно-гидробиологическое состояние бассейнов малых рек Днестро-Днепровского междуречья.

Modern the hydrobiological state of water reservoir of small Dniper-Dniper rivers

Vasylkivska O.B.

The results of modern bottom animal population developing was underlined and sanitary hydro-biology state of water reservoir of small Dniper-Dniper rivers was analized.

УДК 556.5 043

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИВЧЕННЯ ВОДНОГО СТОКУ НА МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГІДРОМЕТСЛУЖБИ УКРАЇНИ

Діденко Г.В., Самойленко Н.А.

Центральна геофізична обсерваторія, м. Київ

Ключові слова: *гідрологічна мережа, гідрологічні пости, нові прилади для вимірювання, Гідрометслужба України*

Актуальність вивчення. Життя людини в усі часи тісно пов’язано з водою. На берегах річок зароджувалась стародавня культура Месопотамії, Єгипту, Індії, Китаю та ін. Тоді були побудовані перші гідротехнічні споруди - іригаційні та судноплавні канали, дамби, водосховища. Для побудови цих споруд в минулі часи без сумніву необхідні були найпростіші знання про режим річок. Тому гідрологія може вважатися однією з найдавніших наук.

Однак, знадобилось кілька тисячоліть для того щоб гідрологія стала самостійною науковою дисципліною.

Розвиток вивчення водного стоку в Україні. Основи розвитку гідрології України були закладені за часів Радянської влади. Але наріжним каменем для розвитку гідрології, як для наукової так і для практичної є систематичні натурні спостереження.

Початок систематичних водомірних спостережень на наших річках пов’язаний з діяльністю Навігаційно-описної комісії, що була організована при Міністерстві шляхів сполучення у 1875 р. На цей період припадає відкриття водомірного поста Київ, спостереження на якому розпочато у 1876 р.

На 31 грудня 1926 р. Опорна Гідрометрична Сітка складалась з 93 постів. на 34 постах були споруджені переправи.

Науковими колами того року була визнана необхідність організації єдиної для України Служби для вивчення поверхневого стоку і режиму річок.

Більшість наукових висновків сучасної гідрології базується на багаторічних спостереженнях розгалуженої мережі гідрологічних станцій і постів. Ці спостереження є фундаментом, на якому базуються інженерно-гідрологічні розрахунки та прогнози небезпечних явищ на річках.

В період з 30-х по 90-ті роки під впливом економічних і соціальних факторів розвитку країни, мережа спостережень зазнавала багатьох змін та процесів реорганізації, які базувалися на науковому підході до розвитку мережі спостережень на річках.

Сучасний стан. В Україні гідрологічна мережа станом на січень 2009 р. складається з 25 організацій, яким підпорядковані 434 гідрологічні пости, з них 374 пости розташовані на річках, і 60 - на озерах.

На 337 постах вивчається стік води і на 113 стік наносів, 33% постів - реперні.

За останні 20 років, після останньої реорганізації, гідрологічна річкова мережа майже не змінювалась і коливалась від 369 до 378.

Загальна кількість постів мережі за тривалістю спостережень виглядає так:

До 30 років	31-50	51-100	>100
66	150	199	19

Ряди спостережень мають достатню тривалість і можуть використовуватись для різного ряду розрахунків необхідних характеристик.

Ряд спостережень понад 100 років мають 9 гідрологічних постів, які до заповнення дніпровських водосховищ були річковими постами на Дніпрі.

На постах організовані спостереження за рівнем води, витратами води та наносів, температурою води, товщиною льоду та снігу на льоду, станом водної поверхні річок та водойм.

Для здійснення гідрологічних спостережень пости обладнані приладами для виміру рівня води, а саме палі, рейки, самописи рівня води типу „Валдай”.

Для виміру витрати води пости облаштовані в залежності від характеристик місцевості та розміру річки, де організовані спостереження.

Зокрема, це гідрометричні містки, човнові переправи, установки ГР-64 та ГР-70. Також з цією метою використовуються автомобільні та залізничні мости.

Багато років для виміру швидкості течії річки в системі гідрометслужби України використовуються гідрометричні млинки типу ГР -21, ГР-55. На сьогоднішній день такі млинки є застарілими як фізично, так і морально та технологічно.

За даними мережі у 2009 р. на гідрологічній мережі із 97 наявних СРВ працює 76 самописів рівня на річкових постах і 21 на озерних постах, решта установок СРВ не працювали або працювали з перервами, в основному через відсутність справних годинникових механізмів, викрадення власне самописів, відсутність гідравлічного зв'язку СРВ з річкою. У багатьох випадках павільйони самописів знаходяться в аварійному стані.

На постах мережі, обладнаних дистанційними гідрометричними установками ГР-70 і ГР-64, працювали 23 установок (75% від всієї кількості), решта була не задіяна через відсутність тросів і запасних частин.

Незважаючи на важливість безперебійного функціонування та розвитку гідрометеорологічної служби, на даний час фінансування цієї без перебільшення стратегічної галузі виконується на залишковому принципі. Обладнання та прилади для виконання спостережень морально та фізично застаріли, виробництво спеціальних гідрометеорологічних приладів на державному рівні відсутнє.

Із намаганням зберегти існуючу мережу спостережень, забезпечити якість спостережень та проведення робіт на ріках фахівці гідрометслужби працюють у більшості випадків на ентузіазмі та відданості своїй роботі. Існуючий рівень заробітної плати працівників галузі такий, що не сприяє притоку молодих спеціалістів і зумовлює велику плинність фахівців.

Прилади закордонного виробництва, які можуть поліпшити якість виконання спостережень на річках, зменшити трудозатрати та забезпечити безпеку виконання робіт, існують, але є дуже дорогими.

На жаль, частина постового обладнання на мережі знаходиться в незадовільному стані, що значно погіршує якість спостережень, точність обліку стоку та звужує можливість завчасного та якісного прогнозування елементів гідрологічного режиму річок, особливо під час повені та паводків.

На зміну звичним для гідрометслужби млинкам з'являються нові прилади, зокрема, сконструйований на акустичному принципі вимірювач швидкості течії ИСТ-1 розроблений НТК „Океан - МГИ" (м. Севастополь).

Нові млинки значно полегшують процес виміру швидкості течії. Разом з тим вони мають певні недоліки конструктивного характеру, що призводить до значної похибки у вимірюваннях витрат води.

У перспективі, після проходження дослідної експлуатації на мережі спостережень і внесення відповідних конструктивних змін, новими приладами, а саме автоматизованими постами та млинками „ИСТ-1" будуть забезпечені усі пости мережі гідрометслужби.

На жаль, розробку інших приладів (зокрема, батометрів, приладів для виміру товщини льоду та ін.) в Україні не розпочато.

Результати спостережень гідрологічних станцій і постів публікуються щорічно в офіційних виданнях - гідрологічних щорічниках.

Ці видання містять систематизовані дані про режим річок та озер - по рівням і витратам води, льодовим явищам, наносам та ін.

Гідрологічні щорічники, в яких зібраний до теперішнього часу колосальний фактичний матеріал - дані спостережень за десятки років по багатьом гідрологічним станціям - представляє собою воістину золотий фонд гідрологічної інформації, який широко використовується гідрологами і гідротехніками у всій країні для гідрологічних досліджень, для розрахунків при проектуванні гідротехнічних споруд та для прогнозів гідрологічного режиму річок, озер і водосховищ.

Зважаючи на катастрофічні паводки останніх років в Закарпатті (1998, 2001 р.) та Прикарпатті (2008 р.) актуальність вчасного надходження та достовірності гідрологічної інформації прийшла з рівня суто галузевого до рівня національної безпеки держави.

Для запобігання катастрофічних паводкам у Карпатах та мінімізації їх наслідків слід істотно підвищити рівень інформативної здатності служби інформаційного оповіщення, яке можливо лише після створення автоматизованих інформаційно-прогностичних систем, які б охоплювали всі технологічні процеси від спостережень до забезпечення споживачів інформаційною та прогнозною продукцією. Технологія функціонування систем потребує відповідного технічного оснащення, досконалої методичної бази та необхідного забезпечення гідрометеорологічними даними в оперативному режимі.

Фахівці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) з 80-90-х рр. XX століття працюють над створенням інформаційно-прогнастичних систем у басейнах річок Тиси, Дністра та Прута, розробляючи методичну базу систем та технологічні рішення. УкрНДГМІ здійснює науково-методичний супровід функціонування цих систем.

Їхні розрахунки ґрунтуються на матеріалах видання „Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші”, які готують фахівці Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) - головної методичної організації гідрометслужби України з питань гідрометеорологічних спостережень і моніторингу довкілля.

Завдяки закордонній допомозі, перш за все одержаної від Угорщини, в останні роки значно підвищилась оперативність отримання інформації про кількість опадів та рівень води в річках Закарпаття.

З метою своєчасного попередження, оцінки та прийняття відповідних рішень, щодо можливих наслідків катастрофічних паводків, на території Закарпатської області діють три міжнародні проекти: ДАНСІ „Протипаводковий менеджмент в Україні і Словаччині”, проект „Україна - НАТО”, проект TACIS „Оцінка ризику та управління повенями в Закарпатській області”. Результатом впровадження цих проектів на території Закарпатської області є встановлення 21 автоматизованих гідрологічних станцій, які вимірюють рівень води, температуру води, опади. Безумовно, це дуже значний крок до більш сучасної роботи

гідрометеорологічної служби, але на жаль ці проекти впроваджуються лише в басейні р. Тиси. Впровадження на всій мережі подібних технологій вимагає значних фінансових затрат.

Однак, сподівання на міжнародну допомогу не повинно замінювати повсякденну увагу держави до потреб Гідрометеорологічної служби України.

Список літератури

1. Гидрометеорологическая служба Украины за 50 лет Советской власти. - Л.: Гидрометеоиздат, 1970. **2.** Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші : довідник, Вип.2, ч.1. – К. : Віпол, 2009. **3.** Косовець О.О. Катастрофічні гідрологічні явища на зламі століть в Українських Карпатах / О.О. Косовець, Н.А. Самойленко // Зб. праць ЦГО. – 2006. – Вип. 2 (16). **4.** Матеріали наради-семінару спеціалістів організацій гідрометеорологічної служби Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. „Гідрологічне обслуговування та використання моделей у гідрологічному прогнозуванні" (Ужгород, 21-25 червня 2004 р.). - К., 2004.

Стан та перспективи вивчення водного стоку на мережі спостережень Гідрометслужби України

Діденко Г.В., Самойленко Н.А.

Розглянуто стан сучасної гідрологічної мережі України та її зміни протягом останніх 20-и років, обладнання гідрологічних постів для вимірювання витрат води і забезпечення постів необхідними приладами для виконання якісних і сучасних спостережень на гідромережі. Окреслено проблеми із забезпеченням фінансування приладової бази гідропостів і їх вплиа на якість вивчення водного стоку.

Состояние и перспективы изучения водного стока на сети наблюдений Гидрометслужбы Украины

Диденко Г.В., Самойленко Н.А.

Рассмотрено состояние современной гидрологической сети Украины и ее изменения на протяжении последних 20-и лет, оборудование гидрологических постов для измерения расходов воды и обеспечения постов необходимыми приборами для проведения качественных и современных наблюдений на гидросети. Подняты проблемы финансирования приборной базы гидропостов и их влияние на качество изучения водного стока.

Being and prospects of study of water flow in the network of supervisions of Hydromet department of Ukraine

Didenko G., Samoylenko N.

A modern hydrological network of Ukraine and its change during the last 20 years. The equipment of hydrological posts for measuring of water charges and providing the posts with all the necessary devices for execution of high-quality and well-timed supervisions of a hydrological network. The problems with financing of device base of hydrological posts and its influence on the quality of study of water flow. About development of new devices for measuring the speed of water flow of the rivers.

УДК: 556.531

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФІЧНОЇ ОЦІНКИ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК

Мольчак Я.О., Фесюк В.О., Мисковець І.Я.
Луцький національний технічний університет

Ключові слова: *гідрохімічний режим поверхневих вод, моніторингякості води, прогнозування якості поверхні стоку*

Постановка проблеми. Основний підхід до дослідження поверхневого стоку базується на використанні даних гідрологічних і гідрохімічних характеристик. При цьому лише річковий стік включає в себе ресурси, які постійно оновлюються як в річках, озерах, водосховищах, так і підземних водах зони активного водообміну. Аналізуючи якісний і кількісний склад вод та їх проводячи їх оцінку, необхідно враховувати гідрологічні та гідрохімічні характеристики водного об’єкта, які в сукупності визначають його еколого-гідрохімічний стан. За даними характеристик водного режиму накопичено значну кількість інформації, оскільки вимірювати ці параметри доволі просто. Щодо гідрологічних параметрів, то в межах басейну розташовані гідрологічні пости, на яких проводяться постійні спостереження, щоправда останніми роками кількість таких спостережень скоротилась. Це призвело до зменшення кількості даних, а в зв’язку з цим й інформація стала менш доступною.

Аналіз попередніх досліджень. Існує багато методик, які стосуються дослідження фактичних гідрохімічних даних та аналізу їх закономірностей. Велику роль в оптимізації природно–техногенного процесу відіграє математичний апарат, який ґрунтується на основі синтезу теоретичних і методологічних положень гідрології, гідрогеології, гідродинаміки, гідрохімії і фізичної хімії. Серед останніх наукових праць в цій галузі можна відмітити роботи Весенка О.Г. (2001), Верниченка А.А., Подашкіна А.В. (1993). Дослідженню цієї проблеми на теренах Волинської області присвячено роботи Мольчака Я.О. [5, 6], а також Забокрицької М.Р., Хільчевського В.К., Манченка А.П. [4] та Гопчака І.В. [3].

З 1972 р. була створена державна служба за спостереженням та контролем навколишнього середовища з метою оцінки стану довкілля та виявлення джерел забруднення. З 1974 року почали виходити гідрологічні бюлетені з неповною інформацією про якість води. До до 1993 р. матеріал по гідрохімічному режиму друкувався не регулярно. При цьому публікувались лише дані про сольовий склад, хоча їх не достатньо для того, щоб зробити детальну еколого-гідрохімічну оцінку стану вод річок Волині.

Мета дослідження. Слід відмітити, що повна програма спостережень за якістю проводиться тільки за основними фазами водного режиму, а щомісячні спостереження ведуться за скороченою програмою, яка включає витрату води, режимні спостереження за O_2, pH, температуру води, твердий стік, ХПК, $БПК_5$, але спостереження за забруднюючими речовинами ведуться тільки на пунктах 1-3 категорії, тобто створах великих та середніх річок. Основною метою даної статті є аналіз сучасних тенденцій формування гідрохімічного режиму поверхневого стоку на прикладі Волинської області та розробка теоретико-методологічних засад конструктивно-географічної оцінки гідрохімічного режиму річок.

Виклад основного матеріалу. У басейнах річок Волині спостереження за якістю води проводяться більш як на 50 пунктах. Термін, за який наявні дані для конструктивно-географічної оцінки гідрохімічного стану поверхневого стоку та його прогнозу, складає понад 25-30 років [3].

Для оцінки якості поверхневих вод використано методику, опубліковану у 1987 р. у монографії за редакцією А.В. Карпушева „Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод”. Вагомий внесок в дослідження закономірностей розподілу гідрохімічних характеристик зробили Л.М. Горєв, В.І. Пелешенко, В.К.Хільчевський [4] та інші.

Сучасні гідрохімічні характеристики формуються під впливом як антропогенних, так і природних чинників і є індикаторами зміни спрямованості та інтенсивності фізико-хімічних та біологічних процесів в межах басейну і, безпосередньо, у водосховищах та водоймах.

На річковий стік впливає одночасно багато антропогенних чинників: гідромеліорація, дренажний стік, сільськогосподарське виробництво, промислове і комунальне господарство, водогосподарські комплекси та інше, які по-різному впливають на характеристики водного та гідрохімічного режимів, якість води.

Всі техногенні чинники Яцюк М.В. (1995) об’єднує у 4 групи, а саме: чинники, що здійснюють головний вплив на стік за рахунок безпосереднього використання води з вододжерел; чинники, що здійснюють вплив на гідрохімічний режим за рахунок перетворень руслової мережі; чинники, які змінюють умови формування гідрохімічного режиму і стоку шляхом впливу на поверхню річкових водозборів; чинники господарської діяльності, які впливають на гідрохімічний режим шляхом змін антропогенних перетворень, а також характеристик вологообігу у зв’язку з водогосподарськими заходами.

Конструктивно-географічна оцінка антропогенного впливу на формування гідрохімічного стану поверхневих вод є складною задачею, тому що антропогенні зміни переплітаються та накладаються на природні закономірності.

Врахувати одночасно значну кількість чинників можливо за умов використання методів математичного моделювання та створення

відповідних моделей. При цьому вирішується проблема оцінки, прогнозування і оптимізації якості довкілля в умовах антропогенних навантажень.

Конструктивно-географічна оцінка гідрохімічного стану поверхневих вод виконувалася на прикладі річкових басейнів та озер Волинської області, шляхом імовірносно-статистичного аналізу інформації.

Прогнозування якості поверхневого стоку включає дослідження гідролого-гідрохімічних процесів, гідрохімічного балансу і шляхи їх реалізації. Тому подальшого розвитку повинні набути методи прогнозування якості поверхневих вод стосовно різних видів господарської діяльності. До зазначеного можна віднести роботи з оцінки впливу великомасштабних територіально-промислових комплексів на поверхневі води та прогнозування їх гідрохімічного режиму при різноманітних скидах забруднювальних речовин.

Результати дії процесів формування хімічного складу поверхневого стоку є функцією виносу хімічних речовин [5].

Надходження промислових, побутових і сільськогосподарських стічних вод змінює хімічний склад поверхневого стоку. У зв'язку з цим зростання антропогенного впливу поглиблюють процес формування гідрохімічного стану поверхневих вод, а значить виникає необхідність вивчення гідрохімічного режиму.

Тому для регулювання відмічених змін необхідні спеціальні дослідження процесів формування гідрохімічного стану природних вод в умовах техногенезу на основі конструктивно-географічних засад.

Сьогодні комплексний аналіз та оцінка забруднення поверхневого стоку є дуже складною системою методів, які дають можливість розробити та виразити різні ступені формалізації. Відмічене зумовлюється різними цілями і завданнями оцінки якості води.

Висновки. Як в Україні, так і за рубежем не існує єдиного загальноприйнятого методу, який дає можливість комплексно оцінити забруднення поверхневого стоку. Тому необхідна розробка такого методу або методики, які забезпечать найбільш адекватну оцінку ступеня забруднення води або поверхневого стоку тієї ділянки, яка нас цікавить. В цьому велику допомогу може надати ГІС. Відмічене можливе у випадку проведення глибоких конструктивно-географічних наукових досліджень хімічного складу вод і гідрохімічних та гідробіологічних показників забруднення, які дадуть змогу оцінити стан водних об'єктів та визначити токсичні дії забруднювальних речовин, що потрапляють у поверхневі води.

Список літератури

1. Весенко О.Г. Оцінка динаміки якості поверхневих вод басейну р.Дніпро / О.Г. Весенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т.1. – С. 389-398. **2.** Верниченко А.А. Экологическая классификация водотоков Украины / А.А

Верниченко, А.В.Подашкин // Проблемы охраны вод : сб. науч.трудов УкрНЦОВ., 1993. – С.3-12. **3.** Гопчак І.В. Екологічна оцінка стану поверхневих вод Волинської області та нормування їх якост : дис. канд. геогр. Наук / І.В. Гопчак. – К.: 2007. – 378 с. **4.** Забокрицька М.Р. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України / Забокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.. – К. : Ніка Центр, 2006. – 184 с. **5.** Мольчак Я.О. Річки та їх басейни в умовах техногенезу / Мольчак Я.О., Герасимчук З.В., Мисковець І.Я.. – Луцьк: РВВ ЛДТУ, 2004. – 336 с. **6.** Мольчак Я.О. Річки Волині / Я.О. Мольчак, Р.В.Мігас. – Луцьк: Надстир'я, 1999. – 176 с.

Теоретико-методологічні аспекти конструктивно-географічної оцінки гідрохімічного режиму річок

Мольчак Я.О., Фесюк В.О., Мисковець І.Я.

У статті запропоновані основні теоретичні положення проведення досліджень гідрохімічного режиму. Проаналізовані конструктивно-географічні основи формування гідрохімічного режиму поверхневих вод. Оцінені перспективи розвитку даного напрямку.

Теоретико-методологические аспекты конструктивно-географической оценки гидрохимического режима рек

Мольчак Я.О., Фесюк В.О., Мисковець І.Я.

В статье предложены основные теоретические положения проведения исследований гидрохимического режима. Проанализированы конструктивно-географические основы формирования гидрохимического режима поверхностных вод. Оценены перспективы развития данного направления.

Theoretical and methodological aspects of structural-geographical estimation of the gidrochemical mode of rivers

Molchak J.A., Fesyuk V.A., Myskovets I.J.

In the article basic theoretical positions of conducting of researches of the gidrochemical mode are offered. The structural-geographical bases of forming of the gidrochemical mode of superficial waters are analysed. The prospects of development of the given direction are appraised.

УДК 910.3:556 (477.75)

РАСЧЁТ МОДУЛЯ СТОКА РЕК СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА КРЫМСКИХ ГОР С МАЛЫМИ РАСХОДАМИ КАРСТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ПРИ ОТСУТСТВИИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Тимченко З.В.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства, м. Симферополь

Ключевые слова: *модуль стока, расход карстового источника, река Салгир*
Ключові слова: *модуль стоку, витрата води карстового джерела, річка Салгир*

На северном макросклоне Крымских гор берут начало река Салгир и её основные притоки. Река Салгир – самая известная и самая длинная

(204 км) река Крыма с площадью водосборного бассейна 3750 км^2. За исток принято место слияния у села Перевальное Ангары и Кизил-Кобы, которая вытекает из Красной пещеры водопадом Су-Учхан. Впадает Салгир в залив Сиваш Азовского моря. Водосборный бассейн его охватывает северные склоны Главной гряды Крымских гор, зону предгорий и равнинную часть Крыма. Средняя высота бассейна 440 м абс, хотя основная его часть расположена ниже 300 м абс. Бассейн Салгира асимметричен. Все основные притоки реки правобережные. Притоков первого порядка четырнадцать, второго порядка длиной более пяти км – 26. Общая длина этих притоков 719 км. Количество притоков менее 5 км - 234 [1]. Примерно до середины течения притоки Салгира носят характер горных потоков, нижнее течение – равнинное. Воды Салгира наполняют Симферопольское водохранилище (объём 36 млн. м^3), построенное в 1955 г. для водоснабжения Симферополя. В нижнем течении русло реки пересекает Северо-Крымский канал, и оно используется в качестве дренажно-сбросного коллектора (ГК-22). Левобережные притоки Салгира - Ангара и Аян. На реке Аян в 1927-29 гг. построено Аянское водохранилище (3,9 млн. м^3) для водоснабжения Симферополя. Основные правобережные притоки Салгира длиной более 10 км - Ангара, Малый Салгир, Зуя, Бурульча, Биюк-Карасу. Истоком реки Биюк-Карасу является самый мощный в Крыму карстовый источник Карасу-Баши, расположенный у подножия северных склонов Караби-яйлы. Поэтому по водности Биюк-Карасу превосходит Салгир почти в два раза. Притоками Биюк-Карасу являются реки Тонас, Сары-Су, Кучук-Карасу. На реке Биюк-Карасу для целей орошения построены водохранилища: Тайганское (1938 г.) объёмом 13,8 млн. м^3 и Белогорское (1970 г.) объёмом 23,3 млн. м^3. На реке Зуя для целей орошения в 1924 г. построено Балановское водохранилище объёмом 5,07 млн. м^3.

Для решения задач водоснабжения регионов Крыма местными водными источниками необходимы данные по водности рек. Однако только на семи реках бассейна Салгира имеются гидропосты. Поэтому возникает задача определения водности рек при отсутствии гидрометрических наблюдений.

В работах [2, 3] для обобщения данных по годовому стоку (модуль стока, л/с км^2) используется средняя высота водосборного бассейна ($H_{ср}$), м.абс. Находится для различных типов горных районов зависимость

$$M = f(H_{ср}). \qquad (1)$$

В работе [4] на примере рек западной части ЮБК проведено сравнение возможности обобщения годового стока следующим образом:

1) с использованием связи (1);

2) с помощью полученной в этой работе на основании теории размерности критериальной связи

$$h / L = f(h_1 / L; i; F / L^2), \quad (2)$$

где h – слой стока, мм; h_1 – слой стока от расхода источника реки Q_1; L, i – длина и средний уклон участка реки; F - площадь водосборного бассейна участка реки, км^2;

3) с использованием связи, полученной на основании физической модели формирования стока [5]:

$$M = f(Q_1, H, i, F), \quad (3)$$

где H – падение участка реки.

Наилучшие результаты по индексу корреляции и среднеквадратичному отклонению получены при обобщении данных с использованием соотношения (3).

Для крымских рек является существенным введение в качестве характерного параметра расхода источника реки Q_1, т.к. практически все реки Крыма начинаются карстовыми источниками. В [6,7] с использованием соотношения (3) проведено обобщение годовых стоков для рек с карстовыми источниками менее и более 0,4 м^3/с. Среди рек бассейна Салгира к рекам с расходом карстового источника менее 0,4 м^3/с относится река Кизил-Коба, а к рекам с расходом источника более 0,4 м^3/с – река Биюк-Карасу.

В случае рек с карстовыми источниками малых расходов соотношение (3) принимает вид

$$M = f(H, i, F) \quad (4)$$

В связи с тем, что $i = H/L$, соотношение (4) можно представить в виде:

$$M = f(H, L, F). \quad (5)$$

Для обобщения данных по годовому стоку рек бассейна Салгира с малым расходом карстовых источников использованы данные шести рек (7 участков) [1,8] (табл. 1).

Таблица 1. **Сопоставление расчётных (M_p) и измеренных (M) значений модулей стока воды**

Гидропост	H, км	L, км	F, км^2	M, л/с км^2	M_p, л/с км^2	δ, %
Ангара – с. Перевальное	0,189	5,8	38,3	7,3	6,88	-5,8
М. Салгир – г. Симферополь	0,459	21	96	2,8	2,55	-8,9
Зуя – с. Баланово	0,406	12,0	48	2,77	3,3	19,1
Бештерек – с. Мазанка	0,408	15,5	30	2,1	2,07	-1,4
Тонас – г. Белогорск	0,897	27	184	2,0	2,4	20
Кучук-Карасу – с. Красная Слобода	0,312	13	54	2,77	3,35	20,0
Кучук-Карасу – с. Богатое	0,398	18	89	2,9	2,94	1,4

С использованием указанных в табл. 1 данных с помощью многофакторного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа получена следующая обобщающая зависимость с индексом корреляции 0,958 (корреляционная связь сильная [9]):

$$M = 5.78 H^{-0.155} L^{-0.987} F^{0.453}, \quad (6)$$

где размерность H и L в км; F - км^2.

Результаты расчёта модуля стока воды M_p по формуле (6) приведены в табл. 1. Там же даны в процентах значения отклонений расчётного значения модуля от измеренного:

$$\delta = 100(M_p - M)/M .$$

Из табл. 1 следует, что отклонения δ находятся в пределах от «минус» 8,9% до 20%. Средняя квадратичная погрешность расчёта модуля составляет 0,38 л/с км^2. При известном модуле стока в каком-либо створе реки M_0 в другом створе значения модуля определяется по следующей формуле, основанной на формуле (6):

$$M = M_0 (H_0/H)^{0,155} (L_0/L)^{0,987} (F/F_0)^{0,453}. \quad (7)$$

С использованием формул (6) и (7) рассчитаны значения модуля стока воды M для устьев семи рек бассейна Салгира при отсутствии гидропостов (табл. 2):

Таблица 2. **Расчётные значения модулей стока воды для устьев рек**

№ пп	Расчётный створ	H, км	L, км	F, км^2	M, л/с км^2
1	Ангара - устье	0,352	13	61,9	3,5
2	Малый Салгир - устье	0,464	22	96,1	2,68
3	Зуя – устье	0,666	49	421	1,71
4	Бештерек – устье	0,590	41	82,3	1,2
5	Бурульча - устье	0,996	76	244	0,97
6	Сары-Су - устье	0,604	27,7	127	2,11
7	Кучук-Карасу - устье	0,620	62	255	1,29

Выводы.

1. С использованием многофакторного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа получена с индексом корреляции 0,958 формула, позволяющая рассчитать модуль стока рек бассейна реки Салгир с малыми расходами карстовых источников при отсутствии гидрометрических наблюдений.
2. Рассчитаны значения модулей стока для устья семи рек бассейна реки Салгира при отсутствии гидропостов.

Список литературы

1. Поверхностные водные объекты Крыма. Управление и использование водных ресурсов: Справочник // Лисовский А.А., Новик В.А., Тимченко З.В. и др. – Симферополь : ДОЛЯ, 2007. – 218 с. **2.** Клибашев К.П. Гидрологические расчёты / К.П.Клибашев, И.Ф.Горшков. – Л.: ГМИ, 1970. – 460 с. **3.** Ресурсы поверхностных вод. – Т. 6. Украина и Молдавия. – Вып. 4. Крым. –Л.: ГМИ, 1966. – 344 с. **4.** Тимченко З.В. Выбор параметров для обобщения данных по годовому стоку рек / З.В. Тимченко // Теоретические и прикладные проблемы современной географии : материалы Междунар. науч. конф. акад. Г.И. Швебса. – Одесса, 2009. – С. 221–223. **5.** Тимченко З.В. Определение модуля стока рек северо-западных склонов Главной гряды Крымских гор при отсутствии гидрометрических наблюдений / З.В. Тимченко // Фізична географія та геоморфологія. – 2005. – Вып. 48. – С. 253–257. **6.** Тимченко З.В. Расчёт модуля стока рек Крыма с известными карстовыми источниками при отсутствии гидрометрических наблюдений / З.В. Тимченко // Строительство и техногенная безопасность. – 2005. – Вып. 6. – С. 224–226. **7.** Тимченко З.В. Определение модуля стока рек Крыма с мощными источниками при отсутствии гидрометрических наблюдений // Учёные записки Крымского ИПУ. – 2006. – Вып. 6. – С. 73–75. **8.** Государственный водный кадастр. Основные гидрологические характеристики. – Т. 6. Украина и Молдавия. – Вып. 4. Крым. – Л.: ГМИ, 1980. - 120 с. **9.** Вознюк С.Т., Основы научных исследований / Вознюк С.Т., Гончаров С.М., Ковалёв С.В. – К. : Вища школа, 1985. – 192 с.

Розрахунок модуля стоку рік північного макосхилу Кримських гір з малими витратами карстових джерел при відсутності гідрометричних спостережень

Тімченко З.В.

В результаті узагальнення даних спостережень та кореляційно-регресійного аналізу отримано рівняння для розрахунку модулів стоку річок басейну річки Салгир з малими витратами карстових джерел.

Расчёт модуля стока рек северного макросклона Крымских гор с малыми расходами карстовых источников при отсутствии гидрометрических наблюдений

Тимченко З.В.

В результате обобщения данных наблюдений и корреляционно-регрессионного анализа получено уравнение для расчёта модулей стока рек бассейна реки Салгир с малыми расходами карстовых источников.

Calculation of the module of flow of rivers of north macro hillside of the Crimean mountains with the small consumption of the karst spring without the hydrometric observers.

Timchenko Z.V.

As a result of generalization of these supervisions and correlation-regressive analysis correlation for the calculation of the module of flow of rivers of the Salgyr river basin is got.

УДК 556.537.+551.435.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РУСЛОФОРМУВАННЯ РІЧОК ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Ющенко Ю.С., Паланичко О.В.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Ключові слова: *закономірності руслоформування, методологічні положення, система потік-русло, однорідні ділянки русел, екзогенні та ендогенні фактори, антропогенна діятельність*

Актуальність дослідження. Завдяки виносу з гір значної кількості наносів, розширенням дна долин і паводковому режиму річок Передкарпаття, їх русла активно змінюються, деформуються. Водночас долини річок досить щільно заселені, тут концентруються об'єкти інфраструктури, інженерні споруди, водозабори, зони рекреації та інше. Саме тому дані ділянки русел вже тривалий час досліджуються представниками природничих, технічних наук і особливо гідрологами, руслознавцями. У географічному відношенні це ділянки течії річок, що відповідають переходу від гірських умов до рівнинних. Їх також називають напівгірними. У методичному відношенні закономірності їхнього руслоформування розкриті лише частково, з окремих аспектів. Тому актуальним є продовження, подібних досліджень.

Аналіз попередніх досліджень. Вивчення ділянок річок, що витікають з гір, має тривалу історію. Але спроби формування методологічних положень руслознавства щодо них досить обмежені.

В основах гідроморфологічної теорії руслового процесу [3] дана проблема не висвітлюється. У монографічній літературі відомими є праці дослідників Середньої Азії [6] та школи Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова [4, 8, 9, 10]. Значно чисельнішими є публікації у статтях, але вони присвячені переважно окремим аспектам цієї проблеми.

Вплив гірських систем зумовлює своєрідну «висотну зональність» процесів, що відображається у класифікаціях та теоретичних поглядах. Водночас більша увага приділяється динамічним, гідравлічним характеристикам потоків та їх впливу на руслоформування, а менша – поступовим змінам обмежень, розвитку алювіального середовища, умов вільного самоформування.

Відомо, що у передгір'ях досить часто формуються розширені ділянки дна річкових долин, алювіальні рівнини [7]. Ця обставина не може не впливати на розвиток уявлень про закономірності руслоформування.

Важливо також звернути увагу на термінологію. Русла, перехідні за характером між гірськими та рівнинними, запропоновано називати напівгірними [8]. Водночас унаслідок вивчення гідравліки руслового потоку К.В. Грішанін дійшов висновку про необхідність виділення

особливого класу річкових русел – складених крупним алювієм [1]. У монографії [11] запропоновано термін «крупноалювіальні русла». Вони можуть поділятися на підкласи, що відображають специфіку як гір, так і передгір'їв та рівнин.

Сучасний етап досліджень русел річок Українських Карпат характеризується також переходом від розгляду та аналізу окремих ділянок, прикладів до аналізу процесів вздовж усієї течії річок [11, 5]. Це перспективний підхід як з позицій моніторингу та геоінформаційних технологій, так і з позицій методології, пошуку провідних закономірностей руслоформування. Для його розвитку необхідним є залучення та обробка достатньо великого обсягу інформації.

Результати досліджень. У руслознавчому вивченні річок історично сформувалися два методичних підходи. За одним досліджувались лише найбільш характерні, типові чи практично важливі ділянки. За іншим - всі ділянки річки вздовж її течії (або значної частини течії). Останнє, наприклад, було рекомендовано здійснювати у гідроморфологічному аналізі. Подібний підхід також необхідний при побудові руслознавчих карт значних територій. У сучасних умовах, з розвитком систем моніторингу, геоінформаційних систем, фіксація та аналіз достатньо повної руслознавчої інформації у річкових системах та на значних територіях стає вимогою часу. Тому важливими стають методичні підходи до здійснення таких робіт. Це і принципи поділу (дискретизації) русел, тобто систем потік-русло, (СПР) на вищих рівнях будови (структури), і теоретико-методологічні засади, і практичні вимоги.

Специфікою лінійно витягнутих водних потоків суходолу, річок є формування цілісно-розгалужених річкових систем, закладених у певних басейнах. Долини і русла річок у системі також пов'язані між собою. Тому вищим рівнем їх організації можна вважати басейнову СПР. У територіально-структурному, геопросторовому відношенні вона ділиться на певні складові і водночас на СПР річок.

СПР річок також часто називають рівнем поздовжнього профілю, оскільки він дійсно є найбільшою «русловою формою». В різних частинах профілю процес руслоформування відбувається у різних умовах, що призводить до його суттєвих змін.

Нижчерозташованим структурним рівнем багато дослідників вважають СПР однорідних ділянок (на нашу пропозицію – однорідних ділянок русла та заплави, ОДРЗ). Але в дійсності існують певні характерні частини річки (течії річки), що складаються з послідовностей ОДРЗ.

Власне ж ОДРЗ є тією одиницею поділу, на рівні якої проявляються характерні риси будови мега-, макро- та мезоформ русел. Тому дискретизація СПР річки на даному структурному рівні є принципово важливим методологічним підходом.

Важливою методологічною вимогою є також охоплення інформацією періоду, що відображає вікові зміни стану русел і розпочинається у референційних умовах (хоча б для більшості ділянок). Завдяки цьому

можна визначити смуги сучасного руслоформування, загальні тенденції та особливості змін форм, а також конкретні види деформацій.

Руслоформування на будь-якому структурному рівні відбувається під дією певних чинників. У методологічному відношенні вважають, що форми земної поверхні виникають від взаємодії систем екзогенних та ендогенних чинників. Для СПР річок це означає реакцію потоків, насичених наносами на дію тектоніки, літології корінних порід та рельєфу вищих порядків.

З позиції першочергової уваги до вивчення рис достатньо вільного самоформування в СПР провідним наслідком такої взаємодії чинників є розвиток алювіального середовища, алювіальних русел. Відомо, що воно нерівномірно розподілено вздовж течії річок у зв'язку із дією тектонічних, геологічних чинників, а також крупних приток. У теперішній час на цей процес значно впливає антропогенна діяльність.

З екзогенних чинників важливо виділити джерела поступання наносів в СПР, а також багатоводність річкового потоку, що переносить ці наноси. Поряд зі змінами багатоводності існують також зміни можливості дії потоку на русло, що виражаються через різні гідравлічні показники (наприклад – числа Фруда). Тому, у багатьох відношеннях, доцільно було б говорити про чинник водно-гідравлічного режиму річки.

Чинники, як і саме руслоформування, мають певні закономірності розподілу у просторі та часі, можуть змінюватись. Завдяки абсолютному переважанню односпрямованої течії річок дію їх чинників схематично можна представляти, як таку, що накопичилась у вище розташованій частині басейну і сконцентрована у характеристиках самої СПР, що надходить на досліджувану ділянку; і таку, що має локальний, місцевий характер, проявляється власне на цій ділянці. Схематизовано вважаємо, що тут взаємодіють внутрішні характеристики СПР і зовнішні впливи на ділянці. Зміни характеристик та чинників вздовж течії важливо вивчати у методичному відношенні, через їх порівняння і систематизацію. У зв'язку із цим виявляються певні закономірності руслоформування.

Особливою є дія антропогенної діяльності. Провідною її рисою є зростання її впливу у часі. Згідно Водної Рамкової Директиви ЄС існує вимога виділення референційних та антропогенних умов.

На нашу думку важливим орієнтиром в цьому питанні можуть слугувати значні зміни планових форм та багаторічної смуги руслоформування на ОДРЗ, що виникають внаслідок будівництва споруд і регулювання русел.

Антропогенні чинники змінюють всі основні характеристики СПР та умови її розвитку. Це стосується і дії обмежень, і алювіального середовища та стоку наносів, і самого водного потоку. Зміни у функціонуванні СПР поступово накопичуються. Тому важливим практичним завданням є формування сучасного руслознавчого обґрунтування оптимізації різних видів діяльності у геопросторі СПР,

річкових ландшафтів. Для цього ж потрібна і відповідна інформаційна база, належним чином організований моніторинг стану річок.

Погіршення цього стану, а саме руслових та заплавних геоекосистем; поступові загальні зміни у природокористуванні, взаємодії суспільства та природи вимагають значного оновлення концепцій планування розвитку таких об'єктів. Очевидно, що це повинні бути ґрунтовні екологічні, геоекологічні концепції.

Висновки. На сучасному етапі розвитку руслознавства активно продовжується формування методологічних засад вивчення закономірностей руслоформування річок гірських регіонів і, зокрема, регіону Українських Карпат, Передкарпаття. Реалізуються завдання створення ґрунтовної інформаційної бази, основ сучасного моніторингу, виявлення закономірностей будови та динаміки русел, вирішення практичних питань.

Дослідження базуються на принципі достатньо повного аналізу просторово-часової структури руслоформування, ієрархічному розгляді русел та їх частин, поєднанні геогідроморфологічного підходу з іншими. Система чинників розглядається крізь призму поступових змін, розвитку вздовж течії річок алювіального середовища, можливостей самоформування СПР. Досліджуються розглядаються їх антропогенні зміни, шляхи подолання геоекологічних проблем. На основі цього виявлено важливі закономірності руслоформування річок Передкарпаття.

Список літератури

1. Гришанин К.В. Гидравлическое сопротивление естественных русел / С.П. Гришанин. - СПб. : Гидрометеоиздат, 1992. – 181 с. **2.** Закономерности русловых процессов рек Украинских Карпат и их практические приложения / Кафтан А.Н., Кузнец А.Я., Онищук В.В. // Труды V Всесоюзного гидрологического съезда. – Л. : Гидрометеоиздат, 1988. – Т. 10, кн. 1. – С. 244-253. **3.** Кондратьев Н.Е. Основы гидроморфологической теории руслового процесса / Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко Б.Ф. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 272 с. **4.** Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее басейне / Н.И. Маккавеев. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 343 с. **5.** Ободовський О.Г. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси / О.Г. Ободовський, О.Є. Ярошевич. – К.: Інтертехнодрук, 2006. – 70 с. **6.** Талмаза В.Ф. Гидроморфометрическая характеристики горных рек /В.Ф. Талмаза , А.Н. Крошкин. – Фрунзе : Кыргызстан, 1968. – 204 с. **7.** Цись П.М. Геоморфологія УРСР / П.М. Цись. – Львів: Вид-во Львів-го ун-ту, 1962. – 224 с. **8.** Чалов Р.С. Географические исследования русловых процес сов / Р.ГС. Чалов. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 232 с. **9.** Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т.1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел / Р.С. Чалов. – М. : ЛКИ, 2008. – 608 с. **10.** Эрозионные процессы / [ред. Н.И. Маккавеев, Р.С. Чалов]. – М.: Мысль, 1984. – 256 с. **11.** Ющенко Ю.С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел / Ю.С. Ющенко. – Чернівці : Рута, 2005. – 320 с.

Дослідження закономірностей руслоформування річок Передкарпаття

Ющенко Ю.С., Паланичко О.В.

Стаття присвячена дослідженням законімерностей руслоформування річок Передкарпаття. На передгір'ї відзначені: винесення великої кількості наносів, розширенні днища долин, формування алювіальних рівнин. Досліджено однорідні

ділянки русел і заплав річок Передкарпаття. Проаналізовані вікові зміни стану русел з врахуванням як референційних, так і антропогенних факторів. Завдяки цьому можна визначити смуги сучасноого руслоформування, загальні тенденції й особливості зміни форм, а також конкретні види деформацій.

Исследование закономерностей руслоформирования рек Передкарпатья

Ющенко Ю.С., Паланичко О.В.

Статья посвящена исследованиям закономерностей руслоформирования рек Предкарпатья. На передгорье отмечены следующие особенности: вынос значительного количества наносов, расширенные днища долин, формирование аллювиальных равнин. Авторы статьи исследовали однородные участки русел и пойм рек Передкарпатья. Проанализированы вековые изменения состояния русел с учетом как референционных, так и антропогенны, факторов. Благодаря этому можно определить полосы современного руслоформирования, общие тенденции и особенности изменения форм, а также конкретные виды деформаций.

Research of conformities to law of the riverbed-formation rivers on the Before-Carpathians territory

Yuschenko Yu.S., Palanychko O.V.

This article is devoted researches of conformities to law of the riverbed-formation rivers on the Before-Carpathians territory. On peredgor'e the followings features are marked: bearing-out of far of alluviums, extended bottoms of valleys, forming of alluvial plains. The authors of the article probed identical parts of riverbed and floodplain of the rivers on the Before-Carpathians territory. The age-old changes of the state are analyses river-bed taking into account both reference and anthropogenic, factors. It is due to it possible to define the zone of modern riverbed-formation, general tend and features of change of forms, and also concrete types of deformations.

ЦАЙТЦ ЄРМІНІНГЕЛЬД СТЕФАНОВИЧ

24 жовтня 2009 року не стало відомого вченого-гідролога-гідротехніка, кандидата технічних наук, доцента, учасника Великої Вітчизняної війни **Єрмінінгельда Стефановича ЦАЙТЦА.**

Народився Є.С. Цайтц 26 квітня 1924 р. у м. Свердловську (зараз – Єкатеринбург, Російська Федерація). Юнацькі роки минули вже у Києві, а молодість пройшла на фронтах найкривавішої війни XX століття. Майбутній вчений за ратний подвиг був нагороджений "Орденом Вітчизняної війни II ступеня", 11 медалями, зокрема «За оборону Радянського Заполяр'я».

Але війна скінчилася і Єрмінінгельд Стефанович вступив до Київського гідромеліоративного інституту, який закінчив у 1952 р. за спеціальністю «гідротехнік меліорації». За час навчання викладачі інституту помітили хист молодого фронтовика до викладання і науки, тому запропонували посаду асистента кафедри гідротехнічних споруд у Київському гідромеліоративному інституті, а також пройти навчання в аспірантурі інституту.

У 1958 р. Є.С. Цайтц захистив кандидатську дисертацію *«Дія хвиль на укіс незв'язаних ґрунтів»* за спеціальністю «гідравліка та інженерна гідрологія» і отримав науковий ступінь кандидата технічних наук.

У 1960 Єрмінінгельд Стефанович перейшов на роботу до Інституту гідромеханіки АН УРСР на посаду старшого наукового співробітника. Якраз у Радянському Союзі та Україні зокрема велися великі масштабні роботи по освоєнню водних ресурсів, меліорації земель, спорудженню нових водосховищ та захисту територій від затоплення та паводків. Широким був спектр наукової та практичної діяльності на той час – дослідження гідравліки річкових потоків, гідродинаміки вітрових хвиль та хвиль попусків у водосховищах і каналах, руслові деформації і проблеми їх регулювання, екологічна безпека річкових русел та берегів водосховищ. Є.С. Цайтц розробив та застосував у практиці водогосподарського будівництва методи розрахунків і проектування укосів дамб, а також берегів без кріплення; обґрунтував метод розрахунку вздовжберегового стоку наносів на берегах водосховищ і морів. Провів численні експедиції на Каховському, Дніпродзержинському, Кременчуцькому і Канівському водосховищах, на Південно-Кримському каналі, на Кінбурнській косі, в Кілійському гирлі р.Дунай, на річках Закарпаття.

У 1978 році Є.С. Цайтц перейшов до Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка на посаду доцента кафедри гідрології та гідрохімії. Величезний практичний досвід дозволив донести до майбутніх гідрологів тонкощі таких спецкурсів як *«Гідравліка», «Руслові процеси і динаміка берегів водосховищ», «Основи гідротехніки».* Як науковий керівник підготував кандидата географічних наук.

Не полишав Єрмінінгельд Стефанович і наукових досліджень, у 1989–2000 рр. працює провідним науковим співробітником науково-дослідної гідрохімічної лабораторії.

Є.С. Цайтц – автор близько 150 наукових праць, зокрема як співавтор монографій *«Исследования вдольберегового движенияи наносов на морях и водохранилищах»* (1967 р.); *«Защита берегов водохранилищ банкетами из горной массы»* (1974 р.), *«Рекомендации по проектированию водозаборных сооружений мелиоративного назначения на водохранилищах Днепровского каскада»* (1981 р.), *«Рекомендации по проектированию берегоукрепительных сооружений на водохранилищах»* (1987 р.), *«Малі річки України. Довідник»* (1991 р.) та співавтор 5 авторських свідоцтв на винаходи.

Єрмінінгельд Стефанович залишиться у нашій пам′яті серйозним науковцем, вдумливим дослідником, ерудованим вченим, глибоко інтелігентною та тактовною людиною.

Колеги, співробітники, друзі

РОМАСЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ

Українська географічна наука зазнала важкої втрати. 19 грудня 2009 року відійшов до кращих світів визнаний фахівець-гідрохімік і просто чудова людина – доктор географічних наук, професор, завідувач науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тарса Шевченка **Микола Іванович РОМАСЬ.**

Підступна хвороба давно простягла свої смертельні щупальці, однак Микола Іванович з притаманним йому оптимізмом і життєлюбством боровся з нею, інколи просто ігнорував. Однак у суворий морозний день, на свято Святого Миколая, Бог разом з Миколою Чудотворцем покликали його до себе…

Микола Іванович народився у суворі воєнні дні, 9 серпня 1943 р. у мальовничому селі Вишеньки Бориспільського району Київської області, коли чобіт фашиста ще топтав українські простори.

Любов до землі та природи, до подорожей і романтики покликали Миколу на навчання до Київського геологорозвідувального технікуму, який він закінчив у 1963 році за спеціальністю «технік розвідувального буріння».

Після веселих «бурсацьких» літ настав час повсякденної роботи у полях. Доля закинула Миколу Івановича на схід України, на Луганщину, де він три роки відпрацював на посаді техніка-геолога у геологорозвідувальному тресті «Луганськгеологія».

Однак душа воліла знань і росту, тому у 1970 році М.І. Ромась закінчує геологічний факультет Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка, де опанував спеціальність «інженер-гідрогеолог».

По закінченню університету, Микола Іванович у 1970–1972 рр. працює за спеціальністю – інженером геологічного тресту «Київгеологія» Міністерства геології УРСР.

Через два роки Микола Іванович повертається до Alma Mater у проблемну науково-дослідну лабораторію гідрохімії, в якій працюватиме близько 40 років – спочатку старший інженер, потім старший науковий співробітник (з 1974 р.). З 2001 р. – завідувач науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Здобуті знання, особистий фактичний матеріал дозволили М.І. Ромасю у 1981 р. у Гідрохімічному інституті (м. Ростов-на-Дону, Росія) захистити кандидатську дисертацію *«Закономірності формування хімічного складу атмосферних опадів на території УРСР»* за спеціальністю 11.00.10 – гідрохімія (науковий керівник – професор В.І. Пелешенко).

Микола Іванович ніколи не був «кабінетним» вченим, він постійно перебуває в численних експедиціях, де досліджує підземні води Донбасу, природні води осушувальних та зрошувальних систем Полісся і півдня

України, Шацькі озера, водні об`єкти в районах Трипільської і Запорізької ТЕС, Смоленської, Чорнобильської, Хмельницької, Рівненської, Запорізької, Південно-Української АЕС, каскад Дніпровських водосховищ. Вражає і широта його наукових інтересів – регіональна гідрохімія, формування хімічного складу атмосферних опадів під впливом природних та антропогенних чинників, гідрохімічне картографування із застосуванням ймовірносно-статистичних методів, гідрохімія водних об`єктів атомної і теплової енергетики та їх вплив на водні ресурси, оцінка кількісних і якісних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра, оцінка впливу АЕС на водні ресурси України.

Коли у 1986 році вибухнув Чорнобиль, Микола Іванович з перших днів виконує серйозні гідрологічні та гідрохімічні дослідження як поряд зруйнованого реактора, так і по всій 30-кілометровій зоні відчуження Чорнобильської АЕС. На відміну від деяких інших «ліквідаторів», Микола Іванович потом та здоров′ям заслужив звання учасника ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи І категорії.

Апогеєм наукового пошуку став захист 2003 року у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка докторської дисертації *«Гідрохімія водних об'єктів атомної та теплової енергетики»* за спеціальністю 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія.

Окрім глибоких наукових досліджень, Микола Іванович залюбки ділився знаннями і з підростаючим поколінням. Він читав спецкурси: *"Статистичні методи в гідрохімії", "Гідрохімія водоймищ-охолоджувачів АЕС та золовідвалів ТЕС", «Особливості застосування ймовірносно-статистичних методів при аналізі гідрохімічних даних»* для майбутніх гідрологів, гідрохіміків та гідроекологів.

М.І. Ромась залишив суттєвий науковий спадок. Він автор понад 150 наукових праць, зокрема монографії *«Гідрохімія водних об`єктів атомної і теплової енергетики»* (2002 р.), як співавтор – *«Применение вероятностно-статистических методов для анализа гидрохимических данных»* (1977 р.), *«Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов»* (1979 р.), *«Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС»* (1988 р.), *«Картографирование химического состава речных вод на основе дисперсного анализа»* (1988 р.), *«Гидрохимический атлас СССР»* (1990 р.), *«Географічні основи охорони навколишнього середовища»* (2006 р.), *«Гідрологічно-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра»* (2007 р.), *«Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу»* (2009 р.).

Окрім широкого визнання, Микола Іванович удостоєний і низкивідзнак. Він – лауреат Премії імені Тараса Шевченка Київського національного університету імені Тараса Шевченка (2002 р.), нагороджений Почесними грамотами Київського національного університету імені Тараса Шевченка (1976, 1981, 2003 рр.), Почесною грамотою (1984 р.) та дипломом Міністерства вищої освіти УРСР за кращу

наукову роботу (1983 р.) і Почесною грамотою Гідрометслужби України (2003 р.).

Незважаючи на солідний статус науковця, Микола Іванович був невиправним життєлюбом. Він завжди бажаний гість на інших кафедрах географічного факультету, на геологічному факультеті рідного університету, а також у дружніх організаціях – Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті, Центральній геофізичній обсерваторії, Міністерстві охорони навколишнього природного середовища України, Держводгоспі України, список буде довгим. Його вважали за свого не лише науковці, але і широкі громадські кола. Не дивно, бо дуже любив народну і популярну пісню і мав прекрасний голос. Жодний захід чи то факультетський, чи в інших установах ніколи не проходив без чарівного тенору і запального сміху Миколи Івановича.

Надійним тилом для Миколи Івановича була його родина. Приємно, що і сини теж обрали батькову спеціальність: старший – Олексій Миколайович – гідрогеолог, займається інженерно-вишукуваннями, молодший син – Ігор Миколайович – гідролог-гідрохімік, кандидат географічних наук за спеціальністю 11.00.07.

На жаль, сили людини не безмежні, і Микола Іванович залишив нас, повний нових планів щодо гідрохімічних досліджень, ненаписаних монографій, залишивши осиротілою свою лабораторію, до створення і розбудови якої приклав багато енергії…

Пам′ять про серйозного вченого і прекрасну людину Миколу Івановича Ромася назавжди залишиться у наших серцях.

Колеги, співробітники, друзі, учні

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 випуску в основному один раз 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 рубежем, 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 обгрунтуванням 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 New Roman - 14, Word 6-8. Поля: верхнє, нижнє, ліве – 2 см; праве – 1 см, інтервал – 1, абзац – 3 знаки.

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/дм^3** (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.*

Термін подання статей – **до кінця січня місяця поточного року.**

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

УДК 551.49 (кегль 14)

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегль 14, напівжирний)

Петренко М.І. (кегль 14, напівжирний, нахилений)

Інститут гідробіології НАН України, м.Київ (кегль 14, нахилений)

Через інтервал – ***Ключові слова:*** *не більше 5 слів (кегль 12, нахилений)*

Далі через інтервал починається текст статті. Після нього через інтервал підзаголовок “**Список літератури**” (кегль 12, **напівжирний**), а потім власне список за його наявності. 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.

Адреса редколегії: м. Київ, МСП 680, проспект Глушкова, 2А, географічний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кафедра гідрології та гідроекології, Хільчевському Валентину Кириловичу.

(з позначкою “Науковий збірник”).

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.

E-mail: hilchevskiy@mail.univ.kiev.ua

Редакційна колегія

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2010 рік

Том 18

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – **Є.Цвелих**

Підписано до друку 28.12.2009 р.
Авт.друк.арк. 18,1. Обл.-вид. арк 18,5.
Формат 60х90/16. Наклад 300 прим. Зам. **2.**

Видавництво географічної літератури "Обрії"
Свідоцтво Держкомінформ України
ДК № 23 від 30.03.2000 р.
Київ, вул. Старокиївська, 10
Телефон 521-32-28