

19 Kharlamova, G., 2010. Optimizing the Management of Complex Dynamic Ecosystems: An Ecological-Economic Modeling Approach. NATO Science for Peace and Security Series, Vol. 75, pp. 229-240.

20 Kharlamova G., 2012. Environmental Security and Its Economical Aspect. Environmental and Food Safety and Security for South-East Europe and Ukraine. Vitale, Ksenija (Ed.), NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 2012, pp. 73-80.

21 Kharlamova G. 2014 Environmental Safety And Economic Development Of Ukraine: Impact Assessment. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. – № 155/2014, с. 19-26.

22 Myers, N. 1986. The Environmental Dimension to Security Issues. The Environmentalist 6 (1986): pp. 251–257.

© Р. А. Заєць,  
О. А. Бужин,  
А. В. Швиденко,  
О. М. Черненко

*Надійшла до редакції 30 вересня 2016 р*  
*Рецензія: докт. техн. наук, професор,*  
*голов. наук. співроб. ЧПБ ім. Героїв*  
*Чорнобиля НУЦЗ України С. В. Поздєєв*

*Рекомендував до друку*  
*докт. техн. наук Я. О. Адаменко*

УДК 502.51+504.4+556.166

**С. В. Качала**  
*Івано-Франківський національний*  
*технічний університет нафти і газу*

## **РОЛЬ ВПЛИВУ КИСЛОТНИХ ОПАДІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ СТУПЕНЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ**

Забруднення довкілля суттєво впливає не тільки на склад атмосферного повітря, але й на процеси кругообігу енергії і речовин у природі загалом. Зміна хімічного складу повітря внаслідок діяльності людини та процеси кругообігу води в природі сприяють виникненню явища "кислотних дощів". Важливим аспектом для аналізу та дослідження гідроекологічних ризиків, ризиків водозабезпечення є розширення спектру досліджень змін стану водних об'єктів за рахунок впливу зовнішніх факторів. Одним з найважливіших факторів формування стоку є кількість опадів, проте кількісного дослідження може бути недостатньо для визначення повноцінного впливу опадових вод на стан водного об'єкту. Таким чином, одним із завдань даного дослідження є визначення кислотності дощових опадів, з метою виявлення впливу кислотних опадів на басейн річки.

**Ключові слова:** басейн річки, опади, кислотні дощі, водний об'єкт, гідроекологічний ризик, екологічна безпека

Загрязнение окружающей среды существенно влияет не только на состав атмосферного воздуха, но и на процессы круговорота энергии и веществ в природе в целом. Изменение химического состава воздуха в результате деятельности человека и процессы круговорота воды в природе способствуют возникновению явления "кислотных дождей". Важным аспектом для анализа и исследования гидроэкологических рисков, рисков водообеспечения является расширение спектра исследований изменений состояния

водних об'єктів за счет впливання зовнішніх факторів. Одним из важнейших факторов формирования стока является количество осадков, однако количественного исследования может быть недостаточно для определения полноценного влияния осадковых вод на состояние водного объекта. Таким образом, одной из задач данного исследования является определение кислотности дождевых осадков, с целью выявления влияния кислотных осадков на бассейн реки.

**Ключевые слова:** бассейн реки, осадки, кислотные дожди, водный объект, гидроэкологический риск, экологическая безопасность

Environmental pollution significantly affects not only the composition of air, but also on energy and the cycle of matter in nature in general. Changing the chemical composition of air as a result of human activities and processes of the water cycle contributing to the emergence of the phenomenon of "acid rain". An important aspect to analyze and research hydroecological risks, risks of water supply is the expanding the range of research changes of water bodies due to the external factors. One of the major factors of formation the flow is the amount of precipitation, but quantitative research may be insufficient to determine the full impact of precipitation water on the state of water bodies. Therefore, one of the objectives the given research is to determine the acidity of precipitation, to identify the impact of acid rain on the river basin.

**Keywords:** river basin, precipitation, acid rain, water body, hydroecological risk, environmental safety

**Актуальність теми.** Відповідно до діючих нормативних документів в Україні стихійними гідрометеорологічними явищами вважаються: сильні дощі, сильні зливи, снігопад. Небезпечними гідрометеорологічними явищами, в межах верхньої течії Дністра, вважаються сильні дощі 15-29 мм за менш ніж 12 годин та сильний сніг 7-9 мм за 12 годин. Опади такої інтенсивності є найбільш небезпечними для життєдіяльності та збалансованого функціонування гідроекосистеми, за ними ведеться спостереження та оголошуються штормові попередження. Проте, не лише кількість опадів несе небезпеку, вагомий внесок у порушення функціонування гідроекосистем, з точки зору басейнового підходу, несе і хімічний склад опадів.

**Аналіз попередніх досліджень.** Останніми роками зміни клімату стають все більш помітними та завдають значної шкоди. Приділяючи значну увагу вивченню проблем глобальних кліматичних змін в розрізі ризику водозабезпечення, нами було обрано Карпатський регіон. У зв'язку з особливостями фізико-географічного розташування та унікальністю природних умов, дослідження даного регіону дає можливість адаптації методів і до інших природних умов цього кліматичного поясу. Ризик водозабезпечення зростає з кожним роком, адже водні об'єкти є своєрідним індикатором від якого залежить безпека та якість життя населення, що лише підкреслює актуальність таких досліджень. Водні ресурси не лише забезпечують життєдіяльність людини, а й несуть в собі значний ризик. Такі ризики виявляються, як за рахунок ендегенних, так і екзогенних впливів на водний об'єкт. Розглядаючи гідроекосистему в цілому, можна визначити, що при порушенні її цілісності та балансу зростає і рівень ризику, якого ця система може завдавати. Так, зниження якості природних вод несе не меншу загрозу, ніж коливання їх кількісного показника.

Вирішенням проблем гідроекологічних ризиків з метою забезпечення екологічної безпеки довкілля, займалися такі українські вчені як Волошкіна О. С., Лук'янець О. І., Архипова Л. М., Сусідко М. М., Кирилук М. І., Адаменко О. М., Семчук Я. М., Приходько М. М., а також зарубіжні вчені Егидарев Е. Г., Рогалев В. А., Дикарев В. И. (Росія), К. Крістенсен (Данія), Moss Ian (Canada), Wang Zhenyu, He Zhiguo (China), B. Zadrozny, K. Mantripragada (USA), Ward R.C. (UK).

**Виклад основного матеріалу.** Гідроекологічний ризик – це ймовірність виникнення негативних наслідків від сукупності шкідливих впливів на гідроекосистему. Системний

підхід до визначення гідроекологічного ризику передбачає комплексність підходу до проблематики. Таким чином ризику враховуються не лише з точки зору зміни кількісної складової, але й з урахуванням параметрів якісного стану. При цьому, важливим аспектом дослідження є визначення зовнішніх впливів на компоненти гідроекосистеми.

Басейновий підхід є ключовим та найбільш раціональним при вивченні гідроекосистем. Якість такого підходу залежить від ступеня його розвитку, динамічності та наукової обґрунтованості. Для забезпечення та підвищення якості управлінських дій, за басейновим принципом, та удосконалення управління водними ресурсами першочерговими заходами, необхідно розширити науково-практичний підхід до визначення пріоритетних напрямків роботи щодо покращення екологічного стану басейну Дністра.

Характеристики якості питної води регламентуються відповідними державними стандартами й санітарно-гігієнічними вимогами. Показники хімічного складу води визначаються нормами вмісту – гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин, які з'явилися у природній воді внаслідок промислового, сільськогосподарського і комунально-побутового забруднення. ГДК обмежують загальну мінералізацію води, вміст хімічних речовин, загальну жорсткість і рН.

Забруднення довкілля суттєво впливає не тільки на склад атмосферного повітря, але й на процеси кругообігу енергії і речовин у природі загалом. Зміна хімічного складу повітря внаслідок діяльності людини та процеси кругообігу води в природі сприяють виникненню явища "кислотних дощів". Збільшення вмісту кислих іонів і постійне вимивання лужних катіонів призводить до того, що буферна система рослин руйнується і кислотність ґрунтів збільшується. Токсична дія аерозолів сірчаної кислоти на організм людини особливо посилюється у хмарну погоду. Розчин сірчаної кислоти у вигляді крапель туману тримається у повітрі або разом із дощем випадає на землю. Таким чином на підкислених ґрунтах знижується врожайність, а зростання кислотності у водоймах призводить до загибелі всього живого. При рН=4,5 гинуть всі риби, земноводні, комахи, а на дні розвиваються гриби й бактерії – анаероби, що виділяють вуглекислий газ, метан і сірководень. Залежно від величини рН може змінюватися швидкість протікання хімічних реакцій, ступінь корозійної агресивності води, токсичність забруднюючих речовин і т.д. Контроль за рівнем рН особливо важливий на всіх стадіях водоочищення, так як його "відхилення" в той чи інший бік може не тільки істотно впливати на запах, присмак та зовнішній вигляд води, але і на ефективність водоочисних заходів.

Диференційований аналіз хімічного складу твердих і рідких опадів демонструє те, що опади холодного періоду року більш мінералізовані, ніж опади теплого періоду. Таким чином, у процесах вимивання забруднюючих речовин з атмосфери важливу роль відіграє фазовий стан випадних опадів. Аналіз кислотності опадів показує взаємозв'язок водневого показника рН, подібно до мінералізації, зі ступенем техногенного навантаження. Звісно ж дощові і снігові опади, що випадають поблизу метеостанцій, розташованих безпосередньо в зоні впливу викидів великих промислових підприємств, мають більш високі значення, проте особливістю кислотних дощів є ризик їх випадання далеко від місця їх утворення. Таким чином зі збільшенням мінералізації атмосферних опадів відбувається і зростання величини рН [1].

Дністер відноситься до рік, які здавна широко використовуються в багатьох сферах господарської діяльності водопостачання, у рибному господарстві, рекреації. На сьогоднішній день на одне з чільних місць вийшла гідроенергетика. Окрім цього, водний потенціал Дністра використовується також в промисловості, меліораційних цілях, рибному господарстві, комунальному господарстві, сільськогосподарському водозабезпеченні [2].

Запаси підземних вод, придатних для використання в межах басейну Дністра, в Україні, незначні, прогнозні ресурси складають близько 9% від загальних по Україні, тому

водокористування поверхневими водами є основним джерелом водопостачання регіону [3].

З метою подальшого розвитку та вдосконалення процесу автоматизації і універсалізації постів спостереження, в даному дослідженні розглядаються перспективи удосконалення системи моніторингу, оптимізація стратегій збереження та відновлення гідроекосистем шляхом визначення гідроекологічних ризиків. Вдосконалення систем контролю водозабезпечення займає одне з найважливіших місць у процесі прогнозування гідроекологічного ризику. Таким чином важливим аспектом для аналізу та дослідження гідроекологічних ризиків, ризиків водозабезпечення є розширення спектру досліджень змін стану водних об'єктів за рахунок впливу зовнішніх факторів. Одним з найважливіших факторів формування стоку є кількість опадів, проте кількісного дослідження може бути недостатньо для визначення повноцінного впливу опадових вод на стан водного об'єкту. Таким чином одним із завдань даного дослідження є визначення кислотності дощових опадів, з метою визначення впливу кислотних опадів на басейн ріки.

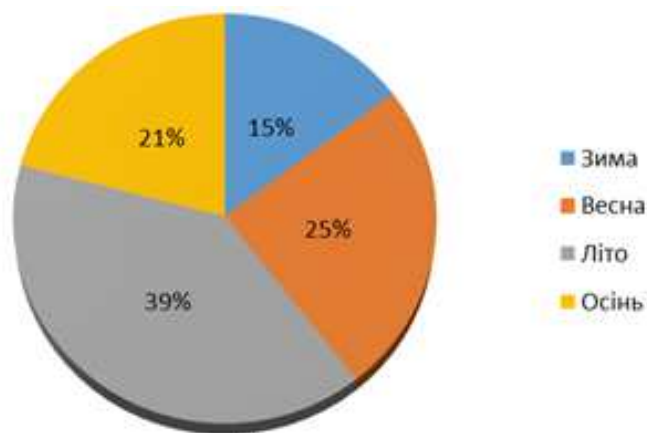
Найнебезпечнішою рисою кислотних дощів є те, що вони випадають за багато кілометрів від місця утворення. Основними джерелами забруднення, що слугують причиною утворенню кислотних опадів в Україні, є підприємства паливно-енергетичного комплексу, обробної та добувної промисловості, транспорту та сільського господарства. За даними Державної гідрометеорологічної служби впродовж останніх років в Україні помірно кислі опади спостерігаються приблизно у 10% досліджених дощів. Кислі опади спостерігаються доволі рідко і, здебільшого, в межах потужних промислових регіонів Північного Заходу, Півдня та Сходу країни. Проте, Україна страждає і від транскордонного перенесення кислотоутворюючих речовин. Таким чином в Українських Карпатах, особливо в прикордонних районах, випадають кислотні дощі, принесені з сусідніх країн.

Україна належить до країн з високими абсолютними та питомими рівнями забруднення атмосферного повітря. На території України щорічно з атмосферними опадами випадає 7,3 млн. тон розчинених мінеральних речовин, що у розрахунку на 1 квадратний кілометр становить 12,1 тон. Україна є активною учасницею понад 20 міжнародних конвенцій та двосторонніх угод, пов'язаних з охороною довкілля. Зокрема і Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані, сторонами якої є більшість Європейських країн, Канада і США [4].

Найбільшому впливу піддаються екосистеми розташовані в межах 100-200 км від джерел формування кислотоутворюючих забрудників. Кислотні опади зумовлюють підкислення ґрунтів та поверхневих вод, які часто є джерелом водопостачання у цілих регіонах. Негативний вплив кислотних опадів також спостерігається на ліси, передовсім букові і соснові. Кислотні опади порушують захисний покрив листя, внаслідок цього рослини стають більш уразливими для комах, грибів і інших патогенних мікроорганізмів. З пошкодженого листя випаровується більше вологи у часи посухи. З ґрунту вилугуюються алюміній, ртуть, свинець та інші важкі метали, які потім надходять у поверхневі і ґрунтові води та засвоюються рослинами. Зменшення популяції рослинності у прибережних смугах гірських річок може бути причиною підвищення рівня руйнації внаслідок проходження паводків, за рахунок розмивання берегів через зниження міцності берегових ліній.

У Карпатському регіоні останніми роками також загострилось питання випадання кислотних дощів, які призводять до висихання лісів та різкого погіршення якості ґрунту. Таким чином зменшується водорегуляційна роль лісів, що спричиняє зниження рівня вологи, що затримується ґрунтовим покривом та сприяє розвитку паводкобезпечних ситуацій, частішають зсуви, селі та інші руйнівні явища.

Розглядаючи басейн Дністра, який займає особливе місце серед водних об'єктів, не лише України, а й сусідніх країн, чим заслужив своє міжнародне значення, можна спостерігати, що верхня його течія пролягає по території з найбільшою кількістю опадів, найбільша частина яких випадає в літній період року (рис. 1). У зв'язку з цим, дана територія є паводконебезпечною та займає важливу позицію в системі моніторингу



**Рис. 1. Річний розподіл опадів у досліджуваному регіоні**

дощі. Останні десятиліття ситуація загострюється в зв'язку із збільшенням антропогенного навантаження на довкілля. Отже, врахування кислотності дощових опадів дасть можливість розширити ряд чинників, які підлягають аналізу при оцінці стану водного об'єкту. Виконання таких вимірювань може використовуватись при формуванні системи моніторингу, комплексному прогнозуванні гідроекологічного ризику та при встановленні автоматизованих гідрологічних постів спостережень.

Для вирішення поставленої задачі в даному дослідженні запропоноване використання пристрою для контролю кислотності дощових опадів [5]. Запропонований спосіб визначення кислотних опадів дозволить належить методів, якими може послуговуватись в природно-техногенній безпеці, комплексній оцінці гідроекологічного ризику в межах басейну водного об'єкту, який оцінює вплив гідрорежиму, інтенсивність випадання опадів, екологічний стан басейну та якісний стан водних ресурсів на функціонування водних екосистем. Даний пристрій призначений для контролю кислотності дощових опадів в природних умовах та для прогнозування зміни стану водного об'єкту за умови зміни сценарію. Даний пристрій може знайти застосування в екологічному нормуванні, екологічному аудиті при оцінці небезпеки та прогнозуванні показника ризику виникнення паводкових явищ та різних його складових, розробці водоохоронних заходів.

**Висновки.** При дослідженні даного питання було розглянуто ряд подібних пристроїв, недоліками яких була незмінна висота рівня досліджуваної рідини в капілярі, що може спричинити труднощі при роботі з дощовими водами, рівень яких є динамічним. Відмінними рисами запропонованого пристрою є специфічність його будови, що забезпечує постійність глибини вимірювання, практичність застосування такого пристрою полягає також в його мобільності, він може розташовуватись на базі автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем чи локальних метеостанцій. Він є ефективним при комплексному вивченні стану гідроекосистеми та прогнозуванні її стану. Таким чином дослідження явища кислотності опадів до параметрів, які перевіряються при проведенні моніторингу території басейнової гідроекосистеми та екологічній експертизі дозволить підвищити точність визначення гідроекологічного ризику та розширити можливості його прогнозування.

поверхневих вод. Беручи до уваги розподіл опадів територією басейну, найбільша кількість дощів випадає саме в районі Карпат, тому ця ділянка вимагає особливого контролю. Зважаючи на особливості перенесення повітряних мас та утворення кислотних дощів, які можуть випадати й за багато кілометрів від джерела утворення, ризик їх випадання на території з високим рівнем опадів є досить суттєвим.

Таким чином важливим аспектом контролю та дослідження в Карпатському регіоні є кислотні

### Література

- 1 Абдуллаев С. М. Оценка жизненного цикла природно-антропогенных систем / С. М. Абдуллаев, Е. Г. Кораблёва, Ю. А. Сапельцева, А. В. Егорова, В. А. Бабинцева, Е. А. Неверова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2008. – № 17. Экология. Вып. 3. – С. 41–53.
- 2 Архипова Л. М. Прогноз гідрологічних параметрів водних об'єктів методом сингулярного спектрального аналізу / Л. М. Архипова, С. В. Пернеровська // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2015. – № 2. – С. 45-50
- 3 Бондарчук Т. В. Сучасна характеристика формування гідрохімічного режиму річок басейну Верхнього Дністра у межах Львівської області / Т. В. Бондарчук // Гідрологія, гідрохімія, гідробіологія. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – Т.3. – С. 156-160.
- 4 Україна у міжнародному контексті [Електронний ресурс] / «Проект Зелений пакет». – Режим доступу: <http://cd.greenpack.in.ua/>
- 5 Качала С. В. Пристрій для контролю кислотності дощових опадів / С. В. Качала, Я. Д. Климишин // Деклараційний патент на корисну модель. – Заявка № 2015 11646. – 11.04.2016.

© С. В. Качала

*Надійшла до редакції 28 липня 2016 р.  
Рекомендувала до друку  
докт. техн. наук Л. М. Архипова*

УДК 502.51(285.3)

*М. Т. Мицицей  
Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА СТАНУ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ОЗЕРА В МІСТІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКУ, ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ВОДОЙМИ**

Розглянуті основні процеси, схеми і споруди системи водопостачання та водовідведення озера в місті Івано-Франківську, а також досліджено стан р. Млинівка, як основного об'єкту для наповнення озера водою. На основі цих досліджень запропоновано комплекс заходів, які потрібно здійснити для оптимізації технічного і екологічного стану найбільшої водойми у місті.

**Ключові слова:** водопостачання, канал, шлюз, русло, відстійник, озеро.

Рассмотрены основные процессы, схемы и сооружения системы водоснабжения и водоотведения озера в городе Ивано-Франковске, а также исследовано состояние р. Млиновка, как основного объекта для наполнения озера водой. На основе этих исследований предложен комплекс мероприятий, которые необходимо осуществить для оптимизации технического и экологического состояния крупнейшего водоема в городе.

**Ключевые слова:** водоснабжения, канал, шлюз, русло, отстойник, озеро.

The basic processes, schemes and constructions of water supply and sewage of the lake in Ivano-Frankivsk are considered, and the state of the Mlynivka river as the main object for the water filling of the lake is investigated. Based on these studies a set of measures to be taken to