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

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія

Періодичний науковий збірник
№ 3 (54)

Київ

2019

УДК 551.49

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ:
Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. 2019. № 3 (54). 222 с.
HIDROLOHIIA, HIDROKHIMIIA I HIDROEKOLOHIIA:
The scientific collection / The editor-in-chief Valentyn Khilchevskyi. 2019. № 3 (54). 222 p.

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

- Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” засновано у травні 2000 р.
- Зареєстровано Міністерством юстиції України 8 жовтня 2009 р. (наказ № 1806/5).
- Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 23968-13808ПР від 11 травня 2019 р.
- Наказом Міністерства освіти і науки України № 515 від 16.05.2016 р. включено до переліку наукових фахових видань України за галуззю «Географічні науки».
- ***Засновник:*** Київський національний університет імені Тараса Шевченка.
- Виходить чотири рази на рік.
- Науковий збірник реферується УРЖ «Джерело» (угода з ІПРІ НАН України – засновником УРЖ «Джерело», №245/17 від 6 листопада 2017 р.)

Рекомендовано до друку Вченою радою
географічного факультету
Київського національного університету
(16 вересня 2019 р., протокол № 1)

Адреса видавця та редколегії:
МСП 01601, м. Київ, , вул. Володимирська, 64,
географічний факультет Київського національного університету
імені Тараса Шевченка,
кафедра гідрології та гідроекології,
Лук'янець Ользі Іванівні (з позначкою “Науковий збірник”).

Телефон редколегії: (044) 521-32-29.
E-mail: *hydrozbirnyk-knu@ukr.net*
luko15_06@ukr.net

ISSN:2306-5680

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2019

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Хільчевський Валентин Кирилович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

ЗАСТУПНИК ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Гребінь Василь Васильович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Гандзюра Владимир Петрович, доктор біологічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Шакірзанова Жаннетта Рашидовна, доктор географічних наук, *Одеський державний екологічний університет*

Линник Петро Микитович, доктор хімічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*

Ободовський Олександр Григорович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Осадчий Володимир Іванович, доктор географічних наук, член-кореспондент НАН України, *Український гідрометеорологічний інститут*

Осадча Наталія Миколаївна, доктор географічних наук, *Український гідрометеорологічний інститут*

Самойленко Віктор Миколайович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Сніжко Сергій Іванович, доктор географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Шищенко Петро Григорович, доктор географічних наук, член-кореспондент НАПН України, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Щербак Володимир Іванович, доктор біологічних наук, *Інститут гідробіології НАН України*

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Волчек Олександр Олександрович, доктор географічних наук, *Брестський державний технічний університет (Республіка Білорусь)*

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

Мельничук Орест Миколайович, доктор географічних наук, *Інститут Екології та Географії Академії Наук Молдови*

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

Лук'янець Ольга Іванівна, кандидат географічних наук, *Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

З М І С Т

Хільчевський В.К. Передмова…… **16**
Предисловие…… **17**

ГІДРОЛОГІЯ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ – СУЧАСНІ ВИКЛИКИ

Хільчевський В.К., Гребінь В.В.
Кафедра гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка – 70 років діяльності…… **19**
Башинська І. Л.
Екологічна оцінка якості води поверхневого джерела водопостачання м. Житомира за органолептичними показниками…… **22**
Беженару Г. А., Гребень В.В.
Оценка стока для расчета водохозяйственного баланса в бассейне Днестра…….. **24**
Беженару Г. А., Мельничук О.Н.
Анализ и оценка минимально допустимых водных ресурсов на базе водохозяйственного районирования Молдовы…… **26**
Бойко В.М., Перевозчиков І.М., Мала Л.М.
Сніголавинне забезпечення в Українських Карпатах **28**
Бойко К.Є., Кошляков О.Є., Щербак О.В., Мудра К.В.
Методика оцінки ризиків погіршення якісного стану підземних вод у розрізі оновленого водного законодавства України…… **30**
Больбот Г. В.
Оцінка багаторічних коливань мінімальних витрат води річок басейну Сіверського Дінця. **31**
Вишневський В.І.
Термічний та льодовий режими водних об’єктів Києва…… **33**
Гопченко Є.Д., Ємельянова К.Б.
Удосконалення структури розрахункової методики максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок Причорноморської низовини…… **35**
Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф., Приходькіна В.С., Заболотня Т.О., Липкань О.А.
Розрахунки максимальних витрат води весняної повені і паводків холодного періоду року річок України за відсутності даних гідрометричних вимірювань…….. **37**
Гриб О. М., Лобода Н. С., Яров Я. С., Гриб К. О.
Характеристика сучасних фізико-хімічних показників та результати оцінки якості води водних об’єктів нижнього Дністра в літньо-осінній період 2018 року…… **38**
Даус М. Є.
Вплив водності на якість води у басейні річки Прип’ять…… **40**
Докус А.О.
Районування басейну Південного Бугу за умовами формування весняного водопілля річок…… **42**
Жовнір В. В.
Багаторічні коливання характеристик стоку води річок басейну Південного Бугу в період літньо-осінньої межені…… **44**
Забокрицька М. Р. Нетробчук І.М.
Просторова-часова динаміки якості води р.Стир в межах міста Луцька…… **46**
Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є.
Природна та техногенна складові живлення ґрунтових вод на території м. Києва…… **48**
Куликівська І.М.
Особливості хімічного складу води озера Кагул…… **49**
Кущенко Л.В., Гопцій М.В., Тодорова О.І., Прокоф’єв О.М.
Гідролого-генетичний аналіз часових рядів мінімального стоку річок в зоні недостатньої водності України за сучасних кліматичних умов…… **51**
Лобода Н.С., Гопченко Е.Д., Божок Ю.В., Козлов М.А.
Модель “климат-сток” в расчетах и прогнозах водных ресурсов Украины…….. **53**

Лобода Н. С., Гриб О. М., Яров Я. С., Терновий П. А., Гриб К. О.
Оцінка водообміну плавневих озер в нижній течії Дністра та обґрунтування рекомендації щодо заходів з його поліпшення у майбутньому (на прикладі озер Саф'яни та Погоріле)... **55**
Лук'янець О.І., Москаленко С.О.
Співвідношення між середньодобовими та строковими максимумами на річках басейну Тиси в межах України…… **57**
Малишев А.В., Лук'янець О.І.
Гідрологічне обґрунтування підходів для оцінки та передбачення ризиків затоплення річковими водами на ділянці р. Тиса від витоку до м. Тячів…… **59**
Манукало В.О., Косовець О.О., Пархісенко Л.В., Білецький К.В.
Про національний нормативний документ «Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на постах» …… **61**
Мельник С.В., Лобода Н.С.
Сток наносов верхнего Днестра в условиях изменения климата…… **63**
Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Гребінь В.В., Почаєвець О.О.
Середній річний стік води в межах районів річкових басейнів України…… **65**
Овчаренко І.І.
Водний менеджмент у контексті впровадження європейських вимог…… **67**
Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Гопцій М.В., Тодорова О.І.
Методика розрахунку максимального стоку весняного водопілля в районі басейну Дніпра з урахуванням впливу змін клімату…… **69**
Овчарук В.А., Іващенко С.В.
Оцінка однорідності та стаціонарності часових рядів максимального стоку дощових паводків в суббасейні р. Десна…… **71**
Овчарук В.А., Маргарян В.Г., Гопцій М.В., Боровська Г.А.
Особливості формування максимального стоку річок гірських територій Вірменії та України в сучасних кліматичних умовах…… **73**
Осадча Н.М., Ковальчук Л.А.
Розділення фактичних концентрацій гідрохімічних компонент на природну та антропогенну складову на основі коротких рядів спостережень шляхом генерації послідовності еквівалентних значень концентрацій…… **75**
Осадча Н.М.,Осадчий В.І.,Ухань О.О.,Клебанов Д.О.,Лузовіцька Ю.А., Білецька С.В.
Антропогенне навантаження біогенними елементами на поверхневі води басейнів нижнього Дунаю, Дністра та Пруту…… **77**
Романова Є.О., Шакірзанова Ж.Р.
Сольовий режим озера Катлабух та моделювання часової мінливості мінералізації за різних сценаріїв водообміну водойми…… **78**
Сніжко С.І., Ободовський О.Г., Шевченко О.Г., Дідовець Ю.С., Куприков І.В.
Технологічна схема використання водно-балансової моделі Турка для регіональних симуляцій водного стоку на довгострокову перспективу…… **80**
Хильчевский В.К.
Научная гидрохимическая школа Киевского национального университета имени Тараса Шевченко – полвека исследований качества вод…… **82**
Хильчевский В.К., Курило С.М., Забокрицкая М.Р., Олегов А.Д.
О влиянии атмосферных осадков на химический состав воды в водных объектах…… **86**
Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О., Швець Н.М.
Прогностичний моніторінг строків проходження весняних водопіль річок в сучасних кліматичних умовах…… **88**
Шевченко О.Л., Гребінь В.В., Осадчий В.І., Чарний Д.В., Шум І.П.
Зміни ресурсів ґрунтових і міжпластових вод в умовах глобального потепління клімату.. **90**
Ющенко Ю.С.
Інтегроване басейново-просторове планування…… **91**
Яцик А.В., Гопчак І.В., Басюк Т.О.
Нормування антропогенного навантаження на басейни малих річок України, як основа їх збереження та відродження…… **93**

Habel M., Babiński Z., Szatten D., Ciepłowski D.
Long-term bathymetry observation versus sediment transport simulation based on a curvilinear grid modelling approach – a comparison study…… **95**
Snizhko S., Tripolska G. , Shmurak A., Shevchenko O., Greben' V., Yushchenko Yu., Gopchak I., Sherstyuk N., Boyko V., Ovcharuk V., Grichulevich L., Manivchuk V., Denyshyk O.
Technical needs assessment of the water sector to the climate change adaptation in Ukraine... **98**

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ: ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

Сніжко С. І., Круківська А.В., Шевченко О.Г.
Кафедрі метеорології та кліматології Київського національного університету імені Тараса Шевченка – 70 років…… **100**
Балабух В. О.
Вплив зміни клімату на формування урожайності кукурудзи в агрокліматичних зонах України…… **103**
Балабух В. О.
Піролого-кліматичне районування України…… **105**
Богушенко А.О., Хоменко І.А.
Оцінка вразливості міст України до теплового стресу…… **107**
Бойчук Д.О., Сіденко В.П., Скриник О.А., Скриник О.Я., Осадчий В.І.
Історичні дані метеорологічних спостережень в Україні (до 1850 р.) …… **109**
Вольвач О.В.
Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови зростання цукрового буряку та продуктивність його посівів в Поліссі…… **110**
Дворецька І.В., Олексієнко І. М.
Аналіз положень директив ЄС у сфері управління та контролю якості атмосферного повітря та можливості їх застосування на території України…… **112**
Жигайло О.Л., Толмачова А.В.
Моделювання впливу змін клімату на вирощування олійних культур в центральному регіоні України…… **114**
Кирнасівська Н.В., Васалатій Н.В.
Агрокліматичні умови формування олії в насінні озимого ріпаку в Степу України…… **116**
Клок С.В.
Снег, оценка характера и динамика по данным наблюдений на УАС «Академик Вернадский» (Западная Антарктида) …… **118**
Костюкєвич Т.К., Свидерська С.М.
Агрокліматична оцінка умов вирощування вівса в Житомирській області…… **119**
Костирко І., Олійник Р.
Індексація посухи…… **121**
Круківська А.В.
Багаторічні зміни термічного режиму темно-сірих лісових грунтів малоінтенсивного використання…… **122**
Кульбіда М.І., Манукало В.О.
Реформування діяльності Всесвітньої Метеорологічної Організації: цілі, напрямки, очікувані результати…… **124**
Левчик Н.Я., Дзюба О.І., Любінська А.В.
Стратегія виживання рослин *colobanthus quitensis* (kunth) bartl. в екстремальних умовах існування (Антарктида та високогір'я Карпат) за допомогою алелопатичної активності… **126**
Ляшенко Г.В., Ляшенко В.О., Сукманський О.І.
Методологічні аспекти оцінки агрокліматичних ресурсів на територіях з неоднорідним рельєфом…… **127**
Мартазинова В.Ф.
Метод плавающего аналога, двухмесячная квазипериодичность крупномасштабных атмосферных процессов в долгосрочном прогнозе погоды…… **129**

Матвієнко М.О.
Особливості міського острова тепла в Харкові…… **131**
Митник Т.Г., Доніч О.А., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г.
Аналіз змінювання кліматологічних стандартних норм окремих метеорологічних величин за періоди 1981-2010 рр. та 1961-1990 рр.…… **133**
Мкртчян О.С., Шубер П.М.
Аналіз часових рядів температурних показників метеостанцій заходу України з використанням еволюційного алгоритму…… **135**
Олійник Р. В. Костирко І. О.
Оцінка температурної аномалії 2010 року на території України…… **137**
Осипов В.В., Безбах В.П., Руденко В.В.
Систематичні похибки вимірювань атмосферних опадів…… **138**
Ошурок Д.О., Скриник О.Я., Осадчий В.І.
Приведення виміряних значень швидкості вітру до умов відкритого горизонту…… **139**
Панова Я.Л., Міщенко Н.
Тригерні механізми конвекції як предиктори її прогнозу…… **141**
Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А.
Продуктивність лучної та степової рослинності в умовах змін клімату…… **143**
Попова Л.О., Хоменко І.А.
Роль атмосферного блокінгу у встановленні аномально спекотної погоди над територією України…… **145**
Пясецька С.І., Гребенюк Н.П.
Кореляційний зв'язок між окремими метеорологічними величинами у дати відкладення ожеледі на території України за місяці холодного періоду року протягом 2001-2013 рр. та їх просторовий розподіл…… **147**
Рибченко Л.С., Савчук С.В.
Визначення змін складових радіаційного режиму сонячної радіації в Україні у періоди глобального потепління для виявлення їх впливу на сталий розвиток економіки країни… **148**
Савенець М.В.
Контроль екстремальних відхилень даних радіозондування атмосфери…….. **150**
Свінціцька Г.І.
Хвилі тепла літнього сезону на території України…… **152**
Симонець Т.С. , Затула В.І.
Кліматична характеристика, умови формування та сучасна практика прогнозування гроз на аеродромі Київ/Жуляни…… **154**
Скриник О.А., Сіденко В.П., Бойчук Д.О., Ошурок Д.О., Скриник О.Я., Осадчий В.І.
Просторова інтерполяція кліматологічних даних України на основі гомогенізованих часових рядів…… **156**
Сніжко С.І., Шевченко О.Г., Дідовець Ю.С., Ганчук А.В., Демчук-Маригіна Д.П.
Проекції температури повітря в Україні на XXI століття на основі RCP-сценаріїв…… **157**
Татарчук О. Г., Корж Т.В.
Особливості розподілу крупного граду в Україні на рубежі XX – XXI століть…… **159**
Тимофеев В.Е., Осадчий В.И., Ковальчук Л.А.
Разделение вековой реализации ежесуточных температур воздуха в г. Киеве на составляющие: реализацию температур климатической нормы; реализацию температур, обусловленных естественными изменениями климата; реализацию температур, обусловленных аномалиями парникового эффекта…… **161**
Холявчук Д.І.
Мінливість регіональної атмосферної циркуляції у розподілі опадів над передгір'ям Українських Карпат…… **162**
Чумаченко В.В., Недострелова Л.В.
Часовий розподіл грозоутворень над Одесою…… **164**
Швень Н. І., Дубровіна О. В.
Адаптація міжнародної класифікації хмар до умов України з урахуванням фактору глобальних змін клімату…… **166**

Шевченко О.Г.
Урбометеорологія – як інтегруючий напрямок погодно-кліматичних та екологічних досліджень міст і основа міських екологічних сервісів……..…….…… **168**
Щеглов О.А., Мартазінова В.Ф.
Прогнозування температури повітря та опадів із місячною завчасністю на основі ансамблю аналогів атмосферних процесів……..…..……..…..…… **170**
Яценко В.О., Хоменко І.А.
Ступінь вразливості території України до зміни характеру розподілу опадів…… **172**

РЕЛЬЄФ ЗЕМЛІ: РІЗНОМАНІТТЯ ФОРМ ТА ІДЕЙ

Комлєв О.О., Бортник С.Ю., Погорільчук Н.М.
Палеогеоморфологія на кафедрі землезнавства та геоморфології Київського національного університету імені Тараса Шевченка……..…….…… **174**
Белей Л.М.
Загальна характеристика за стрімкістю схилів кризових ділянок зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) природно-заповідного фонду Карпатського національного природного парку……..……..…….…… **175**
Бончковський О.С.
Особливості соліфлюкційних процесів у плейстоцені на території Волинської височини. **177**
Бортник С.Ю., Герасименко Н.П., Комлєв О.О., Палієнко Е.Т., Стецюк В.В.
Методологічна єдність геологічних та геоморфологічних пам’яток……..…….. **179**
Бортник С., Лаврук Т., Тимуляк Л., Олещенко А.
Підготовка фахівців у галузі просторового планування – важливе завдання сучасної географічної освіти……..……..…….……..…… **183**
Бойченко І.В.
Використання геотуристичних маршрутів у екологічній освіті студентів (на прикладі території м. Хмельницького) ……..…….…… **185**
Галаган О.О., Ковтонюк О.В., Корогода Н.П.
Оцінка геотуристичного потенціалу Ворожеського кару (Свидовецький масив Українських Карпат) ……..……..…….……..…… **186**
Герасименко Н. П., Ногін Є. В.
Природні умови проживання населення неолітичної Дніпро-Донецької етнокультурної спільноти Посеймів’я (пам’ятка серикові сосни, Чернігівщина) ……..…… **188**
Денисик Г.І., Канський В.С.
Гідрогеогліфи як антропогенні об’єкти……..…….…… **189**
Денисик Г.І., Стефанков Л.І.
Антропогенний мікрорельєф у формуванні натурально-антропогенних ландшафтів…… **191**
Кирилюк С.М., Кирилюк О.В.
Морфоструктури Меркуріанських борозен (на прикладі Pantheon Fossae)……... **193**
КовальчукІ.П., Ковальчук А.І.
Цифровий атлас річково-басейнової системи як інструмент моніторингу її геоекологічного стану та управління природокористуванням……..…… **195**
Ковтонюк О.В., Погорільчук Н.М., Бортник С.Ю.
Положення у рельєфі геоархеологічних пам’яток епіграветської культури на території північно-східної України……..……..……..…… **196**
Комлєв О.О.
Досвід міжкафедрального співробітництва у вирішенні важливих завдань оборонного характеру……..……..…….……..…… **198**
Комлєв О.О., Жилкін С.В.
Палеогеоморфологічний атлас України як перспективний науковий проект…….…… **199**
Комлєв О.О.
Морфохронодинамічна концепція - перспективний напрямок сучасної геоморфології …. **201**

Костюк У.І, Рідуш Б.Т.
Стійкість територій поширення гіпсового карсту (на прикладі печери Попелюшка та долини р. Чорний потік) ……..……..……..……..…… **202**
Кравчук І.В.
Лінійні морфоструктури території Європи……..……..…… **204**
Купач Т.Г., Дем'яненко С.О., Купач Д.В.
Використання можливостей ГІС-моделювання рельєфу в освітніх цілях навчальних практик……..……..……..……..……..…… **206**
Лаврук Т., Макаренко В., Стецюк В.
Особливості розрізнення геолого-геоморфологічних пам'яток на рівнинах та у горах України……..……..……..……..……..…… **208**
Наказненко А.Г.
Фактурна будова Полтавської морфоструктури центрального типу……..…… **212**
Підкова О. М.
Теоретичні аспекти застосування концепції морфокліматичної зональності землі при дослідженні ґрунтів і ґрунтового покриву……..……..……..…… **214**
Погорільчук Н.М., Ковтонюк О.В., Бортник С.Ю.
Впорядкованість морфологічної будови земної поверхні Канівських дислокацій крізь призму рисунку ерозійної мережі……..……..……..…… **216**
Чиж О.П., Денисик Г.І.
Яри в антропогенних лісових ландшафтах……..……..……..…… **217**

Порядок подання і оформлення статей до періодичного наукового збірника "Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія"……..……..... **219**

C O N T E N T S

Khilchevskyi V.K. Preface……..……..……..…. **18**

HYDROLOGY AND WATER RESOURCES – MODERN CHALLENGES

Khilchevskyi V.K., Grebin V.V.
Hydrology and Hydroecology Department of Taras Shevchenko National University of Kyiv - 70 years of activity ……..……..……..…. **19**
Bashynska I.L
Water quality ecological assessment of the surface water supply in Zhytomyr by organoleptic parameters ……..…….…..…. **22**
Bezhenaru G.A., Greben V.V.
Runoff assessment for water balance calculate in the Dniester river basin ……...…….. **24**
Bezhenaru G.A., Melnychuk O.N.
Analysis and assessment of minimum allowable water resources based on Moldova's water management zoning ……..…… **26**
Boyko V., Perevozchykov I., Mala L.
Avalanche warning system in Ukrainian Carpathian…….. **28**
Boyko K.E., Koshlyakov O.E., Shcherbak O.V., Mudra K.V.
Methodology for assessing the risks of groundwater quality deterioration in context of updated Ukrainian water legislation ……. **30**
Bolbot G.V.
Estimation of long-term fluctuations of the minimum water discharge on rivers in Siversky Donets river basin……. **31**
Vyshnevskyi V.I.
Thermal and ice modes of Kyiv water objects…… **33**
Gopchenko E.D., Yemelyanova K.B.
Improvement of the maximum runoff of the spring floodplain calculation methodology structure of the Black Sea lowland plain rivers…….. **35**
Gorbacheva L.O., Khristyuk B.F., Prikhodkina V.S., Zabolotnya T.O., Lipkan O.A.
Calculations of the maximum spring floods and the cold season floods water discharge of the Ukrainian rivers in case the absence of hydrometric measurements …….…… **37**
Gryb O.M., Loboda N.S., Yarov Y.S., Gryb K.O.
Characteristics of modern physicochemical indicators and results of water quality assessment of the lower Dniester river basin in 2018 the summer-autumn period…….. **38**
Daus M.E.
Impact of water content in rivers to the quality of water in the Pripyat River basin……..… **40**
Dokus A.O.
Zoning of the Southern Bug River basin under the conditions of the spring high water formation **42**
Zhovnir V.V.
Multi-annual fluctuations in water runoff characteristics of the Southern Bug River rivers during the summer-autumn dry weather flow……. **44**
Zabokrytska M. R. Netrobchuk I.M.
Spatial and temporal dynamics of water quality in the river Stir within the Lutsk …… **46**
Koshlyakov O.E., Dyniak O.V., Koshlyakova I.E.
Natural and technogenic components of groundwater nutrition in the Kyiv …….…… **48**
Kulykivska I.M.
Features of the Cahul Lake water chemical composition …… **49**
Kushchenko L.V., Goptsy M.V., Todorova O.I., Prokofiev O.M.
Hydrologic-genetic analysis of time series of minimum water discharge in the area of insufficient water flow in Ukraine under current climatic conditions ……...…… **51**
Loboda N.S., Gopchenko E.D., Bozhok Y.V., Kozlov M.A.
Climate-flow model in calculations and forecasts of water resources in Ukraine …..…… **53**

Loboda N.S., Gryb O.M., Yarov Y.S., Ternovy P.A., Gryb K.O.
Assessment of water exchange of floodplain lakes in the lower part of the Dniester River basin and recommendations for its future improvement (Safiana and Pogorela lakes example)..... **55**
Lukianets O.I., Moskalenko S.O.
Relationship between daily average and term maximums on the Tisza River basin rivers within Ukraine…… **57**
Malyshev A.V., Lukianets O.I.
Hydrological substantiation of approaches for estimation and prediction of flood risks on the Tisza River section from source to Tiachev …….…….… **59**
Manukalo V.A., Kosovets O.O., Parkhisenko L.V., Biletsky K.V.
About the national regulatory document "Guidance for hydrometeorological stations. Hydrological observations at stations ”……..……..…… **61**
Melnik S.V., Loboda N.S.
Sediments flow in upper Dniester River basin under the climate change conditions ….…… **63**
Obodovskyi O.G., Lukianets O.I., Grebin V.V., Pochaevets O.O.
Average annual water flow within river basins in Ukraine ……..…… **65**
Ovcharenko I.I.
Water management in the context of implementation of European requirements…….. **67**
Ovcharuk V.A., Gopchenko E.D., Goptsiy M.V., Todorova O.I.
Methodology for calculating the maximum spring flow in the Dnieper River basin, taking into account the impact of climate change …… **69**
Ovcharuk V.A., Ivashchenko S.V.
Homogeneity and stationarity assessment of the maximum water discharge time series in the sub-basin of the Desna river …… **71**
Ovcharuk V.A., Margaryan V.G., Goptsiy M.V., Borovska G.A.
Features of maximum flow formation on mountain rivers in Armenia and Ukraine in modern climatic conditions ……..…… **73**
Osadcha N.M., Kovalchuk L.A.
Separation of hydrochemical components actual concentrations into natural and anthropogenic components based on short observation series by generating a sequence of equivalent concentration values ……..…… **75**
Osadcha N.M., Osadchy V.I., Uhan O.O., Klebanov D.O., Luzovitskaya Y.A., Biletska S.V.
Anthropogenic loading by biogenic elements on the surface waters in lower Danube, Dniester and Prut River basins ……..…… **77**
Romanova E.A., Shakirzanova Zh.R.
Salt regime of Katlabukh lake and temporal mineralization variability modeling under different scenarios of water exchange …… **78**
Snizhko S.I., Obodovskyi O.G., Shevchenko O.G., Didovets Y.S., Kuprikov I.V.
Technological scheme of Turka water balance model using for regional water runoff simulations for the long period ……..…….…… **80**
Khilchevskyi V.K.
Scientific Hydrochemical School of Taras Shevchenko National University of Kyiv – half a century of water quality studies …….……. **82**
Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M., Zabokrytska M.R., Olegov A.D.
About the effect of precipitation to the chemical composition of water in water objects…… **86**
Shakirzanova Zh.R., Dokus A.O., Shvets N.M.
Prognostic monitoring of the terms of spring high flow period on rivers in modern climatic conditions ……..……..……...…. **88**
Shevchenko A.L., Grebin V.V., Osadchy V.I., Charny D.V., Shum I.P.
Changes in groundwater and inter-layer groundwater resources under the global warming condition……... **90**
Yushchenko Y.S.
Integrated basin-space planning …….…… **91**

Yatsik A.V., Gopchak I.V., Basyuk T.O.
Normalization of anthropogenic load to the small river basins in Ukraine as a basis for their conservation and regeneration …… **93**
Habel M., Babiński Z., Szatten D., Ciepłowski D.
Long-term bathymetry observation versus sediment transport simulation based on a curvilinear grid modelling approach – a comparison study…… **95**
Snizhko S., Tripolska G. , Shmurak A., Shevchenko O. , Greben' V. , Yushchenko Yu., Gopchak I., Sherstyuk N., Boyko V., Ovcharuk V.,Grichulevich L. , Manivchuk V. , Denyshyk O.
Technical needs assessment of the water sector to the climate change adaptation in Ukraine.. **98**

METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY: PRIORITY AREAS OF DEVELOPMENT

Snizhko S., Krukivska A., Shevchenko O.
70th Anniversary of the Department of Meteorology and Climatology of Taras Shevchenko National University of Kyiv..…… **100**
Balabukh V.
Impact of climate change on maize production in agricultural zones of Ukraine..…… **103**
Balabukh V.
Zoning of Ukraine on climatic conditions are favorable for the occurrence of forest fires…… **105**
Bohushenko A., Khomenko I.
Assessment of vulnerability of Ukrainian cities to heat stress..…… **107**
Boichuk D. Sidenko V., Skrynyk Olesya, Skrynyk Oleg, Osadchyi V.
Historical data of meteorological observations in Ukraine (prior to 1850) ..…… **109**
Volvach O.
Climate change impact assessment on agricultural conditions of growing sugar beet and the productivity of its cultivation in the Polissya..…… **110**
Dvoretska I., Oleksienko I.
Analysis of the provisions of EU directives in the field of air quality management and control and the possibility of their application on the territory of Ukraine..…… **112**
Zhygailo O., Tolmachova A.
Modeling the impact of climate change on growing oilseeds in the central region of Ukraine… **114**
Kyrnasivska N., Vasalatiy N.
Agroclimatic conditions of oil formation in winter rape seeds in the Steppe Zone of Ukraine… **116**
Klok S.
Snow, assessment of character and dynamics by the data of observations at Ukrainian Antarctic Station "Academic Vernadsky" (Western Antarctica) ..…… **118**
Kostyrko I., Oliinyk R.
Drought indexation..…… **119**
Кostyukevich T., Sviderskaya S.
Agroclimatic assessment of the conditions for growing oats in the Zhitomir region..…… **121**
Krukivska A.
Long-term changes of the thermal regime of dark gray forest soils of low intensity of using…. **122**
Kulbida M., Manukalo V.
Reformation of the World Meteorological Organization: its aims, directions, expected results… **124**
Levchyk N., Dziuba O., Kovtonyuk O., Lyubinska A.
Survival strategy of the plants of *colobanthus quitensis* (kunth) bartl. in extreme conditions of existence (Antarctica and the Carpathian highlands) by allelopathic activity..…… **126**
Lyashenko G., Lyashenko V., Sukmanskiy A.
Methodological aspects of evaluation of agroclimatic resources in areas with variegated relief.. **127**
Martazinova V.
Floating analogue method, two-month quasipericity of large-scale atmospheric processes in long-term weather forecast..…… **129**
Matviienko M.
Features of Urban Heat Island in Kharkiv..…… **131**

Mytnyk T., Donich O., Halperina T., Kovalska L.
Analysis of the changes of the climatological standard norms of some meteorological values for the periods 1981–2010 and 1961–1990..... **133**
Mkrtchian O., Shuber P.
Time series analysis of temperatures measured on western Ukraine weather stations by means of evolutionary algorithms..... **135**
Oliinyk R., Kostyrko I.
Temperature anomaly assessment 2010 on Ukrainian territory..... **137**
Osipov V., Bezbach V., Rudenko V.
Systematic measurement errors of precipitation..... **138**
Oshurok D., Skrynyk O., Osadchyi V. Correction of wind speed measurements according to the open horizon conditions..... **139**
Panova Y., Mishchenko N. Triggering mechanisms of convection as predictors of its forecasting..... **141**
Polevoy A., Bozhko L., Barsukova O. Productivity of meadow and steppe vegetation under climate change..... **143**
Popova L., Khomenko I.
Contribution of atmospheric blocking to formation of high-impact heat waves over the territory of Ukraine..... **145**
Pyasetska S., Grebenyuk N.
Center of ice deposits the category of dangerous and very dangerous phenomenon on the territory of Ukraine during 1991-2015..... **147**
Rybchenko L., Savchuk S.
Determination of changes in the components of the radiation mode of solar radiation in Ukraine in the periods of global warming for detection their impact on sustainable economic development..... **148**
Savenets M.
The control of extreme deviations for atmospheric radiosoundings data..... **150**
Svintsitska G.
Heat waves of summer season on the territory of Ukraine..... **152**
Symonets T., Zatula V.
Climate characteristic, conditions of formation and modern practice of thunderstorm forecasting at Kyiv / Zhulyany airport..... **154**
Skrynyk O., Sidenko V., Boichuk D., Oshurok D., Skrynyk O., Osadchyi V.
Spatial interpolation of climatological data of Ukraine on the basis of homogenized time series **156**
Snizhko S., Shevchenko O., Didovets I., Ganchuk A., Demchuk-Marygina D.
The projections of air temperature in Ukraine in the 21st century based on RCP-scenarios.... **157**
Tatarchuk O., Korzh T.
Features of the distribution of a large hail in Ukraine at the turn of the XX–XXI centuries..... **159**
Timofeev V., Osadchiy V., Kovalchuk L.
Dividing the century implementation of the daily air temperatures in Kiev in the components: the realization of temperatures of the climate rate; implementation of temperatures due to natural climate change; implementation of temperatures due to the annomalies of the greenhouse effect..... **161**
Kholiavchuk D.
Variability of regional atmospheric circulation in the distribution of precipitation over the foothills of the Ukrainian Carpathians..... **162**
Chumachenko V., Nedostrelova L.
Temporary distribution of thunderstorms over Odessa..... **164**
Shwen N., Dubrovina O.
Adaptation of the International Classification of Clouds to the conditions of Ukraine taking into account the factor of global climate change..... **166**
Shevchenko O.
Urban meteorology as integrating direction of weather, climate and ecological-related studies of big cities and a basis of urban environmental services..... **168**

Shchehlov O., Martazinova V.
One month lead time air temperature and precipitation forecasting on the basis of an ensemble of analogs of atmospheric processes…… **170**
Yatsenko V., Khomenko I.
Vulnerability of territory of Ukraine to changes in the distribution of precipitation…… **172**

EARTH RELIEF: DIVERSITY OF FORMS AND IDEAS

Komlev O.O., Bortnyk S.Yu., Pohorilchuk N.M.
Paleogeomorphology at the department of earth science and geomorphology of the Kyiv national Taras Shevchenko university…… **174**
Beley L.M.
General characteristic of the crisis sections with with the drying of the fir trees of the european (fir) by slopes steepness of the nature reserve fund of the Carpathian national nature park… **175**
Bonchkovskyi O.S.
Pleistocene solifluction processes in the area of the Volyn upland…… **177**
Bortnyk S.Yu., Gerasimenko N.P., Komlev O.O., Palienko E.T., Stetsyuk V.V.
Methodological unity of geological and geomorphological sights…… **179**
Bortnyk S.Yu., Lavruk T., Timulyak L. L., Oleschenko A.
Professional training of specialists in the field of spatial planning is an important task of modern geographical education…… **183**
Boychenko I.V.
The geo-tourism routes using in environmental education of students (on the example of the Khmelnytsky city) …… **185**
Halahan O.O., Kovtoniuk O.V., Korogoda N.P.
Estimation of the geotouristic potential of Vorogesky car (Svidovetsky masiv of Ukrainian Carpathians) …… **186**
Gerasimenko N.P. , Nogin Ye.V.
Environments of the neolithic population of the Dnipro-Donets ethnic-cultural group in the Seym river valley (the serikovy sosny site, the Chernigic area) …… **188**
Denysyk G. Kanskyy V.
Hydrogeoglyfs as anthropogenic objects…… **189**
Denysyk G., Stefankov L.
Anthropogenic microrelief in the formation of natural-anthropogenic landscapes…… **191**
Kyryliuk S.M., Kyryliuk O.V.
Morphostructures of Mercury's fossae (on the example of Pantheon Fossae) …… **193**
Kovalchuk I.P. , Kovalchuk A.I.
Digital atlas of the river-basin system as a tool of monitoring its geoenvironmental state and managing its landuse…… **195**
Kovtoniuk O.V., Pohorilchuk N.M., Bortnyk S.Yu.
Geoarchaeological sights location in the relief of the epigrawet culture at the territory of north-east Ukraine…… **196**
Komlev O.O.
Experience of inter-chair cooperation in solving important defense tasks…… **198**
Komlev O.O., Zhilkin S.V.
Paleogeomorphological atlas of Ukraine as a perspective scientific project…… **199**
Komlev O.O.
Morphochronodynamic concept as a perspective direction of modern geomorphology…… **201**
Kostiuk U.I., Ridush B.T.
Stability of gypsum karst areas (on the example of Popeliushka cave and Chornyi potick valley) …… **202**
Kravchuk I.V.
Linear morphostructures of Europe…… **204**

Kupach T.G., Demianenko S.O., Kupach D.V.
Use of GIS relief modeling for education purposes of student's practices…… **206**
Lavruk T.M., Makarenko V.V., Stetsyuk V.V.
Features of discrimination geological-geomorphological locations on plains and at the mountains of Ukraine…… **208**
Nakaznenko A.G.
Factory construction of the Poltava central type morpho-structure…… **212**
Pidkova O.M.
The oretical aspects of application of earth's morphoclimatic zonality concept in the study of soils and soil cover…… **214**
Pohorilchuk N.M., Kovtoniuk O.V., Bortnyk S.Yu.
Ordering of the morphological structure of the earth surface of Kaniv dislocations through the erosion network drawing…… **216**
Chych O., Denysyk G.
Ravines in anthropogenic forest landscapes…… **217**

The presenting and official registration of the articles for the scientific periodical collection «Hydrology, hydrochemistry and hydroecology»…… **219**

ПЕРЕДМОВА

У збірнику вміщено матеріали Міжнародної науково-практичної конференції *"Рельєф, клімат та поверхневі води як об'єкти природничо-географічних досліджень (до 70-річчя кафедр землезнавства та геоморфології, метеорології та кліматології, гідрології та гідроекології)",* організованої в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (м. Київ, 2-4 жовтня 2019 р.).

Три кафедри - кафедра землезнавства та геоморфології, кафедра метеорології та кліматології, кафедра гідрології та гідроекології були засновані на географічному факультеті Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка в 1949 р. У двох з них початкові назви дещо змінилися. Так, кафедра землезнавства та геоморфології тривалий час мала назву кафедра геоморфології (1949-2004 рр.). Еволюціонувала назва гідрологічної кафедри: кафедра гідрології суші (1949-1976 рр.); кафедра гідрології та гідрохімії (1976-2002 рр.); кафедра гідрології та гідроекології (з 2002 р.). Завідувачами кафедр були відомі в Україні та за її межами вчені.

Завідувачі кафедри землезнавства та геоморфології: доктор геол.-мін. наук, професор, заслужений діяч науки УРСР Заморій П.К. (1949-1967 рр.); канд. геогр. наук, доцент Грубрін Ю.Л. (1967-1975 рр.); доктор геогр. наук, професор Рослий І.М. (1975-1986 рр.); доктор геогр. наук, професор Кошик Ю.О. (1986-1994 рр.); доктор геогр. наук, професор Мельничук І.В. (1994-2002 рр.); доктор геогр. наук, професор Бортник С.Ю. (з 2002 р.).

Завідувачі кафедри метеорології та кліматології: канд. фіз.-мат. наук, професор Половко І.К. (1949-1953 рр.); доктор геогр. наук, професор Попов В.П. (1953-1974 рр.); доктор геогр. наук, професор, лауреат Державної премії України Щербань М.І. (1974-1991 рр.); доктор фіз.-мат. наук, професор Волощук В.М. (1991-2002 рр.); доктор геогр. наук, професор, заслужений працівник освіти України Сніжко С.І (з 2002 р.).

Завідувачі кафедри гідрології та гідроекології: доктор техн. наук, професор Назаров В.О. (1949-1961 рр.); доктор техн. наук, професор, член-кор. АН УРСР Пишкін Б.А. (1962-1968 рр.); канд. геогр. наук, доцент Пустовойт С.П. (1968-1976 рр.); доктор геогр. наук, професор, заслужений діяч науки УРСР Пелешенко В.І. (1976-1993 рр.); доктор геогр. наук, професор Горєв Л.М. (1993-2000 рр.); доктор геогр. наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України Хільчевський В.К. (2000-2019 рр.); доктор геогр. наук, професор Гребінь В.В. (з 2019 р.).

За 70 років діяльності кафедри пройшли славний шлях з підготовки фахівців-природничників для сфери народного господарства колишнього СРСР і деяких зарубіжних країн (найбільше у 1970-і рр. для Соціалістичної Республіки В'єтнам), з 1991 р. – для різних галузей економіки незалежної України. Випускники цих кафедр працюють на всіх континентах, беруть участь в експедиціях в Антарктиду на станцію «Академік Вернадський», в Україні – очолюють геологічні, гідрометеорологічні та водогосподарські установи.

На кафедрах постійно проводиться наукова робота з дослідження рельєфу, клімату та поверхневих вод через держбюджетну та госпдоговірну тематику. Вчені підтримують зв'язки з колегами з вітчизняних та закордонних університетів: Ягеллонського, Люблінського, Варшавського, ім. Казимира Великого (м. Бидгощ), Вестфальського, Потсдамського та ін.

Співробітники кафедр брали участь у створенні таких фундаментальних праць як «Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР» (1978 р.), «Гидрохимический атлас СССР» (1990 р.), «Національний атлас України» (2007 р.). Деякі науковці відзначені Державною премією України в галузі науки і техніки.

На кафедрах діє аспірантура з підготовки кандидатських дисертацій за спеціальностями: 11.00.04 - геоморфологія та палеогеографія; 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія; 11.00.09 - метеорологія, кліматологія, агрометеорологія. Працює спеціалізована вчена рада із захисту кандидатських дисертацій.

Сучасні виклики, що стоять перед людством та Україною, а саме - оптимізація антропогенного впливу на рельєф; досягнення глобальних цілей ООН в сфері сталого розвитку, пов'язаних з вжиттям невідкладних заходів щодо боротьби зі змінами клімату, забезпеченням наявності та гарантованого управління водними ресурсами та санітарією актуалізують потребу у фахівцях, яких готують кафедри, що відзначають 70-річний ювілей.

Головний редактор – В.К. Хільчевський

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике помещены материалы Международной научно-практической конференции *"Рельеф, климат и поверхностные воды как объекты природно-географических исследований (к 70-летию кафедр землеведения и геоморфологии, метеорологии и климатологии, гидрологии и гидроэкологии)",* организованной в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (Киев, 2-4 октября 2019).

Три кафедры - кафедра землеведения и геоморфологии, кафедра метеорологии и климатологии, кафедра гидрологии и гидроэкологии были основаны на географическом факультете Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко в 1949 г. В двух из них первоначальное название несколько изменилось. Так, кафедра землеведения и геоморфологии длительное время называлась кафедра геоморфологии (1949-2004 гг.). Эволюционировало название гидрологической кафедры: кафедра гидрологии суши (1949-1976 гг.); кафедра гидрологии и гидрохимии (1976-2002 гг.); кафедра гидрологии и гидроэкологии (с 2002 г.).

Заведующие кафедрой землеведения и геоморфологии: доктор геол.-мин. наук, профессор, заслуженный деятель науки УССР Заморий П.К. (1949-1967 гг.); канд. геогр. наук, доцент Грубрин Ю.Л. (1967-1975 гг.); доктор геогр. наук, профессор Рослый И.М. (1975-1986 гг.); доктор геогр. наук, профессор Кошик Ю.А. (1986-1994 гг.); доктор геогр. наук, профессор Мельничук И.В. (1994-2002 гг.); доктор геогр. наук, профессор Бортник С.Ю. (с 2002 г.).

Заведующие кафедрой метеорологии и климатологии: канд. физ.-мат. наук, профессор Половко И.К. (1949-1953 гг.); доктор геогр. наук, профессор Попов В.П. (1953-1974 гг.); доктор геогр. наук, профессор, лауреат Государственной премии Украины Щербань М.И. (1974-1991 гг.); доктор физ.-мат. наук, профессор Волощук В.М. (1991-2002 гг.); доктор геогр. наук, профессор, заслуженный работник образования Украины Снежко С.И. (с 2002 г.).

Заведующие кафедрой гидрологии и гидроэкологии: доктор техн. наук, профессор Назаров В.А. (1949-1961 гг.); доктор техн. наук, профессор, член-корр. АН УССР Пышкин Б.А. (1962-1968 гг.); канд. геогр. наук, доцент Пустовойт С.Ф. (1968-1976 гг.); доктор геогр. наук, профессор, заслуженный деятель науки УССР Пелешенко В.И. (1976-1993 гг.); доктор геогр. наук, профессор Горев Л.Н. (1993-2000 гг.); доктор геогр. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, лауреат Государственной премии Украины Хильчевский В.К. (2000-2019 гг.); доктор геогр. наук, профессор Гребень В.В. (с 2019 г.).

За 70 лет деятельности кафедры прошли славный путь подготовки специалистов-естественников для сферы народного хозяйства бывшего СССР и некоторых зарубежных стран (наибольше в 1970-е гг. для Вьетнама), с 1991 г. - для различных отраслей экономики независимой Украины. Выпускники этих кафедр работают на всех континентах, участвуют в экспедициях в Антарктиду на станцию «Академик Вернадский», в Украине - возглавляют геологические, гидрометеорологические и водохозяйственные учреждения.

На кафедрах проводится научная работа через госбюджетную и хоздоговорную тематику. Ученые поддерживают связи с коллегами из отечественных и зарубежных университетов: Ягеллонского, Люблинского, Варшавского, им. Казимира Великого (г. Быдгощ), Вестфальского, Потсдамского и др.

Сотрудники кафедр принимали участие в создании таких фундаментальных трудов как «Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР» (1978 г.), «Гидрохимический атлас СССР» (1990 г.), «Национальный атлас Украины» (2007 г.). Некоторые ученые отмечены Государственной премией Украины в области науки и техники.

Действует аспирантура по специальностям: 11.00.04 - геоморфология и палеогеография; 11.00.07 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия; 11.00.09 - метеорология, климатология, агрометеорология; спецсовет по защитам диссертаций.

Современные мировые вызовы, а именно - оптимизация антропогенного воздействия на рельеф; достижение глобальных целей ООН в области устойчивого развития, связанных с принятием неотложных мер по борьбе с изменениями климата, обеспечением наличия и гарантированного управления водными ресурсами и санитарией актуализируют потребность в специалистах, которых готовят кафедры, отмечающие 70-летний юбилей.

Главный редактор – В.К. Хильчевский

PREFACE

The collection contains materials from the International Scientific and Practical Conference *«Relief, climate and surface waters as objects of natural and geographical research (on the 70th anniversary of the departments of earth science and geomorphology, meteorology and climatology, hydrology and hydroecology)»,* organized at the Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv, October 2-4, 2019).

In 1949, three departments were created at the Faculty of Geography of Taras Shevchenko Kiev State University: Department of Earth Sciences and Geomorphology; Department of Meteorology and Climatology; Department of Hydrology and Hydroecology. In two of them, the original name changed somewhat. So, the Department of Earth Sciences and Geomorphology for a long time was called the Department of Geomorphology (1949-2004). The name of the hydrological department has evolved: Department of Hydrology (1949-1976); Department of Hydrology and Hydrochemistry (1976-2002); Department of Hydrology and Hydroecology (since 2002). The heads of the departments were well-known scientists in Ukraine and abroad.

Heads of the Department of Geography and Geomorphology: doctor of geol. and mineral. sc., professor, honored figure of science of the Ukrainian SSR Zamorii P.K. (1949-1967); candidate geogr. sc., as. professor Grubrin Yu.L. (1967-1975); doctor of geogr. sc., professor Roslyi I.M. (1975-1986); doctor of geogr. sc., professor Koshyk Yu.O. (1986-1994); doctor of geogr. sc., professor Melnychuk I.V. (1994-2002); doctor of geogr. sc., professor Bortnyk S.Yu. (since 2002).

Heads of the Department of Meteorology and Climatology: candidate phys.-math. sc., professor Polovko I.K. (1949-1953); doctor of geogr. sc., professor Popov V.P. (1953-1974); doctor of geogr. sc., professor, laureate of the State Prize of Ukraine Shcherban M.I. (1974-1991); doctor phys.-math. sciences, professor Voloshchuk V.M. (1991-2002); doctor geogr. sc., professor, honored worker of education of Ukraine Snizhko S.I. (since 2002).

Heads of the Department of Hydrology and Hydroecology: doctor of techn. sc., professor Nazarov V.O. (1949-1961); doctor of techn. sc., professor, cor. member Ukr. SSR Academy of Sciences Pyshkin B.A. (1962-1968); candidate geogr. sc., as. professor Pustovoit S.P. (1968-1976); doctor of geogr. sc., professor, honored figure of science of the Ukrainian SSR Peleshenko V.I. (1976-1993); doctor of geogr. sc., professor Gorev L.M. (1993-2000); doctor of geogr. sc., professor, honored figure of science and technology of Ukraine, laureate of the State Prize of Ukraine Khilchevskyi V.K. (2000-2019); doctor of geogr. sc., professor Grebin V.V. (since 2019).

Over 70 years of the department's work, they have come a long way in training natural scientists for the national economy of the former USSR and a number of foreign countries (most in the 1970s for the Socialist Republic of Vietnam), since 1991 - for various sectors of the economy of independent Ukraine. Graduates of these departments work on all continents, participate in expeditions to Antarctica at the Akademik Vernadsky station, and in Ukraine they head geological, hydrometeorological and water management institutions.

The departments are constantly conducting scientific work on the study of relief, climate and surface water through the state budget and contractual topics. Scientists maintain contact with colleagues from domestic and foreign universities: Jagiellonian, Lublin, Warsaw, them. Casimir the Great (Bydgoszcz), Westphalian, Potsdam, etc.

Employees of the departments took part in the creation of such fundamental works as "Atlas of natural conditions and natural resources of the Ukrainian SSR" (1978), "Hydrochemical Atlas of the USSR" (1990), "National Atlas of Ukraine" (2007). Some scientists are awarded the State Prize of Ukraine in the field of science and technology.

The departments have postgraduate courses for the preparation of candidate dissertations (PhD) in the specialties: 11.00.04 - geomorphology and paleogeography; 11.00.07 - hydrology, water resources, hydrochemistry; 11.00.09 - meteorology, climatology, agrometeorology. There is a specialized council for the defense of candidate dissertations.

Modern challenges facing humanity and Ukraine, namely, optimization of anthropogenic impact on the relief; achievement of the UN global sustainable development goals related to the adoption of urgent measures to combat climate change, ensuring the availability and guaranteed management of water resources and sanitation actualizes the need for specialists trained by departments celebrating their 70th anniversary.

Editor-in-Chief - Valentyn Khilchevskyi

УДК 551.510.04

Хільчевський В.К., Гребінь В.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА – 70 РОКІВ ДІЯЛЬНОСТІ

Створення та трансформація гідрологічної кафедри (1949-2019 рр.). Історія кафедри гідрології та гідроекології розпочалася у 1949 р., коли на географічному факультеті Київського державного університету імені Т.Г. Шевченка було створено кафедру гідрології суші. Зумовлено це було потребою у фахівцях-гідрологах для дослідницьких цілей, вишукувальних і проектних робіт, оскільки йшла післявоєнна відбудова економіки тодішнього СРСР. Досліджувалися великі річки країни, на яких згодом будувалися гідроелектростанції, через водні артерії прокладалися мости, газопроводи та нафтопроводи, інші інфраструктурні об’єкти, а в Україні споруджувався дніпровський каскад ГЕС.

В цілому, в історії кафедри, яка за час існування підготувала понад 1500 фахівців-гідрологів і займає чільне місце серед профільних кафедр в Україні, можна виділити три періоди, які відображаються в змінах її назв.

Перший період (1949-1976 рр.) - кафедра гідрології суші. Розвивалися дослідження, пов'язані з напрямками наукової діяльності завідувачів кафедри: гідрологічні прогнози – В.О.Назаров; переробка берегів водосховищ – Б.А. Пишкін; гідрологічний режим річок – С.П. Пустовойт.

Другий період (1976-2002 рр.) – кафедра гідрології та гідрохімії. В 1976 р. кафедру очолив В.І. Пелешенко – засновник наукової гідрохімічної школи Київського університету. За його ініціативи кафедру перейменовано. Досліджувався взаємозв’язок хімічного складу різних типів природних вод (В.І. Пелешенко); гідрохімічний режим та якість води основних річок України, Шацьких озер, вплив зрошувальних меліорацій – Л.М. Горєв (завідувач кафедри у 1993-1999 рр.) та осушувальних меліорацій (Д.В. Закревський) на хімічний склад природних вод; виконувалися агрогідрохімічні дослідження на експериментальних водозборах водно-балансових станцій у різних природних зонах (В.К. Хільчевський); вивчалася якість води водойм-охолоджувачів АЕС (М.І. Ромась). Розпочалися дослідження руслових процесів на річках (О.Г. Ободовський), гідрохімічних систем (С.І. Сніжко).

У цей період співробітниками кафедри було захищено 4 докторські дисертації (В.І.Пелешенко, 1981 р.; Л.М. Горєв, 1986 р.; Д.В. Закревський, 1992 р.; В.К. Хільчевський, 1996 р.).

У 2000 р. кафедру гідрології та гідрохімії очолив В.К. Хільчевський.

Третій період (з 2002 р.) – кафедра гідрології та гідроекології. У 2002 р. кафедру гідрології та гідрохімії перейменовано на кафедру гідрології та гідроекології. Це пов’язано з тим, що з 2000-х рр. на кафедрі розширюються дослідження з гідрології та гідрохімії, пов'язані з гідроекологічною проблематикою. Виконуються дослідження з управління водними ресурсами, пов’язані з положеннями Водної рамкової директиви ЄС та інших водоохоронних європейських директив, які згодом (з 2014 р.) імплементуються в Україні.

Викладачами кафедри у цей період захищено також 4 докторські дисертації (О.Г. Ободовський, 2002 р.; С.І. Сніжко, 2002 р.; М.І. Ромась, 2004 р.; В.В. Гребінь, 2011 р.).

У 2013 р. професори В.В. Гребінь та В.К. Хільчевський спільно з вченими з Вінницького національного політехнічного університету і фахівцями Держводагентства України розробили «Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу".

Розробниками "Методик …" було запропоновано схему гідрографічного районування, яка передбачає виділення 9 районів річкових басейнів на території України, як основних гідрографічних одиниць водного менеджменту. Верховна Рада України 4 жовтня 2016 р. на законодавчому рівні затвердила цю схему районування з внесенням новацій до Водного кодексу України.

З 2014 р. під керівництвом професора О.Г. Ободовського в науково-дослідному секторі гідроекології та гідрохімії розробляється наукова тематика пов'язана з гідроекологічною оцінкою енергетичного потенціалу річок України.

У 2017 р. В.К. Хільчевський у складі авторського колективу українських вчених став лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки. Було відзначено цикл наукових праць «Оцінка, прогнозування та оптимізація стану водних екосистем України».

У червні 2019 р. завідувачем кафедри гідрології та гідроекології призначено В.В. Гребеня.

Завідувачі кафедри (1949-2019 рр.): В.О. Назаров (1949-1961 рр.); Б.А. Пишкін (1962-1967 рр); С.П. Пустовойт (1967-1976 рр); В.І. Пелешенко (1976-1993 рр.); Л.М. Горєв (1993-2000 рр.); В.К. Хільчевський (2000-2019 рр.); В.В. Гребінь (в.о. - з червня 2019 р.).

Структура кафедри (2018-2019 н.р.). До складу кафедри входять: штатні викладачі – 7 осіб (3 професори; 2 доценти; 2 асистенти); навчально-допоміжний персонал – 4 працівники; співробітники Богуславського гідролого-гідрохімічного стаціонару (ГГС) – 2 особи; співробітники науково-дослідного сектору (НДС) гідроекології та гідрохімії – 4 особи. Порівняння кількісних даних по кафедрі, наприклад, за 2003 р. та 2018 р., нажаль, показує чисельне зменшення кількості студентів на кафедрі (з 58 осіб до 38 осіб). Відповідно, з часом зменшується і кількість викладачів кафедри - з 10 осіб (у 2012 р.) до 7 осіб (2018 р.).

Викладацький склад. Навчальний процес на кафедрі гідрології та гідроекології у 2018-2019 н.р. забезпечували: В.К. Хільчевський - завідувач кафедри, доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України (викладає з 1989 р., в університеті працює з 1976 р.); О.Г. Ободовський – доктор географічних наук, професор (викладає з 1989 р., в університеті працює з 1980 р.); В.В. Гребінь – доктор географічних наук, професор (викладає з 1992 р., в університеті працює з 1987 р.); С.М. Курило – кандидат географічних наук, доцент, (викладає з 2002 р.); О.І. Лук'янець – кандидат географічних наук, доцент (викладає з 2003 р.); Ю.О. Чорноморець – кандидат географічних наук, асистент (викладає з 2007 р.); С.О. Москаленко – кандидат географічних наук, асистент, (викладає з 2017 р.).

Група навчально-допоміжного персоналу: С.П. Андрела – фахівець І категорії; М.П. Цибульська – фахівець І категорії; Л.О. Єлецькова – фахівець; В.М. Семерик – технік І категорії (гідрохімічна лабораторія).

Богуславський ГГС на р. Рось (створений 1981 р. у м. Богуслав Київської області), на якому проходить гідрометрична і польова гідрохімічна практики студентів-гідрологів 2-го курсу, а також практика студентів кафедри геодезії та картографії, працюють Л.В. Литвин (фахівець І категорії) та Л.А. Красова (фахівець).

*НДС гідроекології та гідрохімії***,** створений 1971 р. як проблемна науково-дослідна лабораторія (ПНДЛ) гідрохімії. Штатними співробітниками НДС в 2019 р. є: В.В. Онищук – завідувач сектору, кандидат технічних наук; О.О. Кривець - старший науковий співробітник, канд. геогр. наук; І.В. Купріков, молодший науковий співробітник, канд. геогр. наук; О.О. Почаєвець, провідний інженер. У свій час штат ПНДЛ гідрохімії досягав 15 осіб (1980-і рр.), а завідувачами були доктори географічних наук - Д.В. Закревський (1973-2003 рр.) та М.І. Ромась (2003-2009 рр.).

Штатні викладачі кафедри минулих років (1952-2018 рр.). У різний час у штаті кафедри працювали викладачами: Г.В. Безугла, асистент (1952-1957 рр.); Л.М. Козінцева, доцент, к.г.н. (1953-1992 рр.); Л.Г. Будкіна, доцент, к.г.н. (1962-1995 рр.); С.С. Левківський, доцент, к.г.н. (1964-1999 рр.); С.М. Лісогор, доцент, к.г.н. (1968-2018 рр.); В.Л. Максимчук, доцент, к.т.н. (1974-1975 рр.); В.І. Кулинич, асистент – (1974-1975 рр.); О.О. Косовець, асистент (1976-1977 рр.); М.Г. Галущенко, доцент, к.г.н. (1976-2002 рр.); Є.С. Цайтц, доцент, к.т.н. (1978-1989 рр.); А.Б. Кордюм, доцент, к.г.н. (1980-1982 рр.); С.І. Сніжко, доцент, к.г.н. (1995-2001 рр.); С.С. Дубняк, доцент, к.г.н. (1998-2016 рр.); В.М. Савицький,

доцент, к.х.н. (2000-2014 рр.); П.С. Лозовіцький, доцент, к.т.н. (2003-2010 рр.); Ю.С. Тавров, доцент, к.г.н. (2010-2011 рр.); О.С. Коноваленко, асистент, к.г.н. (2011-2017 рр.); Н.В. Приймаченко, асистент, к.г.н. (2011-2014 рр.).

Ініціативи кафедри. У 1993 р. за ініціативою кафедри гідрології та гідрохімії в КНУ ім. Тараса Шевченка було створено спеціалізовану вчену раду із захисту докторських і кандидатських дисертацій за спеціальностями 11.00.07 – «гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» та 11.00.09 – «метеорологія, кліматологія, агрометеорологія» . Голови спецради: 1993-2003 рр. – В.І. Пелешенко; 2003-2018 рр. – В.К. Хільчевський. За період 1993-2018 рр. у спецраді представниками 14 установ України захищено: всього 105 дисертацій (82 дисертації – з гідрології); 18 – докторських (16 – з гідрології); 87 – кандидатських (66 – з гідрології).

У 2000 р. в КНУ ім. Тараса Шевченка було засновано фаховий періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (головний редактор В.К. Хільчевський). Станом на 2019 р. вийшло 53 випуски збірника.

У 2001 р кафедра гідрології та гідроекології започаткувала систематичне проведення Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології». За цей час відбулося сім наукових форумів з цією назвою в різних містах України: I - Київ (2001 р.); II - Київ (2003 р.); III - Київ (2006 р.); IV - Луганськ (2009 р.); V - Чернівці (2011 р); VI - Дніпро (2014 р.); VII - Київ (2018 р.)

Відомі випускники кафедри. Географічний факультет КНУ ім. Тараса Шевченка пишається багатьма випускниками гідрологічної кафедри різних років. Серед них відомі фахівці за гідрометеорологічним та географічним профілем діяльності: М.М. Падун (випуск 1961 р.) – директор Української гідрометобсерваторії (1981-1983 рр.), у 1989-1994 рр. - декан географічного факультету КНУ ім. Т. Шевченка; В.М. Ліпінський (випуск 1978 р.) - очолював гідрометслужбу України (1993-2011 рр.); В.О. Громовий (випуск 1978 р.) та В.О. Манукало (випуск 1975 р.) – заступники керівника гідрометслужби України; В.В. Деревець (випуск 1973 р.) - 1996-2006 рр. директор Центру радіаційного екологічного моніторингу та ДСНВП "Чорнобильський радіоекологічний центр" МНС України, з 2011 р. – заступник директора Укргідрометцентру; М.П. Стеценко (випуск 1977 р.) – заст. голови Держслужби заповідної справи Мінприроди України (1990-і рр. - початок 2000-х рр.); О.О. Косовець (випуск 1973 р.) – директор Центральної геофізичної обсерваторії (з 1988 р.); О.В. Серебряков (випуск 1975 р.) та А.П. Тхорик (випуск 1974 р.) – учасники експедицій на українську антарктичну станцію «Академік Вернадський» (1997-1998 рр.); член-кор. НАНУ В.І. Осадчий (випуск 1981 р.) - директор Українського гідрометінституту (з 2000 р.); С.І. Сніжко (випуск 1980 р.) – зав. кафедри метеорологгії і кліматології КНУ ім. Т. Шевченка; Л.М. Архипова (випуск 1995 р.) – зав. кафедри туризму Івано-Франківського НТУ нафти і газу; М.В. Яцюк (випуск 1995 р.) - перший заст. голови Держводагентства України (2009-2014 рр.), заст. директора Інституту водних проблем та меліорації НААНУ (з 2016 р.); О.В. Чунарьов (випуск 2004 р.). – заст. голови (2009-2014 рр.), а також в.о. голови (2014-2015 рр.) Держводагентства України; М.Ю. Хорєв (випуск 2005 р.) - перший заст. голови Держводагентства України (з 2016 р.); В.М. Струтинська (випуск 2005 р.) – гол. редактор журналу «Надзвичайна ситуація» (з 2017 р.). Відомі фахівці в інших сферах діяльності: О.М. Скоропад (випуск 1973 р.) - працював у МЗС України з 1992 р., Надзвичайний та Повноважний Посол України в Нігерії, Беніні та Гані; Ю.П. Сахно (випуск 1976 р.) - народний депутат України у 1998-2002 рр., депутат Київради (2006-2008 рр.), директор департаменту Держслужби України з питань регуляторної політики і розвитку підприємництва (2012-2014 рр.); В.М. Зеленьов (випуск 1980 р.) - начальник управління в Апараті Верховної Ради України.

Список літератури

1. *Хільчевський В.К.* Кафедра гідрології і гідрохімії: освіта і наука. К.: Ніка-Центр, 2001. 22 с. ***2.*** *Хильчевский В.К.* Кафедра гидрологии и гидроэкологии Киевского университета имени Тараса Шевченко - 70 лет подготовки кадров и научных исследований (1949-2019 гг.). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2019. № 1 (52). С.6-35.

УДК 628.1.033:628.196

Башинська І. Л.
Житомирський національний агроекологічний університет, м. Житомир

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ПОВЕРХНЕВОГО ДЖЕРЕЛА ВОДОПОСТАЧАННЯ М. ЖИТОМИРА ЗА ОРГАНОЛЕПТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Джерелом водопостачання міста Житомира є поверхнева водойма – водосховище «Відсічне». Воно було побудоване в 1972 р. на річці Тетерів в каскаді водосховищ: Чуднівське, Денишівське, Відсічне, Житомирське з метою забезпечення водою зростаючих потреб мешканців та промисловості міста Житомира, а також для усунення дефіциту водних ресурсів, який виникав в результаті існування проблеми, пов'язаної з нерівномірним розподілом річкового стоку [1]. У зв'язку із зарегульованістю річкового стоку річки Тетерів виникла ціла низка екологічних проблем, основна з яких пов'язана із поступовим погіршенням якості води як загалом вздовж течії самої р. Тетерів, так і окремо у джерелі водопостачання - водосховищі «Відсічне». Така негативна ситуація пояснюється, перш за все, постійним зростаючим антропогенним навантаженням на водний об'єкт, яке проявляється у сприйманні водного джерела, як резервуара для скидання неочищених та недостатньо – очищених стічних вод різних сфер людської діяльності (комунальних, промислових, сільськогосподарських, дренажних та ін.).

Друга причина погіршення якості води у джерелі водопостачання – зростаючий та невідворотний процес евтрофікації, який полягає у збагаченні водойми біогенними елементами, вміст яких збільшується в результаті як природної евтрофікації (розкладання органічної речовини, азотфіксації та переходу до води біогенних елементів, які знаходяться у донних відкладеннях), так і антропогенної евтрофікації (потрапляння у водний об'єкт стічних вод різного походження) [2]. Процес евтрофікації є результатом порушення екологічного балансу у водоймі, і який призводить до деградації водної екосистеми

В умовах зарегульованності та уповільнення або майже відсутності водного обміну у водосховищі «Відсічне» відбувається нагромадження забруднюючих речовин в донних відкладеннях та самих донних відкладень, в товщі яких проходять анаеробні процеси гниття та розкладання решток рослинного і тваринного світу, що призводить до вторинного забруднення. Також відбувається процес збільшення первинної продукції органічної речовини.

В результаті евтрофікації водойми проходить процес інтенсивного «цвітіння» води, тобто масового розмноження фітопланктону, який у водосховищі здебільшого представлений синьо–зеленими, зеленими та діатомовими водоростями. Цей процес може вважатися стихійним лихом, оскільки вода при цьому стає токсичною і не придатною. Процес «цвітіння» починається із підвищенням температури повітря, а відповідно і температури води, з другої половини весни, і досягає свого піку в середині-наприкінці літа. При цьому в евтрофованому джерелі водопостачання відбувається погіршення органолептичних та фізико – хімічних показників, з'являються неприємні запахи та присмаки, збільшується вміст біогенної, органічної та неорганічної речовини, підвищується кольоровість і каламутність води [3, 4].

Якість води у водосховищі «Відсічне» нами оцінювалася відповідно до вимог СанПіНу 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения», а також відповідно ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання». Нами проведено дослідження якості води у джерелі водопостачання міста Житомира за органолептичними показниками – кольоровість та каламутність за 2018 рік. Динаміка зміни показників у джерелі централізованого водопостачання міста Житомира наведена на рис. 1 та 2.

Кольоровість води обумовлена наявністю в ній гумінових речовин, які надають їй забарвлення від світло–жовтого до майже коричневого. Чим більша концентрація гумінових речовин, тим вища її кольоровість. Як видно з рис. 1, впродовж 2018 р. поступове підвищення кольоровості води починалося з березня місяця та максимального свого

значення кольоровість досягала в серпні - 84^{0}С. При цьому якість води у водосховищі «Відсічне» відповідала 3 класу (ДСТУ 4808:2007). Середнє ж значення кольоровості у серпні становило 70±12,4^{0}С, що перевищувало норматив СанПНу 4630-80 (20^{0}С) у 3,5 рази. Збільшення кольоровості води відбувалося по причині інтенсивного розвитку синьо-зелених водоростей та інтенсифікації процесів евтрофікації внаслідок поступового підвищення температури повітря та водного середовища. З кінця серпня почалося поступове зменшення значення кольоровості та свого мінімуму воно досягло у грудні і становило 22^{0}С. При цьому середнє значення в грудні місяці становило 31±6,2^{0}С, що у 1,5 рази вище за норматив СанПіНу 4630-88. Впродовж 2018 року середнє значення кольоровості становило 44±13,4^{0}С, що у 2,2 рази вище за норматив СанПіНу, а якість води відповідала 2 класу (зима, весна, осінь) та 3 класу якості води (літо) відповідно ДСТУ 4808:2007.

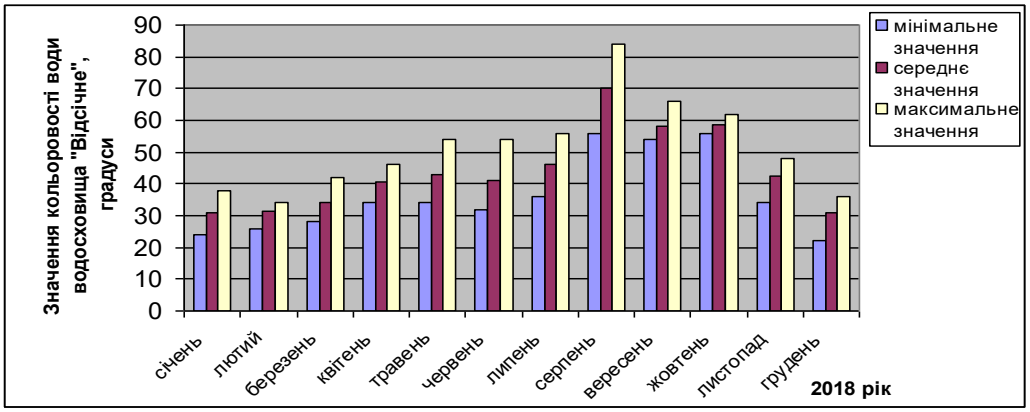


Рис.1. **Динаміка зміни якості води у водосховищі «Відсічне» за показником кольоровість впродовж 2018 року**

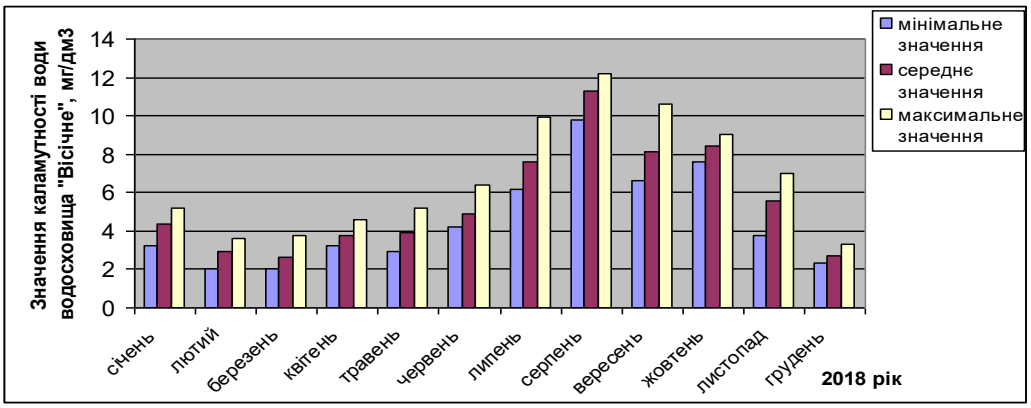


Рис.2. **Динаміка зміни якості води у водосховищі «Відсічне» за показником каламутність впродовж 2018 року**

Підвищена каламутність води вказує на її забруднення органічними та неорганічними сполуками, які в процесі водопідготовки за допомогою реагентної обробки (хлорування, використання коагулянтів та флокулянтів) можуть утворювати забруднюючі речовини в понаднормативних концентраціях, які негативно впливають на здоров'я людини. Так, при дезінфекції води з підвищеною каламутність за допомогою хлор – реагенту протягом 30 хвилин, навіть при наявності у ній на виході залишкового вільного хлору в межах нормативу ДСанПіНу 2.2.4-171-10 (0,3-0,5 мг/дм^3), знезараження виявляється неефективним щодо кишкових бактерій та вірусів (наприклад, збудників гепатиту А) [3].

Органолептичні показники (кольоровість та каламутність) мають тісний зв’язок між собою, а також вони залежать напряму від змін температури води. Нами встановлено, що протягом 2018 р. у сезонному аспекті також спостерігалося поступове збільшення каламутності у водосховищі «Відсічне» від мінімального значення - 2,0 мг/дм^3 (взимку) до

максимального значення - 12,2 мг/дм^3 (влітку), так як і кольоровості. Максимальні значення органолептики досягаються при максимальній температурі води, коли в її товщі відбувається процес масового розмноження фітопланктону та погіршення показників якості води. Середнє значення за рік становило 5,6±0,77мг/дм^3 ($p<0,05$), що перевищувало норматив СанПіНу 4630-88 (1,5мг/дм^3) у 3,7 разів. Максимального свого значення 12,2 мг/дм^3 каламутність досягла також у серпні місяці, перевищення нормативу при цьому склало у 8,1 разів

За допомогою кореляційного аналізу вдалося підтвердити зв'язок між температурою води та органолептичними показниками кольоровості і каламутності у 2018 році. Так, коефіцієнт кореляції, який склав 0,7736, свідчить про наявність позитивного значного зв'язку між температурою води та її кольоровістю. Оскільки він виявився більшим за критичне значення (0,7736>0,6614), то з вірогідністю 0,99 можна стверджувати про статистично достовірну залежність. Коефіцієнт кореляції між температурою води та її каламутністю у 2018 р. становив 0,7754, що також свідчило про позитивний значний зв'язок і статистично достовірну залежність.

Отже, якість води у джерелі водопостачання - водосховищі «Відсічне» за органолептичними показниками в різні сезони року відповідала 1-3 класам (від відмінної, бажано якості, до задовільної, прийнятної якості), хоча фіксувалися досить високі значення, а отже і перевищення вимог СанПіНу 4630-88, особливо в літній період. Якість води у водо джерелі за органолептикою існує в тісній залежності від температури води.

Список літератури

1. *Аніщенко Л.Я., Свердов Б.С., Пісня Л.А.* Оцінка пріоритетності варіантів здійснення планованої діяльності за критеріями екологічної безпеки. *Восточно–Европейский журнал передовых технологий,* 2009. 4/9 (40). С.22-28. ***2.*** *Романенко В.Д.* Основи гідроекології: підручник. Київ: Обереги, 2001. 728с. ***3.*** *Бондаренко Ю.Г., Хоменко І.В., Білик Л.І., Загоруйко Н.В.* Медико–екологічна оцінка води поверхневого джерела централізованого водопостачання м.Черкаси. *Довкілля та здоров'я*, 2010. №3. С.29-34. ***4.*** *Прокопов В.О.* Питна вода України: медико-екологічні та санітарно - гігієнічні аспекти: монографія/ В.О.Прокопов; за ред. А.М.Сердюка. К.: ВСВ «Медицина», 2016. 400 с.

УДК 556.18

Беженару Г. А.[1], Гребень В.В.[2]
[1] Тираспольский государственный университет, Кишинэу, Республика Молдова
[2] Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Киев, Украина

ОЦЕНКА СТОКА ДЛЯ РАСЧЕТА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА В БАССЕЙНЕ ДНЕСТРА

Трансграничное сотрудничество в бассейне реки Днестр основано на совместном, комплексном, управлении водными ресурсами реки. Здесь важным компонентом является расчет водохозяйственного баланса. Работы по расчету водохозяйственного баланса проводились в рамках компонента «Изменение климата и безопасность в бассейне реки Днестр», проекта «Изменение климата и безопасность в Восточной Европе, Центральной Азии и на Южном Кавказе», выполняемого Европейской экономической комиссией ООН и Организацией по безопасности и сотрудничеству в Европе под эгидой инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC), при финансовой поддержке Инструмента стабильности Европейского Союза и Австрийского агентства развития.

Приходная часть уравнения водохозяйственного баланса преимущественно состоит из речного стока, расчет которого осуществляется в замыкающих створах водохозяйственных участков. Как правило, они замыкаются на створах существующих гидрологических постов. Современное водохозяйственное районирование бассейна Днестра [1] состоит не только из водохозяйственных участков, но и из участков, не имеющих постов мониторинга в замыкающем створе. В данном случае сток рассчитывался не по наблюденным гидрометрическим данным, а считывался с построенных карт стока,

что предусмотрено нормативными документами Украины и республики Молдова [2, 3].

Построение карт стока осуществлялось в несколько этапов:

1. Изначально была собрана гидрологическая информация по среднемесячному стоку в бассейне Днестра и на прилегающих территориях, для более точного построения изолиний стока у водораздела. Всего было обработано данные по 117 гидрометрическим створам, из них – в бассейне Днестра – 85 (62 на территории Украины и 23 на территории Республики Молдова); на прилегающих территориях – 32 поста (бассейн Вислы – 3 поста, бассейн Прута – 16, бассейн Южного Буга – 7, Причерноморские реки – 2 и в бассейне Припяти - 4). Густота исходных данных (в бассейне Днестра - 807.4 км^2/створ) позволяет рассчитывать на качественное картирование.
2. Статистическая обработка свелась к приведению рядов к единому периоду наблюдений и построение эмпирических кривых обеспеченности слоя стока P = 50, 75, 95%. Из 85 постов было забраковано 5, как не соответствующих критериям оценки статистических параметров.
3. Построение картографических моделей было осуществлено при помощи ГИС программ ArcMap с применением расширения Spatial Analyst. Определение границ гидрометрических створов осуществлялось по цифровой модели территории с разрешением в 30 м [4]. По рассчитанным водосборам определялись их центроиды (геометрический центр водосбора). Так как сток формируется на водосборе, то картирование проводилось не по гидрометрическим створам, а по их центроидам. Итого было построено 36 карт слоя стока – 12×3 месяцев обеспеченностью 50, 75, 95% и одна модель среднегодового стока (рис. 1) для проверки полученных результатов.
4. На построенные модели были наложены площади водохозяйственных участков. По каждому водохозяйственному участку считывалось среднее значение слоя стока. Для этого применялся модуль Raster Statistics for Polygons встроенный в ГИС программу QGIS. По полученным данным слой стока легко пересчитывается в объем стока для каждого водохозяйственного участка и для соответствующей обеспеченности.

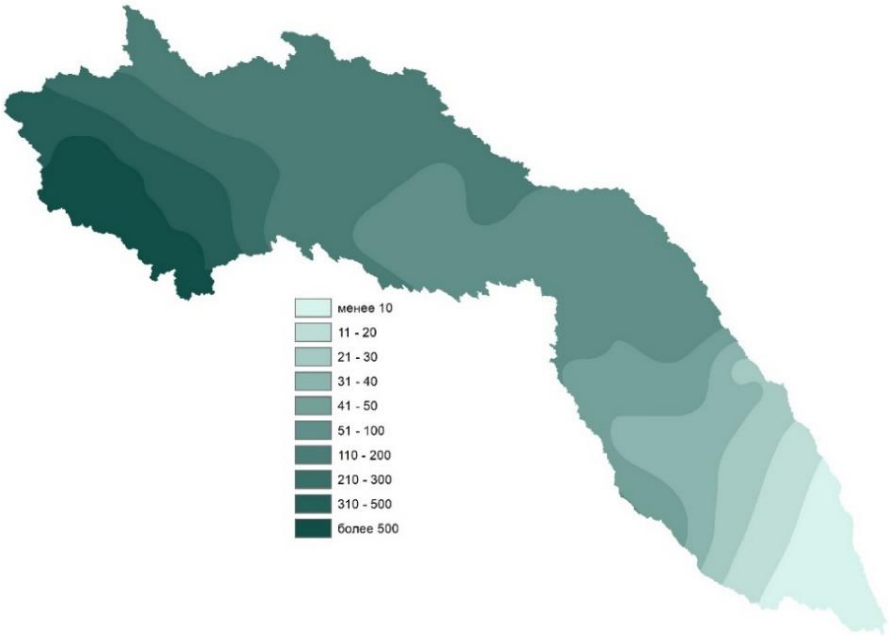


Рис. 1. **Среднемноголетний слой стока в бассейне реки Днестр, мм**

Поверка расчетных данных была реализована по водосборам гидрометрических створов. Согласно данным только 5 постов выявили расхождение между расчетными данными и наблюденными более 20%. Все эти 5 постов отличаются азональными условиями формирования стока и впоследствии были исключены из процесса

картирования. Из оставшихся 80, только по 14 постам разница составляет от 10 до 20%, а по остальным 66 постам составляет менее 10%.

Использование карт стока позволяет существенно упростить получение расчетной гидрологической информации для расчета основного и бокового притока в пределах водохозяйственных участков, где отсутствуют створы мониторинга, либо там, где они не совпадают с границами участков. Кроме того, для получения разрешения на спецводопользование часто требуется расчет водохозяйственного баланса отдельных речных бассейнов средних и малых рек, не охваченных существующей мониторинговой сетью. Карты стока позволяют с достаточной точностью получить необходимую расчетную информацию для таких речных бассейнов.

Список литературы

1. Автоматизированная система расчета водохозяйственного баланса бассейна Днестра, http://vb.dniester-commission.com ***2.*** Гидротехнические и мелиоративные сооружения. Определение гидрологических характеристик для условий Республики Молдовы. http://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=8972&lang=ro ***3.*** СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1985. 36 с. ***4.*** Japan Aerospace Exploration Agency. https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/aw3d30/ index.htm

УДК 502/504

Беженару Г. А.[1], Мельничук О.Н.[2]
[1] Тираспольский государственный университет, Кишинэу, Республика Молдова
[2] Институт экологии и географии, Кишинэу, Республика Молдова

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА БАЗЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ МОЛДОВЫ

Для поддержания нормального экологического состояния рек и удовлетворения хозяйственной потребности в воде в руслах рек должны оставляться расходы воды не ниже минимально допустимых, при которых неблагоприятные явления незначительны или отсутствуют вообще.

Методика расчета минимально допустимых расходов воды, основана на специальных экспериментах по движению наносов и установлению зависимости между средней незаиляемой скоростью и гидравлическими параметрами водного потока. Три отсутствии такого рода экспериментов искомую скорость течения приближенно можно определить по формуле [18].

$$V_{отл} = 3{,}7 d_{ср}^{1/3} H_{ср}^{1/6}, \qquad (1)$$

где $V_{отл}$ – средняя скорость течения в (м/с), при которой прекращается движение влекомых наносов; $d_{ср}$ – средний диаметр частиц донных отложений, м; $H_{ср}$ – средняя глубина потока воды, м.

В работе [2] предлагается увеличение на 10 % расчетную скорость, оцененную по формуле (1) для получения более гарантированного результата. Кроме того, для перехода от средней глубины $H_{ср}$ к расчетным минимально допустимым расходам воды $Q_{мдр}$ следует заранее построить для каждого гидрометрического створа зависимость $V_{ср} = f(Q)$, а затем вычислить расход воды, отвечающий незаиляемой скорости, установленной по формуле (1), или искомый минимально допустимым расходам воды $Q_{мдр}$ Полученные таким образом расходы воды сопоставляются с минимальными расходами засушливых лет 95 % гарантией (обеспеченностью). Такого рода вычисления выполнены для 14 водосборов, репрезентирующих водохозяйственные участки. В качестве примера в табл. 1 приводятся результаты оценок минимально допустимым расходам воды $Q_{мдр}$ по бассейнам рек, протекающих в разных географических регионах страны. Из табл. 1 следует, что МДР эквивалентны годовым расходам 95% обеспеченности (графа 4), В таком случае они

зависят от нормы годового стока $\bar{Q}_Г$ и его коэффициента вариации Cv. Это позволяет составить уравнение регрессии такого вида

$$Q_{МДР} = 0,128 + 0,242\bar{Q}_Г - 0,212Cv \quad (2)$$

при довольно значимом коэффициенте корреляции, равном R^2=0,99.

Таблица 1. **Пример вычисления МДР с применением уравнения (1), зависимости $V_{ср} = f(Q)$ и обеспеченных на 95 % годовых расходов воды**

Река - пункт	Минимально допустимые		Расчетные	
	средние скорости течения, по формуле (1) $V_{ср}$ м/с	расходы, снятые по графикам, $V_{ср}=f(Q)$, м³/с	расходы воды 95%-ной обеспеченности м³/с, или МДР	периоды
1	2	3	4	5
Куболта – с. Куболта	0,20	0,48	0,40	годовой
М.Чулук – г. Теленешты	0,20	0,10	0,11	годовой
Когильник – г. Хынчешть	0,20	0,09	0,08	годовой

Установленная зависимость может быть рекомендована для определения МДР для малых и средних рек междуречья Днестра и Прута.

Для использования выражения (2) при оценке МДР в створах водохозяйственных участков (ВХУ) следует осуществить приводку среднего многолетнего стока $\bar{Q}_Г$ и коэффициент вариации к входным и выходным створам принятым водохозяйственным участкам.

В соответствии с ранее принятым районированием ВХУ [3] и разработками по картографическому районированию норм годового естественного стока [4], была выполнена оценка МДР для принятых водохозяйственных участков Молдовы (табл. 2).

Таблица 2. **Результаты расчёта МДР по ВХУ на территории Р. Молдова)**

Код ВХУ	Наименование участка	Площадь ВХУ, км²	Приведенная норма годового стока, м³/с	Cv	Среднегодовые водоохранные, МДР, м³/с
1	2	3	4	5	6
8	Верхний Рэут	3776	6,17	0.60	1,43
9	Нижний Рэут	7777	10,8	0.45	2,16
15	Рэут-Копэчанка	1291	1,81	0.70	0,47
16	Рэут-Кэинар-Куболта	3777	4,42	0.60	1,02
17	Рэут-Солонец-Чулук	5698	8,88	0.47	2,05
18	Рэут-Кула-Дрэгиничь	7777	10,8	0.45	2,16
19	Верхний Бык	877	1,24	0.70	0,25
20	Нижний Бык	2165	3,00	0.60	0,375
20	Верхняя Ботна	760	0,491	0.63	0,064

Приведенные в табл.2 МДР (экологические водные ресурсы) для принятых ВХУ могут обеспечить стабилизацию окружающей среды и систему водопользования с гарантией меньше 95 %. Они являются главным ориентиром при планировании систем водопотребления.

Однако, судя по качественному состоянию вод в реках Молдовы, они не обеспечивают разбавление сточных вод до уровня Предельно Допустимых Концентраций. А это уже является прерогативой систем очистки и служб контроля качества сточных вод.

Список литературы

1. Указания по установление минимально допустимых расходов воды в реках для охраны природы. Минск: Центр. НИИ Комплексного использования водных ресурсов 1977. 30 с. ***2.*** *Казак В. Я., Лалыкин Н.В*. Гидрологические характеристики малых рек Молдовы и их антропогенные изменения. Типография DINAMO. 2005. 208 с. ***3.*** Методика Гидрографического и водохозяйственного районирования территории молдовы *(в соответствии с требованиями Водной Рамочной директивы Европейского Союза). Рукопись.* ***4.*** *Беженару Герман* Оценка

гидрологического потенциала Республики Молдова в условиях изменения окружающей среды. Автореферат на соискание ученой степени доктора наук, Кишинев, 2017. 29 с.

УДК 551.578.48

Бойко В.М., Перевозчиков І.М., Мала Л.М.
Український гідрометеорологічний центр, м. Київ

СНІГОЛАВИННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

На сьогоднішній день в Українських Карпатах для спостереження за факторами лавиноутворення залучені дві сніголавинні станції (Сл): Плай у Закарпатській області та Пожежевська у Івано-Франківській області. Сніголавинні станції виконують спеціалізовані сніголавинні спостереження й розрахунки лавиноутворюючих параметрів за результатами стандартних спостережень, визначають стратиграфію та фізико-механічні властивості снігового покриву за результатами шурфування снігової товщі, вимірюють висоту снігового покриву за дистанційними рейками, виявляють й обстежують снігові лавини, що зійшли на території їх діяльності [1,2,4]. Також для оцінювання сніголавинної небезпеки використовують дані про добовий приріст висоти снігового покриву на 36 пунктах первинної мережі спостереження (метеорологічних станціях і гідрологічних постах у Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській та Чернівецькій областях), які визначені як сніголавинні пости-індикатори.

Сніголавинне прогнозування та забезпечення в Україні здійснюють гідрометеорологічні організації карпатського регіону: Чернівецький ЦГМ (по території Чернівецької та Івано-Франківської областей), Закарпатський ЦГМ і Львівський РЦГМ по своїх областях. Щоденно, після отримання даних зі сніголавинних станцій та постів-індикаторів, спеціалісти цих організацій оцінюють сніголавинну ситуацію та визначають рівень лавинної небезпеки, складають та розповсюджують відповідні попередження. Загальна координація робіт з оперативного сніголавинного прогнозування і забезпечення на державному рівні покладена на відділ гідрологічних прогнозів УкрГМЦ. Наукову й наукову-методичну складову сніголавинного напрямку забезпечує Український гідрометеорологічний інститут (УкрГМІ) у тісній співпраці з гідрометеорологічними організаціями.

Протягом останніх років гідрометеорологічна служба України значно просунулась вперед у питаннях сніголавинного забезпечення. Було напрацьовано велику кількість матеріалів і документів, які сприяли покращенню цього напрямку діяльності:

- створені електронні таблиці онлайн-сервісу Google Docs для внесення і зберігання результатів спостережень і розрахунків сніголавинних станцій (дані стандартних метеорологічних спостережень на метеомайданчиках та за дистанційними рейками, висновки про стабільність снігового покриву, оцінка лавинної небезпеки, розрахунки лавинної небезпеки для лавин різного генезису);
- впроваджена в оперативну практику прогнозування 5-рівнева Європейська шкала лавинної небезпеки, детальна розшифровка якої є на сайті УкрГМЦ (рис.1);
- розроблене і з 1 жовтня 2017 р. введене в дію нове Положення про сніголавинне забезпечення в Українських Карпатах [3], у якому закріплене використання Європейської шкали лавинної небезпеки;
- УкрГМІ на замовлення УкрГМЦ розробив інформаційно-аналітичну систему «Стратиграфія та фізико-механічні властивості снігового покриву», встановлення якої на технічних засобах УкрГМЦ зараз знаходиться на завершальній стадії;
- на замовлення УкрГМЦ УкрГМІ виконує науково-дослідницьку роботу по створенню Атласу лавинної небезпеки Українських Карпат.

Попередження про сніголавинну небезпеку 1 і 2 рівня гідрометеорологічні організації та УкрГМЦ розміщують на офіційних сайтах, а попередження 3-5 рівня сніголавинної небезпеки додатково передають за схемами оповіщення (передачі попереджень) та вміщують у щоденних гідрологічних бюлетенях.

Європейська шкала лавинної небезпеки з рекомендаціями

Рівень небезпеки	Значок	Стабільність снігового покриву	Ймовірність сходження лавин	Несприятливі умови	Попередження для осіб, які перебувають поза межами забезпечених зон / рекомендації
1 **Низька** (Low) (Meget lille) (Gering)	1	Сніговий покрив, як правило, добре закріплений і стабільний.	Сходження можливе тільки при дуже високих додаткових навантаженнях на окремих дуже крутих схилах. Спонтанно можуть виникати тільки зсуви снігу	30 40	Цілком безпечні умови
2 **Помірна** (Moderate) (Lille) (Mäßig)	2	Сніговий покрив помірно закріплений тільки на деяких крутих схилах*, в інших випадках, як правило, закріплений добре.	Сходження лавин ймовірне, зокрема за рахунок високих** додаткових навантаженнях, в основному на крутих схилах вказаних в бюлетені. Великі природні лавини не очікуються.	30 40	В основному сприятливі умови. Ретельний вибір маршруту, особливо на крутих схилах зазначених експозицій і висотних зон.
3 **Значна** (Considerable) (Middel) (Erheblich)	3	Сніговий покрив на більшості крутих схилів* закріплений помірно або слабо	Можливе сходження лавин при низьких** додаткових навантаженнях на вказаних схилах. За певних умов можливе сходження окремих природних середніх та великих лавин	30 40	Частково несприятливі умови. Потрібен досвід з оцінювання лавинної небезпеки. Слід уникати крутих схилів зазначених експозицій і висотних зон, якщо це можливо.
4 **Висока** (High) (Stor) (Groß)	4	Сніговий покрив слабо закріплений на більшості крутих схилів*.	Йовірність сходження лавин, навіть за рахунок низьких** додаткових навантаженнях на більшості крутих схилів. За певних умов очікується масове сходження середніх і деяких великих природних лавини.	30 40	Несприятливі умови. Потрібен великий досвід з оцінювання лавинної небезпеки. Залишайтеся на помірно крутій місцевості / остерігайтеся лавини за межами безпечної зони.
5 **Надвисока (виключна)** (Very high) (Meget Stor) (Sehr groß)	5	Сніговий покрив, як правило, слабо закріплений і значною мірою нестабільний	Очікується масове сходження спонтанних великих лавин, навіть на помірно крутій місцевості	30 40	Вкрай несприятливі умови. Уникайте відкритої місцевості.

Рис.1. ***Європейська шкала рівнів лавинної небезпеки***

Для інформування широкого загалу споживачів та населення про сніголавинну ситуацію в Карпатах на сайті УкрГМЦ створена окрема сторінка «Сніголавинна ситуація», а у листопаді 2018 року – офіційна сторінка «Сніголавинна ситуація в Українських Карпатах» у соціальній мережі Facebook. Окрім текстових попереджень про сніголавинну небезпеку, на цих ресурсах є карта карпатського регіону, на якій умовними значками показуються очікувані рівні небезпеки, а також, по мірі надходження, викладаються профілі снігового покриву за результатами шурфування снігової товщі сніголавинними станціями, дані про сходження снігових лавин та електронні таблиці онлайн-сервісу Google Docs.

У 2018 році Український гідрометеорологічний центр подав заявку на членство України в Організації Європейських служб попередження щодо снігових лавин (EAWS). Процедура набуття членства у Організації досить тривала і заявка УкрГМЦ буде розглянута на засіданні Генеральної асамблеї Організації Європейських служб попередження щодо снігових лавин тільки у 2021 році.

Починаючи з січня 2019 року, відділ гідрологічних прогнозів УкрГМЦ для інформування та ознайомлення більшої кількості населення та спеціалістів у галузі лавинного забезпечення країн Європейського Союзу, оперативно вносить профілі снігового покриву та інформацію про сходження лавин в Українських Карпатах до Міжнародної інформаційної системи моніторингу профілів снігового покриву (шурфів) та сходження лавин (LAWIS).

Список літератури.

1.*Грищенко В. Ф.* Методика прогноза лавин в Украинских Карпатах в высотной зоне ниже 1200 м. УкрНИГМИ, 1990. ***2.*** Керівництво зі сніголавинних прогнозів у гірських районах України (Карпати, Крим). Державна гідрометеорологічна служба, К., 2010. *КД 52.5.3.01-10.* ***3.*** Положення про сніголавинне забезпечення в Українських Карпатах. К., 2017. ***4.*** Настанова сніголавинним та гідрометеорологічним станціям і постам, Випуск 14, Сніголавинні спостереження і методи сніголавинного забезпечення, Державна гідрометеорологічна служба, К., 2007. ***5.*** *https://meteo.gov.ua/ua/33345/risk_of_avalanches/* ***6.*** *https://www.facebook.com/lavyny.official/*

УДК 504.4.062.2

Бойко К.Є.[1], Кошляков О.Є.[2], Щербак О.В.[2], Мудра К.В.[3]
[1] Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
[2] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННІ «Інститут геології
[3] Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПОГІРШЕННЯ ЯКІСНОГО СТАНУ ПІДЗЕМНИХ ВОД У РОЗРІЗІ ОНОВЛЕНОГО ВОДНОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ

Нові положення Водного Кодексу України (ред. від 12.18.2017) та супутні законодавчі документи й положення встановлюють нову концепцію управління ресурсами підземних вод відповідно до вимог Європейського законодавста (Water Framework Directice 2000/60/EC, Groundwater Directive 2006/118/EC). Основний зміст даної концепції – розгляд ресурсів підземних вод як невід'ємної складової всіх водних ресурсів та наземних екосистем, а також поводження із підземними водами як із об'єктами водного менеджменту, до яких мають застосовуватись такі кінцеві екологічні цілі – досягнення доброго екологічного (як кількісного, так і якісного) стану. Структура управління станом підземних вод (відповідно до чинного та оновленого водного законодавства) орієнтована на цикл етапів, стратегій та заходів, що починаються із визначення та виділення масивів підземних вод (одиниць управління ресурсами підземних вод) і закінчуються оцінкою статусу масиву (доброго чи поганого) із розробкою подальших заходів, спрямованих на покращення стану підземних вод у разі необхідності. Відтак, достовірність оцінки статусу масиву підземних вод більшою мірою визначається ступенем надійності та оптимальності розробленої відповідної моніторингової програми.

Згідно із затвердженим Порядком здійснення державного моніторингу вод (постанова КМУ від 19.09.2018 №758) розробці програми моніторингу передує процедура визначення та виділення безпосередньо масивів підземних вод та визначення існуючих антропогенних впливів на їх кількісний та якісний стан у межах масивів. На даний час існує лише адаптована під нові вимоги європейського водного законодавства методика «Визначення масивів поверхневих та підземних вод» (Наказ Міністерства екології та природних ресурсів №4 від 14.01.19). Однак такої методики для оцінки ризику погіршення стану підземних вод не існує. В той час, коли новий Порядок державного моніторингу вод уже набрав чинності, методологічна основа, що могла б сприяти розробці єдиного підходу в процедурі виділення масивів підземних вод, оцінки попереднього статусу масивів та корегування програми моніторингу, знаходиться на нульовій стадії розробки. Тому слід очікувати, що після першого етапу моніторингу стану підземних вод відповідно до реформованого порядку, який незабаром відбудеться у межах басейну р. Дніпро, р. Сіверський Донець та р. Дністер, виникне багато методологічних непорозумінь у подальшому призначенні статусу масивів.

Ґрунтуючись на європейському та вітчизняному досвіді, запропоновано методику, що дозволяє виконати оцінку ризиків погіршення якісного стану підземних вод у межах масивів підземних вод та попередньо оцінити екологічний статус масивів підземних вод на прикладі річкового басейну р. Сіверський Донець.

У рамках дослідження:

1. Створено модель уразливості якісного стану підземних вод на основі індексної оцінки вхідних параметрів, що характеризують літолого-фільтраційну захисну здатність геологічного середовища (аналог моделі DRASTIC) від забруднення;
2. Ідентифіковані точкові та дифузні джерела забруднення підземних вод із детальним скринінгом точкових джерел.
3. Виконане моделювання поверхні розподілу величини індексу навантаження від забруднення як показника амплітуди прояву антропогенного тиску. Під час розрахунку індексу навантаження враховувались розрахункові концентрації забруднюючих речовин 1 та 2 класу небезпеки, виявлених у пробах води із різних водоносних горизонтів та нормативні значення вмісту відповідних речовин, встановлені санітарними нормами ДСанПіН 2.2.4-171-10.

4. Побудовано логічну матрицю для оцінки ризику від забруднення на основі поєднання класів амплітуди антропогенного тиску із класами уразливості підземних вод до забруднення.
5. Попередню оцінено статус масивів підземних вод за домінуючим класом ризику на основі площинного критерію.

Попередньо виділені масиви підземних вод відтворюють характер розпрділу параметрів оціночно-ризикової моделі за результатами досліджень. Найбільшим ступенем ризику (за класами «високий» та «екстремально високий») серед масивів підземних вод, виділених у межах басейну р. Сіверський Донець, характеризуються масиви у відкладах четвертинної системи та у відкладах верхньокрейдяної системи. Також, за результатами оцінки екологічного ризику, попередньо встановлено незадовільний якісний стан масивів підземних вод у відкладах кам'яновугільної системи. Однак, розробка методики побудови моделі уразливості підземних вод у межах масивів підземних вод кам'яновугільних водоносних горизонтів потребує окремого дослідження і детального вивчення. На прикладі найскладнішого, з точки зору існуючих небезпек та антропогенних впливів на гідрогеологічне середовище, річкового басейну Сіверського Дінця (що територіально охоплює частину Харківської і Донецької областей і повністю Луганську область), можна стверджувати, що існуюча моніторингова мережа підземних вод не може забезпечити надійними та повноцінними даними жодний прогноз з метою виконання оцінки ризиків. Внаслідок браку інформації у сучасних умовах неможливо здійснити прогноз ймовірних наслідків підвищення рівня підземних вод унаслідок масового неконтрольованого затоплення шахт. Ситуація вимагає виконання просторового математико-картографічного моделювання з використанням геоінформаційних технологій, що дозволить максимально ефективно використовувати дані. Має бути впроваджена більш дієва удосконалена система моніторингу навколо шахтного простору та прилеглих водоносних горизонтів, що могла б забезпечувати відстеження якісного та кількісного стану підземних вод, геодинамічного стану масиву порід, хімічного та екологічного стану техногенних і природних ландшафтів.

Список літератури

1. *Aller L., Bennett T., Lehr J.H., Petty R.J., Hackett G.* DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Groundwater Potential Using Hydrogeologic Settings; EPA/600/2-85/018; *U.S. Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA.* 1987. ***2.*** Водний Кодекс України: Закон України від 06.06.1995 р. Відомості Верховної Ради України. 1995. №24. Ст.189. ***3.*** *Кошляков О. Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є.* До питання вразливості питних підземних вод в межах Київської міської агломерації з врахуванням природної захищеності. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*, 2014. Т. 19, Вип. 3. С. 269-375. ***4.*** *Ulytsky O., Yermakov V., Lunova O., Buglak O.* Environmental risks and assessment of the hydrodynamic situation in the mines of Donetsk and Lugansk regions of Ukraine. *Journal of Geology, Geography and Geology*, 2018. 27(2), P. 368-376. ***5.*** *Шестопалов В.М., Люта Н.Г.* Стан і шляхи реформування державної системи моніторингу підземних вод з урахуванням міжнародного досвіду та вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу. *Мінеральні ресурси України,* 2016. Вип.2, С. 3-7.

УДК 556.047

Больбот Г. В.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

ОЦІНКА БАГАТОРІЧНИХ КОЛИВАНЬ МІНІМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Водозабезпечення східної частини України відбувається за рахунок декількох джерел, серед яких головним є поверхневі води басейну Сіверського Дінця. Останній належить до складних об'єктів з різноманітними природними умовами. Сіверський Донець та його притоки зазнають значного антропогенного навантаження. Враховуючи транскордонний характер басейну, значне антропогенне навантаження на його водні ресурси, що посилюється наслідками сучасних кліматичних змін, постає завдання оцінки змін

гідрологічного режиму річок басейну, що відбуваються.

Для дослідження нами використано матеріали спостережень гідрологічних постів басейну за мінімальними витратами води періоду льодоставу та періоду відкритого русла за 1936-2015 рр. Оцінка виконана для р. Сіверський Донець, її лівобережних: рр. Оскіл, Айдар, Вовча, Красна, Жеребець, Євсуг, Деркул; та правобережних приток: рр. Уди, Лопань, Казенний Торець, Сухий Торець, Бахмут, Вільхова, Лугань.

На початковому етапі було побудовано різницеві інтегральні криві коливань мінімальних витрат води для кожного гідрологічного поста в басейні р. Сіверський Донець. Розділивши отримані різницеві криві на три групи (за належністю до тієї чи іншої частини басейну) було побудовано осереднені криві по лівобережних, правобережних притоках та, власне, самій річці Сіверський Донець (рис.1, 2).

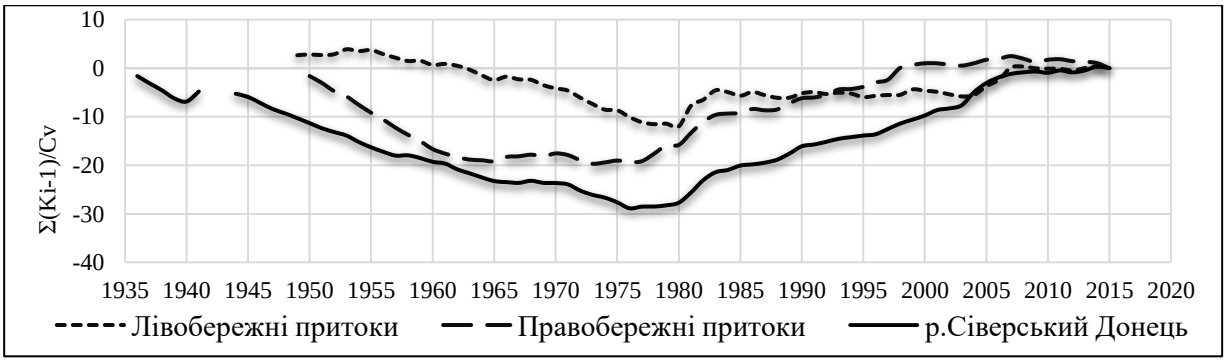


Рис.1. **Суміщені різницеві інтегральні криві осереднених мінімальних 30-ти добових витрат води періоду льодоставу р. Сіверський Донець та її приток**

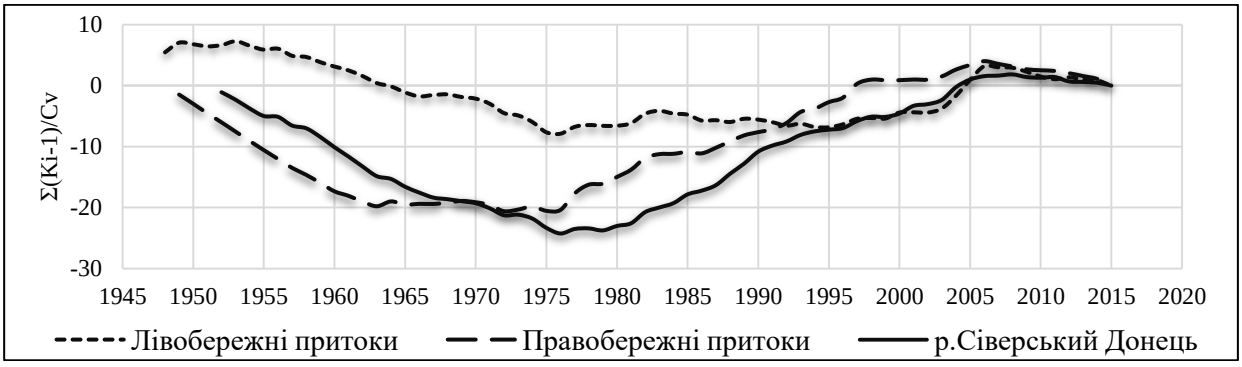


Рис.2. **Суміщені різницеві інтегральні криві осереднених мінімальних 30-ти добових витрат води періоду відкритого русла р. Сіверський Донець та її приток**

Як відомо, формування зимових мінімумів обумовлюється характером зими: наявністю чи відсутністю відлиг, умовами снігонакопичення в басейні; факторами підстильної поверхні, зокрема, характером ґрунтів та геологічною будовою.

Річки правобережжя басейну Сіверського Дінця протікають в зоні з нестійким зимовим режимом, з тривалими відлигами зі значним підвищенням температур. Це призводить до формування зимових паводків різної інтенсивності. Для верхньої течії Сіверського Дінця та його лівобережних приток характерні короткострокові відлиги, які не сприяють утворенню значного поверхневого стоку. Річки лівобережжя беруть свій початок на південних схилах Середньо- Руської височини (рр. Вовча, Оскіл); правобережжя - стікають зі східних, північних та західних схилів Донецького кряжу (рр. Казенний Торець, Сухий Торець, Бахмут, Лугань).

Простежується відмінність у тенденціях коливань стоку води лівобережних приток у порівнянні із правобережними притоками та самою р. Сіверський Донець. Лівобережні притоки характеризуються значно меншою мінливістю коливань мінімальних витрат води. Коливання мінімальних витрат води є асинфазними. З початку спостережень річки всіх трьох групи мають однакову тенденцію до зменшення мінімальних 30-ти добових витрат

води. Переломною точкою для лівобережних приток є 1980 рік, для правобережних та для самої р. Сіверський Донець – 1976 р. Наступна багатоводна фаза, що тривала до 2007-2008 рр., є доволі вираженою на правобережних притоках та малопомітною – на лівобережних. В останні роки (з 2009 р.) спостерігаємо тенденцію щодо певного зменшення мінімального 30-ти добового стоку на річках басейну в період льодоставу.

Розподіл мінімального стоку води теплого періоду року обумовлений геологічними факторами, глибиною врізу русла та господарською діяльністю людини на водозборах і в руслах річок. Простежується певна відмінність у коливаннях мінімальних 30-ти добових витрат води лівобережних та правобережних приток і, власне, самого Сіверського Дінця. До 1976 року спостерігається маловодна фаза для р. Сіверський Донець та її приток. З 1977 по 2006 рік правобережні притоки та р. Сіверський Донець характеризуються багатоводною фазою, а для лівобережних приток до 1995 р. простежуються нечітко виражені коливання і лише з 1996 р. відбувається перехід до багатоводної фази. З 2006 р. знов відбувається синхронізація всіх трьох кривих з переходом до маловодної фази.

Аналогічні тенденції простежуються і у коливаннях мінімальних добових витрат води річок басейну як для періоду відкритого русла, так і для періоду льодоставу.

Відмінності у коливаннях мінімальних стокових характеристик в басейні Сіверського Дінця можуть бути пов'язана зі значним антропогенним навантаженням. Розташовані на річці великі міста (Ізюм, Зміїв, Лисичанськ) здійснюють значний водозабір для водогосподарських та промислових потреб. Відбувається забір води в канал Сіверський Донець – Донбас. Значним є скид промислових, комунальних та шахтних вод у правобережні притоки. Річки лівобережжя значно зерегульовані. На їх гідрологічний режим значною мірою впливають Печенізьке та Червонооскільське водосховища.

Побудовані в процесі дослідження різницеві інтегральні криві багаторічних коливань характеристик мінімального стоку річок басейну Сіверського Дінця дали змогу оцінити тенденції у змінах цих характеристик за період спостережень. Встановлено певні відмінності у багаторічних коливаннях мінімального стоку лівобережних та правобережних приток Сіверського Дінця.

Результати дослідження можна використовувати для прогнозування подальших змін стоку річок басейну та раціонального використання його водних ресурсів в майбутньому.

УДК 556.535.4+556.535.5

Вишневський В.І.
Інститут водних проблем і меліорації НАНУ, Київ

ТЕРМІЧНИЙ ТА ЛЬОДОВИЙ РЕЖИМИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ КИЄВА

Дослідження температурного і льодового режимів водних об'єктів Києва виконано на основі даних регулярного моніторингу, а також даних дистанційного зондування Землі. В останньому разі такими даними стали знімки супутників Landsat 8 і Sentinel 2. Температура води визначалася з використанням каналу B10 супутника Landsat 8, роздільна здатність якого становить 100 м. Обробка цих даних виконана з використанням програми ArcGIS 10. Знімки супутників Sentinel 2, в яких термальний канал відсутній, використовувалися лише для вивчення льодового режиму водойм. Водночас перевагами цих супутників, порівняно із супутником Landsat 8, є істотно вища роздільна здатність знімальної апаратури (10 м), а також значно менший інтервал між часом знімання. Ще одним джерелом даних стали власні польові дослідження.

Дані спостережень на гідрологічному посту Київ, що відповідають умовам Канівського водосховища, свідчать про те, що протягом 1977–2018 рр. існує виразна тенденція підвищення температури води. Найбільшим (на 0,85 ºС за десятиліття) є підвищення температури у серпні, дещо меншим (на 0,83 ºС за десятиліття) – у липні. Ще більшим (1,0 ºС) є зростання максимальної температури. Якщо на початку спостережень найвища температура води переважно становила 23,0–23,5 ºС, то нині 27,0–27,5 ºС. Найвищу температуру (28,6 ºС) у стандартний строк зафіксовано о 20:00 22.07.2010 р. Ще вищою

(29,4 ºС) виявилася температура на гідрологічному посту у денний час 23.06.2019 р.

Протягом року найвища температура води переважно спостерігається у третій декаді липня, хоча це можливо в середині червня і в середині серпня.

У літній період температура води о 20:00 звичайно на 1–2 ºС вища, ніж о 8:00. Приблизно на стільки ж денні максимуми перевищують температуру у вечірній час спостережень.

Істотно інформативнішими щодо температури води, особливо на водоймах, де спостереження відсутні, є дані дистанційного зондування Землі. Спираючись на ці дані, можна встановити закономірності, що спостерігаються протягом усього року.

Навесні після танення криги найнижчою є температура води в основному рукаві Дніпра, який знаходиться під значним впливом Київського водосховища. Найбільша відмінність у температурі води в основному рукаві Дніпра та озерах спостерігається наприкінці травня, коли вона може сягати 5 °С.

Улітку відмінність у температурі води зменшується, проте найхолоднішою вода залишається в основному рукаві Дніпра. У цей час шлейф деснянської води, температура якої дещо вища, простежується на ділянці в кілька кілометрів. В основному рукаві Дніпра існує чергування зон з вищою та нижчою температурою води, що зумовлено близькістю Київської ГЕС і нерівномірністю її роботи. Скиди води, що тривають кілька годин, супроводжуються не лише зниженням температури у нижньому б’єфі, а й збільшенням її перемішування.

Восени температура води у Дніпрі стає вищою, ніж у Десні. Цікавою особливістю температури води в цей період, насамперед у жовтні та на початку листопада, є те, що доволі високою (вищою, ніж в основному рукаві Дніпра) є температура води у глибоких затоках: Верблюд, Собаче Гирло, Оболонь, Доманя.

Близькість Київської ГЕС до міста впливає і на льодовий режим Дніпра. Загалом крижаний покрив на Дніпрі нестійкий. Суцільний льодостав звичайно встановлюється у другій половині січня. Після створення Канівського водосховища найбільша товщина криги (42 см) на гідрологічному посту зафіксована 20.01.1977 р. Коли не було Київського водосховища (його наповнили в 1964–1966 рр.), товщина криги в межах міста була істотно більшою. Максимальну товщину (80 см) виміряно 15.02.1963 р.

Утворення крижаного покриву звичайно починається в озерах, розташованих у лівобережній частині Києва. Одними з перших замерзають озера Русанівське, Райдуга (Радунка), Берізка (Лісове), Заплавне. За кілька днів замерзають озера Синє, Мінське, Святошинський став, розташовані у правобережній частині міста. Одним із останніх замерзає найбільше київське оз. Алмазне. Найдовше ділянка відкритої води зберігається в його південній частині, глибина якої сягає майже 20 м. На момент початку замерзання заток Дніпра більшість київських озер і ставків уже є замерлими. З відомих заток Дніпра найперше вкриваються кригою Матвіївська, Видубицька, Берківщина. Приблизно тоді ж замерзають затоки між правим берегом, а також островами Жуків і Водників. До настання сильних холодів залишаються незамерзлими глибокі затоки Верблюд, Собаче Гирло, Оболонь, Доманя. Судячи з усього, це зумовлено розвантаженням в ці затоки підземних вод, адже глибина цих заток велика – подекуди понад 20 м.

З рукавів Дніпра найперше вкривається кригою Довбичка, а також північна частина Русанівської протоки. Дещо пізніше замерзає Венеціанська протока. За цим починається замерзання основного рукава Дніпра. Найперше льодостав утворюється перед головним мостом Подільсько-Воскресенського мостового переходу, що нині будується. Частково це відбувається внаслідок накопичення криги, яку виносить Десна. Наступна ділянка з першочерговим утворенням льодоставу відповідає зоні між островами Малий, Великий і правим берегом. Третя ділянка розташована нижче Південного мосту і відповідає зоні значного збільшення акваторії і водночас зоні, де коливання рівня, спричинені роботою Київської ГЕС, стають невеликі.

Уважний аналіз супутникових знімків дає змогу виявити ділянки, що звичайно не замерзають, або замерзають дуже пізно. Насамперед це стосується оз. Нижній Тельбин, що пояснюється впадінням сюди р. Дарниця, в яку надходять стоки із золовідвалу Дарницької ТЕЦ. Пізніше за сусідні замерзає Галерна затока, куди скидається підігріта вода

з Київської ТЕЦ-5. На жодному знімку не зафіксовано замерзлим скидний канал з Бортницької станції аерації. Доволі пізно замерзає й розташоване поряд оз. Тягле.

Навесні найперше крига починає зникати з основного рукава Дніпра. Поступово цей процес поширюється і на другорядні рукави. За цим відбувається очищення проток, які з'єднують затоки з основним рукавом. Найдовше крига на Дніпрі зберігається у Матвіївській затоці, а також у затоках, утворених між островами Жуків, Водників і правим берегом.

Останніми від криги звільняються ставки та озера. В озерній системі Опечень найперше зникає крига на оз. Кирилівське, що пов'язано з впадінням сюди р. Сирець. Дещо довше триває льодостав у найпівнічнішому оз. Мінське. З великих озер, розташованих на лівобережжі, найперше від криги звільняються озера Алмазне, Вирлиця і Тягле. Тривалим є збереження криги в озерах Райдуга (Радунка), Берізка (Лісове), Мартишів, Святище, у правобережній частині міста – в озерах Редчине і Синє.

УДК: 556.16

Гопченко Є.Д., Ємельянова К.Б.
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

УДОСКОНАЛЕННЯ СТРУКТУРИ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІВНИННИХ РІЧОК ПРИЧОРНОМОРСЬКОЇ НИЗОВИНИ

На території України для розрахунку характеристик максимального стоку паводків та водопіль діє нормативний документ СНіП 2.01.14–83 [1], базові рівняння якого, в основному, відносяться до структури редукційного типу:

$$q_{p\%} = \frac{k_0 Y_{p\%}}{(F+b)^{n_1}} \mu\delta\delta_1\delta_2\delta_3 , \qquad (1)$$

де k_0 – параметр «дружності» весняного водопілля (визначається за аналогією з сусідніми річками); $Y_{p\%}$ – розрахунковий шар сумарного весняного стоку; F – площа водозборів; μ – коефіцієнт для урахування розбіжності статистичних параметрів максимальних модулів і шарів стоку; b – емпіричний параметр для зниження редукції невеликих водозборів; δ – коефіцієнт впливу регулюючої місткості озер, водосховищ, ставків проточного типу на регулювання максимальних модулів (витрат) стоку; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ – редукційні коефіцієнти впливу залісеності (δ_1), заболоченості (δ_2) і водогосподарської діяльності (δ_3) на характеристики максимального стоку річок .

Головним недоліком базової структури (1) слід відзначити наявність у ній параметра «*b*», оскільки за умови, що при *F=0,* верхнє його фізичне значення дорівнює $q_m = 1/b^{n_1}$, (замість $q_m = 1{,}0$).

Авторами з метою удосконалення структури розрахункової формули максимального весняного стоку рівнинних річок, використана геометрична модель гідрографів паводків та водопіль, за якими максимальні модуль стоку дорівнюють [1,2]:

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}} , \qquad (2)$$

або

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}} , \qquad (3)$$

де q_m — максимальний модуль стоку, м^3 / скм^2; F— площа водозборів, км^2; K_0— коефіцієнт схилової трансформації паводків (водопіль); Y_m— максимальний шар стоку паводків (водопіль), мм; n_1 - показник степені редукції.

За результатами розрахунку максимального стоку за формулою (3) пропонується використовувати карти-схеми ізоліній коефіцієнта схилової трансформації K_0 та

просторового розподілу максимальних шарів стоку $Y_{1\%}$ весняного водопілля на території Причорноморської низовини (рис.1 та 2). Коефіцієнт схилової трансформації K_0 встановлено, виходячи із структури (3), та має вигляд $K_0 = (q_{1\%} / Y_{1\%})(F+1)^{0.19}$.

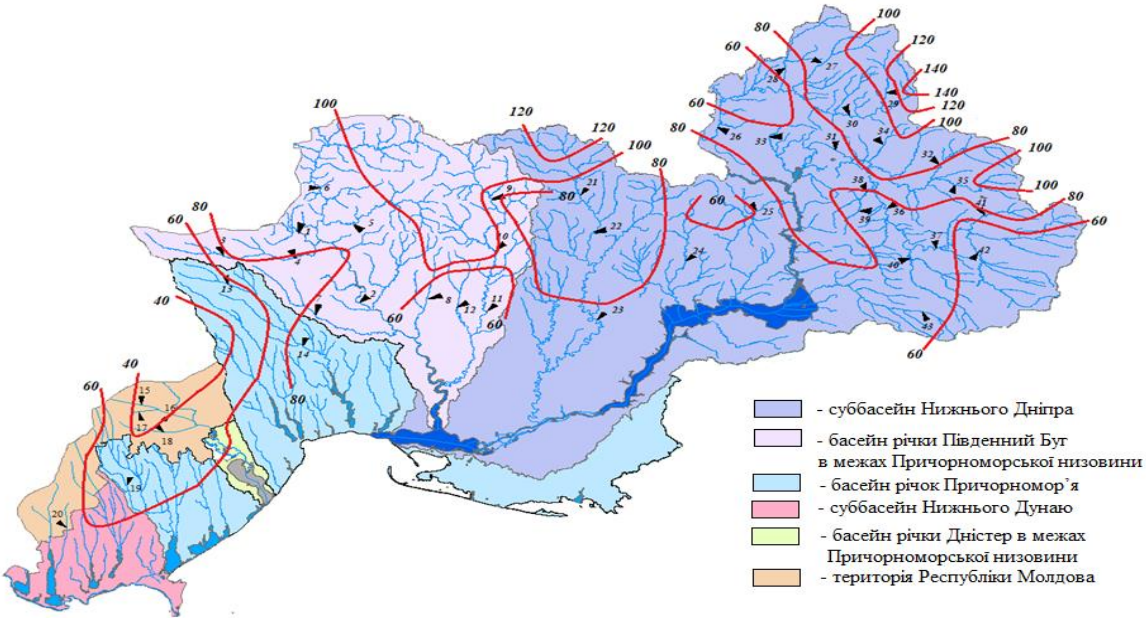


Рис. 1 **Карта- схема ізоліній просторового розподілу шарів стоку весняного водопілля 1% на території Причорноморської низовини**

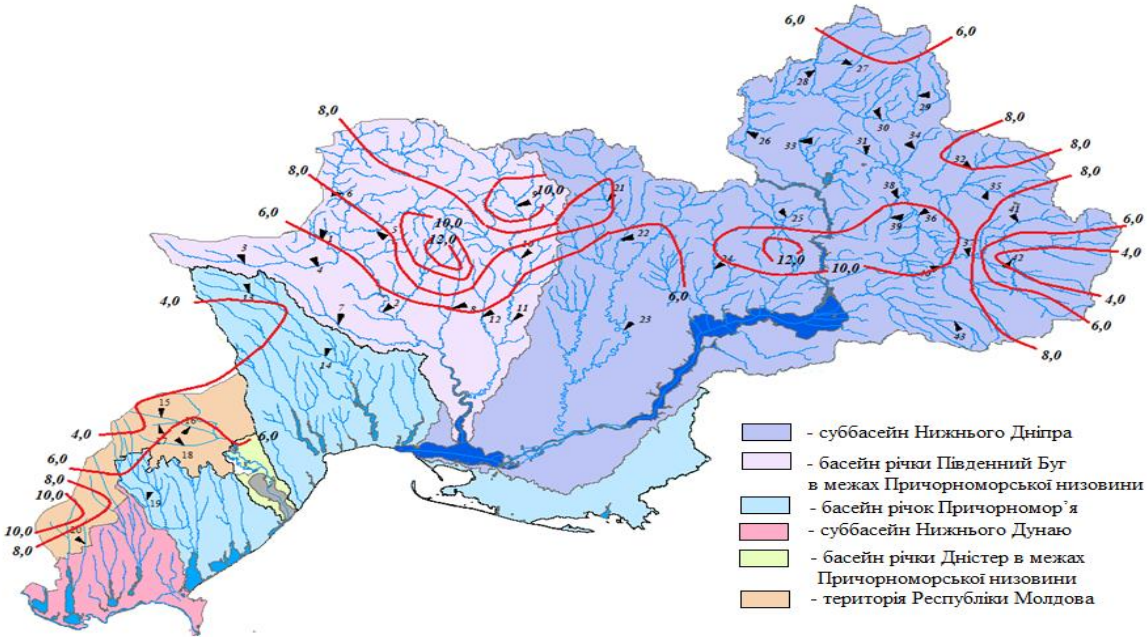


Рис. 2. **Карта–схема коефіцієнтів схилової трансформації весняного водопілля на території Причорноморської низовини ($K_0 * 10^{-3}$)**

Середньоквадратична похибка розрахунків максимального стоку весняного водопілля для річок досліджуваної території становить ±12,05%, що дозволяє рекомендувати пропоновану методику для визначення максимальних витрат води весняного водопілля річок Причорноморської низовини.

Список літератури

1. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1984. 448 с. ***2.*** *Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А.* Гідрологічні розрахунки Одеса: ТЕС, 2014. 483 с.

УДК 556.166.047(447)

Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф., Приходькіна В.С., Заболотня Т.О., Липкань О.А.
Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

РОЗРАХУНКИ МАКСИМАЛЬНИХ ВИТРАТ ВОДИ ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ І ПАВОДКІВ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ РІЧОК УКРАЇНИ ЗА ВІДСУТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

Весняні повені і паводки холодного періоду року на річках дуже часто викликають значні і тривалі затоплення територій, іноді з катастрофічними наслідками та загибеллю людей. З метою попередження таких надзвичайних явищ необхідно мати відомості щодо умов формування весняних повеней і паводків та їхніх характеристик (наприклад, рівні, витрати, шари, об'єми), а також ймовірних зон затоплень тощо. Крім того, без відомостей про ймовірні характеристики максимального стоку весняної повені та паводків неможливе повноцінне проектування та будівництво гідротехнічних споруд, зведення пішохідних, автодорожніх і залізничних мостів, а також спорудження переходів через водні перешкоди ліній зв'язку та електропередачи, нафто- і газопроводів тощо. Тільки в небагатьох випадках під час визначення цих гідрологічних характеристик можуть бути використані дані безпосередніх спостережень. Наявна нині в Україні мережа спостережень за водним стоком охоплює переважно середні та великі річки, тоді як величезна кількість малих річок, струмків та балок досі залишається невивченою. Відсутність даних спостережень на водотоках змушує інженерів-гідрологів у ході визначення розрахункових гідрологічних характеристик застосовувати різні опосереднені способи, емпіричні формули та графіки, які регламентуються нормативними документами.

В Україні, на превеликий жаль, оновлення нормативного документа, який регламентує визначення розрахункових гідрологічних характеристик не відбулося. Отже, сьогодні чинним нормативним документом є СНиП 2.01.14-83 «Определение расчётных гидрологических характеристик», який було розроблено ще за часів Радянського Союзу, а саме, у 80-х роках XX століття. У науковому середовищі ведуться дискусії щодо оновлення нормативного документа. Так, фахівці Одеського державного екологічного університету пропонують методичні розробки щодо визначення максимальних витрат води за відсутності гідрометричних спостережень на основі єдиного структурного рівняння, яке застосовується для розрахунку максимальних витрат води незалежно від генетичного типу весняної повені і дощових паводків для всього діапазону водозбірних площ (від окремих схилів до великих розгалужених річкових систем) та приклади визначення характеристик річного стоку в природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах на базі метеорологічних даних, а також норм підземного живлення за відсутності даних спостережень. Фахівці Українського гідрометеорологічного інституту, враховуючи методичні рекомендації ВМО, а також власні розробки пропонують використати у нормативному документі гідролого-генетичний аналіз рядів спостережень, а також звернути увагу, що при застосуванні нових формул, методик для розрахунку максимальних ймовірних витрат води необхідно проводити аналіз їхніх переваг та недоліків щодо діючих підходів, а саме точності розрахунків, простоти структури; кількості параметрів та можливості їхнього легкого та швидкого визначення, витрати часу на один розрахунок та його вартості, тощо. Зрозуміло, що перш за все, для такого порівняння необхідно оновити параметри редукційної формули (рекомендується нормативним документом) та допоміжний картографічний матеріал за сучасними даними.

У роботі, для отримання сучасних та достовірних оцінок статистичних характеристик, а також визначення репрезентативного періоду для розрахунків максимального стоку води весняної повені та паводків холодного періоду року річок України було виконано відновлення та подовження рядів спостережень на основі застосування методу парної регресії за даними річок-аналогів. Для дослідження було використано дані спостережень 308 гідрологічних постів за період від початку спостережень по 2015 р. включно, окрім постів Криму, для яких розрахунки були обмежені 2010 р. Для аналізу однорідності та стаціонарності рядів спостережень використано гідролого-генетичний аналіз. Визначено

сучасні статистичні параметри максимального стоку (витрати, шари) води весняної повені і паводків холодного періоду року, а також його розрахункові характеристики різної ймовірності перевищення. Для більшості рядів спостережень найкраща відповідність емпіричних точок і аналітичних кривих розподілу досягається методом найбільшої правдоподібності для кривої трипараметричного гамма-розподілу.

Отримані розрахункові параметри максимальних витрат та шарів води весняної повені і паводків холодного періоду року річок України дозволяють виконати їхнє узагальнення по території України шляхом картування. Найбільше практичне значення має картування таких характеристик як середній багаторічний шар стоку води, його коефіцієнт варіації, а також величин співвідношення C_s/C_v весняної повені і паводків холодного періоду року річок України, оскільки карти цих характеристик використовуються у нормативному документі, який регламентує визначення розрахункових гідрологічних характеристик, у тому числі, і при відсутності гідрометричних спостережень. Діючий картографічний матеріал, який широко застосовується у гідрологічних розрахунках був складений за даними спостережень до 1975 р. Зрозуміло, такі карти потребують оновлення. Просторовий розподіл середнього багаторічного шару стоку води весняної повені і паводків холодного періоду року, його коефіцієнту варіації та величин співвідношення C_s/C_v річок України виконано з застосуванням принципу неперекривання водозборів річок у ГІС MapInfo з використанням тріангуляційного методу, який дозволяє позбутися суб'єктивних чинників і автоматично отримувати значення у будь-який точці карти. У цілому, побудовані інтерполяційні поверхні можуть бути використані для дослідження максимального стоку весняної повені і паводків холодного періоду року середніх річок України. Максимальний стік весняної повені і паводків холодного періоду року середніх річок України підпорядковується фізико-географічній зональності, на яку впливають висотна поясність та індивідуальні особливості водозборів річок.

У роботі було виконано оновлення параметрів редукційної формули, а саме K_0, n та μ.

При розрахунках, визначаючи приналежність водозбору річки до відповідної природної зони, було використано сучасне фізико-географічного районування території України. Наведені результати показують, що параметри редукційної формули, які розраховано за сучасними даними спостережень порівняно з раніше отриманими суттєво змінилися. Це можна пояснити проявом циклічних довготривалих коливань максимального стоку весняної повені та паводків холодного періоду року річок України.

Враховуючи сучасну мережу спостережень в Україні для малих річок, струмків та балок, виконати розрахунки максимальних витрат води весняної повені та паводків холодного періодів року заданої щорічної ймовірності перевищення як за редукційною формулою, так і за будь-якими іншими формулами, проблематично. Така ситуація обумовлена відсутністю на них гідрометричних спостережень.

УДК 556.551

Гриб О. М., Лобода Н. С., Яров Я. С., Гриб К. О.
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

ХАРАКТЕРИСТИКА СУЧАСНИХ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОДИ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НИЖНЬОГО ДНІСТРА В ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД 2018 РОКУ

Для характеристики сучасних фізико-хімічних показників та оцінки якості води в каналі (від м. Біляївка до р. Турунчук), озерах Саф'яни та Погоріле, річках Турунчук і Дністер використані результати вимірювань, виконаних вченими Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) у серпні та листопаді 2018 р. [1]. Для виконання дослідження було відібрано 8 проб води (2 проби – 16.08.2018 р., 6 проб – 25.11.2018 р.), з них: 3 проби – в каналі (від м. Біляївка до р. Турунчук); 2 – в р. Турунчук; по 1 пробі – в озерах Саф'яни і Погоріле та р. Дністер.

За результатами вимірювань у 2018 р. [1] визначено, що окремі фізико-хімічні

показники води в каналі (до м. Біляївка), озерах Саф'яни і Погоріле, річках Турунчук та Дністер є майже однаковими, а деякі інші – значно відрізняються. В усіх водних об'єктах вода була прісна (густина дорівнювала 1000 кг/м^3, величина загальної мінералізації не перевищувала 1000 мг/дм^3), слабколужна (показник pH був у межах 7,60-8,16), без смаку (за виключенням оз. Погоріле, де вода мала дуже слабкий болотяний смак) та не містила фторидів і фосфатів (їх концентрації дорівнювали 0,000 мг/дм^3). Однак, колір води значно відрізнявся. Наприклад, 16.08.2018 р. колір води в оз. Саф'яни і каналі (вода надходила з озера в канал) був зеленувато-жовтий, а в руслі р. Турунчук – коричнювато-жовтий. Проте, 25.11.2018 р. колір води у річках був жовтий, в озерах – коричнювато-жовтий, а в каналі – змінювався від жовтого (з сторони р. Турунчук) до жовтувато-коричневого (на ділянці з сторони м. Біляївка), що вказує на різні пропорції річкових і озерних вод за довжиною каналу. Різною також була кольоровість води, яка в середньому дорівнювала: 6,7° – у річкових водах; 7,3° – в каналі з сторони р. Турунчук і в оз. Саф'яни (на наступний день після надходження річкових вод); 8,3° – в каналі з сторони м. Біляївка; 15,2° – в озерних водах. Слід зазначити, що відмінності у кольорі та кольоровості води в даних водних об'єктах опосередковано вказують на різні значення вмісту у воді розчинених речовин (у тому числі, органічних), колоїдних і завислих частинок, гумінових сполук і комплексних сполук заліза, інтенсивності та спрямованості продуційно-деструційних процесів, а також на слабкий водообмін між річкою, каналом та озерами.

Для характеристики вод за вмістом у них головних іонів було використано класифікацію О. О. Альокіна, удосконалену В. К. Хільчевським та С. М. Курилом [2].

За результатами класифікації визначено, що однаковими для вод всіх водних об'єктів є лише клас, тип і підтип (вода гідрокарбонатного класу, першого типу, підтипу *а*). Підтип *а* вод вказує на те, що внесок класоутворювального аніону (гідрокарбонату) становить більше 75 %-екв. Спільним також є те, що всі води були прісними (мінералізація вод була в межах 0,3-0,5 г/дм^3). Проте, група і загальна твердість значно відрізняються.

Річкові води належали: 16.08.2018 р. – до кальцієво-натрієвої групи з твердістю 4 ммоль/дм^3; 25.11.2018 р. – до кальцієво-магнієвої групи з твердістю 5 ммоль/дм^3.

Озерні води належали: 16.08.2018 р. – до кальцієво-натрієвої групи з твердістю 4 ммоль/дм^3; 25.11.2018 р. – до кальцієво-натрієво-магнієвої групи з твердістю 7 ммоль/дм^3.

Води в каналі (від м. Біляївка до р. Турунчук) належали: 16.08.2018 р. – до кальцієво-натрієвої групи з твердістю 4 ммоль/дм^3; 25.11.2018 р. – до кальцієво-магнієвої групи з твердістю 5 ммоль/дм^3 (з боку р. Турунчук) і до натрієво-кальцієво-магнієвої групи з твердістю 7 ммоль/дм^3 (з сторони м. Біляївка).

Наявність в групі двох або трьох головних катіонів пояснюється тим, що вміст у воді кожного з цих іонів в еквівалентній формі є більше 25 %-екв.

Збільшення загальної твердості вод (на 2-3 ммоль/дм^3) та поява магнію у групі води пояснюється зменшенням витрат води за серпень-листопад 2018 р. в 3 рази (з 158 до 54,2 м^3/с – на р. Турунчук, з 276 до 90,2 м^3/с – на р. Дністер), що призвело до збільшення частки твердих підземних вод (з підвищеним вмістом кальцію та магнію) у складі річкових вод. В озерних водах наявність в групі аж трьох катіонів вказує на слабкий водообмін між озерами і р. Турунчук, а домінування натрію над кальцієм і магнієм у воді каналу з сторони м. Біляївка пояснюється обмінними реакціями між кальцієм вод і натрієм у донних відкладеннях, що вказує на дуже слабкий водообмін і застій води на даній ділянці каналу.

Екологічна оцінка якості води здійснювалась згідно з «Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка є чинним міжвідомчим керівним нормативним документом, затвердженим наказом Мінекобезпеки України № 44 від 31.03.1998 р. [3].

Нижче наведено аналіз основних результатів орієнтовної екологічної оцінки якості води в каналі (від м. Біляївка до р. Турунчук), озерах Саф'яни та Погоріле, річках Дністер і Турунчук у серпні та листопаді 2018 р.

Визначено, що забруднення вод компонентами сольового складу немає, а якість вод всіх водних об'єктів як за середніми, так і найгіршими величинами показників даного блоку, відповідає I-II класам, 1-3 категоріям, тобто за станом всі води є «відмінні» або «дуже добрі» та «добрі», а за ступенем їх чистоти – «дуже чисті» або «чисті» та «досить чисті». Також

відсутнє забруднення вод за рахунок фторидів, які належать до блоку специфічних показників токсичної та радіаційної дії. Значення індексів якості вод за цим блоком відповідають І класу, 1 категорії, тому води за станом є «відмінні», а за ступенем їх чистоти – «дуже чисті». Однак, результати обчислень в межах блоку трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників якості вод указують на значне забруднення вод деякими сполуками азоту (головним чином, нітритами, в окремих випадках – нітратами).

Зауважимо, що значне забруднення вод азотом нітритним характерне для всіх досліджених водних об'єктів, як в літку, так і восени. Інколи дуже погана якість води також пов'язана з майже відсутністю у воді розчиненого кисню (наприклад, 16.08.2018 р. на ділянці каналу з сторони м. Біляївка), що також свідчить про забруднення води біогенними речовинами органічного походження. Інші гідрохімічні та гідрофізичні показники 2-го блоку відповідають І-ІІІ класам, 1-4 категоріям, тому, в середньому, води за станом є «добрі», а за ступенем їх чистоти – «досить чисті» (ІІ клас, 3 категорія).

В підсумку слід зазначити, що екологічний (інтегральний) індекс якості вод всіх досліджених ОДЕКУ водних об'єктів нижньої течії Дністра у серпні та листопаді 2018 р. за середніми значеннями показників відповідав ІІ класу, 2 категорії. За станом води оцінюються як «дуже добрі», за ступенем їх чистоти – як «чисті», за трофністю є «мезотрофні», за сапробністю – «α-олігосапробні». Однак, за найгіршими значеннями показників екологічний стан відповідає V класу, 7 категорії, отже за станом води характеризуються як «дуже погані», за ступенем їх забрудненості – «дуже брудні», за трофністю є «гіпертрофні», за сапробністю – «полісапробні».

Список літератури

1. Оцінка екологічного стану каналу (від м. Біляївка до річки Турунчук) і проток, які розташовані на території Біляївської об'єднаної територіальної громади та розробка рекомендацій з поліпшення їх стану в майбутньому (остаточний) / Од. держ. екол. ун-т; наук. керів. Н. С. Лобода. № держреєстрації № 0118U002392, Одеса, 2018. 139 с. ***2.*** *Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С.М.* Основи гідрохімії: Підручник. К.: Ніка-Центр, 2012. 312 с. ***3.*** *Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін*. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. К.: Символ-Т, 1998. 28 с.

УДК 556.55

Даус М. Є.
Одеський національний морський університет, м. Одеса

ВПЛИВ ВОДНОСТІ НА ЯКІСТЬ ВОДИ У БАСЕЙНІ РІЧКИ ПРИП'ЯТЬ

У сучасних умовах формування хімічного складу, рівня забрудненості практично всіх річкових вод в межах України визначається складним і багатогранним комплексом природних та антропогенних чинників. Найважливішу роль у цих процесах відіграють гідрологічний режим річок, особливості фізико-географічних, геологічних та гідрогеологічних умов у різних частинах їх басейнів, характер і співвідношення промислового і сільськогосподарського виробництва тощо [1]. Динаміка якості води характеризується змінами хімічного складу води річки у часі, проявляється у вигляді багаторічних, сезонних коливань концентрації компонентів хімічного складу і показників фізичних властивостей води, рівня забрудненості води тощо [2].

Якість води розраховувалася за гідрохімічними показниками на основі комплексної екологічної класифікації якості поверхневих вод суші [3] за середніми значеннями. Зазначені блокові індекси отримані для кожної гідрологічної фази – зимової межені, весняної повені і літньо-осінньої межені – протягом періодів 1990-1994, 1995-2000, 2001-2005, 2006-2010, 2011-2015 рр. Для оцінки якості води річок басейну Прип'яті за багаторічний період спостережень приймалися дані постів моніторингу гідрометеорологічної служби України (на теперішній час Державної служби надзвичайних ситуацій України), де проводяться спостереження за гідрологічним режимом та гідрохімічними показниками води.

Під час весняної повені та дощових паводків у літньо-осінній період об'єм водного

стоку притоків Прип'яті є найбільшим, що спричиняє розбавлення розчинених у воді сполук. В свою чергу снігове живлення також сприяє малій мінералізації річкової води з перевагою гідрокарбонатних іонів та іонів кальцію. Це пояснюється тим, що ґрунт під сніговим покривом звичайно промерзлий і тому талі води не можуть надто збагачуватися розчиненими солями, вимиваючи лише ті, які містяться у поверхневому шарі ґрунту [4]. Відповідно мінералізація води під час весняної повені залежить від часу танення снігового покриву, його потужності та характеру погоди перед випаданням снігу. Якщо осінь була сухою, то в результаті випаровування і вивітрювання поблизу поверхні накопичуються різні солі, а при дощовій осені ґрунти, навпаки, стають біднішими на них.

Дощове живлення залежно від його інтенсивності й утворення поверхневого стоку теж зумовлює малу мінералізацію річкової води, втім вищу, ніж при сніговому живленні [2].

Підземні води, як правило чинять вагомий вплив на хімічний склад води річок басейну Прип'яті в меженні періоди, коли створюються найсприятливіші умови для розвантаження водоносних горизонтів у русла річок. Вони мають підвищену мінералізацію і їм властивий різноманітний хімічний склад, зумовлений гідрогеологічними особливостями окремих локальних регіонів. Це сприяє підвищенню мінералізації річкової води в даний період та утворенню більш високих концентрацій головних іонів [2].

Також, в умовах нинішніх глобальних кліматичних змін, які інтенсифікувалися з 90-х років XX ст. [5]-[7], відбулися зміни у перерозподілі водного стоку рівнинних річок України у бік збільшення меженної складової та зменшення стоку весняного водопілля, що зумовлено підвищенням температури повітря зимового періоду. Так, у Сумській, Чернігівській, Київській, Житомирській, Рівненській областях за останні 30 років цей показник зріс більш ніж на 2˚С [5], [6]. «У зв'язку з цим складається ситуація, коли атмосферні опади не утримуються на водозборі, а інфільтруються в розташовані нижче горизонти, а потім з латеральним стоком надходять у руслову мережу річок» [7].

Дослідження показують, що всі перераховані чинники призводять до зміни гідрохімічних показників у сучасний період та вирівнюванні блокових I_1, I_2, I_3 та інтегрального I_E екологічних індексів [3] для кожної з гідрологічних фаз річок басейну Прип'яті за середніми значеннями.

У басейні р. Прип'ять у періоди весняного водопілля, зимової та літньо-осінньої межені значення блокових індексів I_1 за критеріями забруднення компонентами сольового складу у 85 % випадків склали 1,0 – 1,3, тобто води I класу (1 категорії) – відмінні за станом та дуже чисті за ступенем чистоти, у інших випадках величини I_1 становили 1,7 – 2,3, тобто води II класу (2 категорії) – дуже добрі за станом, чисті за ступенем чистоти.

Такі випадки зустрічаються у 1990-1994 рр. на постах Прип'ять-с. Річиця, Случ - м. Сарни, Уборть - с. Перга (табл. 3.1).

Значення блокових індексів I_2 за еколого-санітарними критеріями у суббасейні р. Прип'ять у 75 % випадків у періоди весняного водопілля, зимової та літньо-осінньої межені склали 2,9 – 3,5, тобто води II класу (3 категорії) – добрі за станом та досить чисті за ступенем чистоти. У інших випадках величини I_2 становили 3,6 – 4,0, тобто води III класу (4 категорії) – задовільні за станом та забруднені за ступенем забрудненості (чистоти) – такі випадки зустрічаються у 1990-1994 роках і у 1995–2000 роках на постах Тур'я – м. Ковель, Случ - м. Сарни, Уборть - с. Перга (табл. 3.1). Також у періоди межені спостерігається погіршення якості води до III класу (4 категорії) на посту Стир - м. Луцьк у 1990-1994 рр.і у 1995 – 2000 роках та Случ - м. Сарни з 2001 по 2015 рр. (на даних постах у досліджувані періоди відмічалося покращення якості води під час весняної повені).

Значення блокового індексу I_3 за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії досягає найбільших значень 4,6 – 5,2 у 1990-1994 рр. – води III класу 5 категорії – посередні за станом, помірно забруднені за ступенем забрудненості на постах Тур'я – м. Ковель, Стохід – смт Любешів, Уборть - с. Перга незалежно від гідрологічної фази. На інших постах за ці ж роки величина індексу I_3 склала 3,8 – 4,5 – води III класу (4 категорії) – задовільні за станом та забруднені за ступенем забрудненості (чистоти). Продовж 1995–2015 рр. значення індексу I_3 поступово зменшуються на всіх постах до 2,5 – 3,5 – води II класу (3 категорії) – добрі за станом та досить чисті за ступенем чистоти.

За величиною інтегрального індексу I_E протягом 1990 – 2005 рр. незалежно від фази

водного режиму маємо води II класу (3 категорії), у 2006 – 2015 рр. – води II класу (2 категорії) на всіх постах, окрім посту Случ - м. Сарни, де клас якості води не змінювався.

Список літератури

1. Гідроекологічний стан басейну річки Рось / В.К. Хільчевський, С.М. Курило, С.С. Дубняк та ін.; за ред. В.К. Хільчевського. Київ : Ніка-Центр, 2009. 116 с. ***2.*** *Хильчевский В.К.* Гидролого-гидрохимическая характеристика минимального стока рек басейна Днепра. К.: Ника-Центр, 2007. 184 с. ***3.*** Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк та ін. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с. ***4.*** *Терещук О.І., Мовенко В.І.* Гідрологічний режим та екологічний стан р. Десна в межах Чернігівської області // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – європейський досвід». Вип. 10. Чернігів, 2014. С. 62-71. ***5.*** Шестое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата. К:. 2013. http://unfccc.int/files/ports/annex_i_natcom/sabmitted_natcom/application/pdf/6nc_v7_final_[1].pdf. ***6.*** *Осадчий В.І., Бабіченко В.М., Набиванець Ю.Б., Скрипник О.Я.* Динаміка температури повітря в Україні в період інструментальних метеорологічних спостережень. Київ : Ніка-Центр, 2013. 308 с. ***7.*** *Осадчий В.І.* Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін // За матеріалами наукової доповіді на засіданні Президії НАН України 31 травня 2017 року. ; ISSN 1027-3239. Вісник НАН України. 2017. № 8. С. 29-45.

УДК 556.166

Докус А.О.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

РАЙОНУВАННЯ БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ ЗА УМОВАМИ ФОРМУВАННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІЧОК

Однією з головних задач гідрології, що має теоретичне та практичне значення, є дослідження річкового стоку та його розподіл по території. Дослідження річкового стоку відбувається на основі даних гідрологічної та метеорологічної мережі спостережень в різних точках водозбору [1]. Проте вся інша територія, окрім пунктів виміру, залишається без наявності даних про характеристики розподілу і потребує застосування методів географічних та гідрологічних узагальнень та представлення розподілу річкового стоку по всій території басейну. Рішення цієї задачі можливе при побудові карт ізоліній (ліній рівних величин значень річного стоку) або виділенні гідрологічних районів зі сталими параметрами прогнозних або розрахункових схем.

Метою роботи є гідрологічне районування басейну Південного Бугу та малих річок між Дністром і Південним Бугом з виділенням районів та підрайонів з однотипними умовами формування весняних водопіль.

Для дослідження використані опубліковані дані по 24 діючих та 15 закритих гідрологічних постах басейну Південного Бугу та малих річок між Дністром і Південним Бугом станом на 2015 рік. Пости мають великий розкид площ водозборів – від 46200 км^2 (р. Південний Буг - смт Олександрівка) до 83,5 км^2 (р. Муса - жд.ст. Комрат).

Використані у роботі багаторічні дані спостережень можна віднести до двох груп [2]:

1) перша група – постійні фактори (гідрографічні характеристики річок та їх водозборів): широта φ в долях град п.ш.; площа водозборів, F, км^2; середня висота водозбору, $H_{сер}$, м; озерність (озера, водосховища, пруди), f_o, %; заболоченість водозборів, $f_б$, %; залісеність водозборів, $f_л$, %.

2) друга група – змінні фактори (характеристики максимального стоку весняного водопілля): тривалість схилового припливу тало-дощових вод, T_0, год; максимальні витрати води періоду весняного водопілля, Q_m, м^3/с; середньобагаторічний шар стоку періоду весняного водопілля, Y_0, мм.

Основні розрахунки при районуванні території були виконані при застосовані статистичного аналізу, модульних блоків «Факторний аналіз» та «Кластерний аналіз»

автоматичної системи «STATISTICA» [3]. Дана система призначена для аналізу, управління і візуалізації даних та розроблена на основі методів багатовимірного статистичного аналізу.

На першому етапі розрахунків було визначено величини дисперсії та кореляційної матриці. Трансформовану матрицю факторного відображення було розраховано при використанні модульного блоку «Факторний аналіз». Програмою було виділено чотири фактори, які відображають з якою вагою той чи інший фактор впливає на формування стоку в басейні та яким чином фактори пов'язані між собою.

Аналізуючи результати можна зробити наступні висновки:

1) *перший фактор* показує, що середньобагаторічні шари стоку періоду весняного водопілля залежать головним чином від географічної широти центрів водозборів, середньої висоти водозборів та їх заболоченості. На перший фактор припадає 42% сумарної дисперсії всіх факторів;

2) *другий фактор* показує тісний зв'язок між максимальними витратами води періоду весняного водопілля, площею водозборів, тривалістю схилового припливу тало-дощових вод та показує на зворотній зв'язок цих факторів з озерністю водозборів. На другий фактор припадає 22% сумарної дисперсії усіх факторів;

3) *третій фактор* показує зв'язок залісеності водозборів з тривалістю схилового припливу тало-дощових вод. На третій фактор припадає 12% сумарної дисперсії усіх факторів;

4) *четвертий фактор* характеризує зв'язок озерності та заболоченості водозборів з середньобагаторічним шаром стоку періоду весняного водопілля та тривалістю схилового припливу тало-дощових вод та зворотній зв'язок з максимальними витратами води періоду весняного водопілля та площею водозборів. На четвертий фактор припадає 11% сумарної дисперсії усіх факторів.

Так як перший та другий фактори описують 64% загальної дисперсії предикторів, було побудовано графік, вісі якого представляють ці два фактори. Виходячи з вищезазначеного, головними чинниками формування весняного стоку, а саме середньобагаторічного шару стоку річок басейну Південного Бугу є: географічна широта центрів водозборів, середня висота та заболоченість водозборів. Районування території виконано на основі встановлених головних факторів.

Наступним етапом дослідження був аналіз просторового розподілу умов формування весняного стоку по території басейну Південного Бугу та виділення окремих гідрологічних районів та підрайонів. Дана задача була вирішена при використанні модульного блоку «Кластерний аналіз» системи «STATISTICA» [3]. Головні чинники формування весняного стоку по 39 гідрологічним постам у вигляді транспонованої матриці було об'єднано за допомогою алгоритму деревоподібної кластеризації – дендрограми.

Отримана дендрограма дозволила простежити утворення груп, які собою формують окремий гідрологічний район та підрайон. Опрацьовані дані сформовано у вигляді ієрархічної структури районів басейну Південного Бугу та малих річок між Дністром і Південним Бугом за умовами формування весняного водопілля річок.

В результаті районування басейну було виділено два гідрологічних райони з підрайонами (район I та II з підрайонами IIа, IIб, IIв). Перший район охоплює територію від витоку до пункту – р. Південний Буг-с.Тростянчик. Нижче по течії і до гирла річки територія охоплює другий район, який поділився на три підрайони. Виконане районування добре узгоджується з ландшафтно-географічним районуванням території України автора [2] та сучасними гідрологічними районуваннями, виконаними авторами [4-7]. Отже, в подальшому при розробці методики територіального довгострокового прогнозу характеристик весняного стоку річок для кожного району будуть узагальнюватися значення параметрів прогнозної та розрахункової схем. Слід зазначити, що дане районування дещо відрізняється від попереднього галузевого-прикладного районування рівнинної території України при довгостроковому прогнозуванні характеристик весняного водопілля рівнинних річок України, виконаного за даними по 2000 рік [8]. Сучасні дані дозволили уточнити межі існуючих районів та виділити нові підрайони в басейнах р. Південний Буг та малих річок між Дністром і Південним Бугом.

Список літератури

1. World Meteorological Organization. Guide to Hydrological Practices, Fifth Edition, TD No.168, 1994. ***2.*** *Гребінь В.В.* Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с. ***3.*** STATISTICA. Режим доступу: http://www.statsoft.com/. USA. 2018 р. ***4.*** *Лобода Н.С.* Розрахунок та узагальнення характеристик річного стоку річок України в умовах антропогенного впливу: Монографія. Одеса: Екологія, 2005. 218 с. ***5.*** *Сербов Н.Г., Кирияк С.Г.* Застосування методів багатовимірного статистичного аналізу до гідрологічного районування (на прикладі річок рівнинної території України) // Вісник Одеського державного екологічного університету. Одеса, 2010. №9. С. 152-158. ***6.*** *Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф.* Гідрологічне районування території України за умовами формування річного стоку води на основі кривих Ендрюса // Український географічний журнал, 2016. № 3. С. 27-33. ***7.*** *Овчарук В.А.* Максимальний стік весняного водопілля річок України: розрахункові моделі та їх реалізація: дисертація на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук за спеціальністю 11.00.07, Одеса, 2018. ***8.*** *Шакірзанова Ж.Р.* Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України, Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

УДК 556.047

Жовнір В. В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

БАГАТОРІЧНІ КОЛИВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКУ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ В ПЕРІОД ЛІТНЬО-ОСІННЬОЇ МЕЖЕНІ

Численні дослідження, проведені в останні десятиліття на основі актуальних даних гідрометеорологічного моніторингу, переконливо свідчать про зміни клімату, що призводять до суттєвих змін водного режиму річок. З огляду на потепління, що вже відбулося і високу ймовірність продовження цієї тенденції в найближчі десятиліття, на перший план виходить проблема оцінки змін річкового стоку, тим більше, що забезпечення потреб водогосподарського і гідротехнічного проектування вимагає надійного визначення параметрів, що характеризують режим річкового стоку. Особлива увага звертається на розрахунки мінімального стоку.

Водний режим річки Південний Буг характеризується значною нерівномірністю розподілу стоку протягом року та по території басейну. Весною спостерігається пік водопілля, а в решту часу року - стійка низька межень, з незначним збільшенням водності восени та під час окремих зимових відлиг. Для басейну Південного Бугу, особливо у середній та нижній його частинах, характерною рисою є формування мінімальних витрат води протягом досить значного проміжку часу в літньо-осінню межень – від липня по жовтень включно, тобто протягом чотирьох місяців.

Впродовж останніх десятиліть річки басейну, як і інших річкових басейнів України, зазнають впливу кліматичних змін, що проявляються не тільки в зміні параметрів весняного водопілля, а й у посиленні посушливих явищ в літньо-осінній період, наслідком яких є посилення нерівномірності внутрішньорічного стоку.

Значна нерівномірність внутрішньорічного розподілу стоку річок басейну обумовила необхідність його регулювання шляхом створення водосховищ і ставків. Характерною особливістю басейну Південного Бугу, що виділяє його з поміж інших великих річок України є дуже велика його зарегульованість. В басейні створено понад 10 тисяч штучних водойм (9877 ставків та 187 водосховищ); сумарний їх об’єм понад 1,5 км^3, що практично дорівнює стоку річки в маловодний рік 95% забезпеченості. На самій річці Південний Буг побудовано 16 водосховищ місткістю 316 млн. м^3, які використовуються для потреб гідроенергетики, водопостачання та рекреації.

Зазначені вище чинники обумовлюють необхідність детального аналізу багаторічних коливань мінімального стоку річок басейну в період літньо-осінньої межені у зв’язку із змінами кліматичних характеристик.

Для аналізу використано дані 22 гідрологічних постів, що діють на річках басейну на даний час (01.01.2019 р.) та на яких здійснюються виміри витрат води. Переважна більшість

постів (понад 86%) мають тривалість періоду спостережень за стоком води, що перевищує 60 років. Для аналізу коливань кліматичних характеристик (температури повітря та кількості атмосферних опадів) використано дані 19 метеорологічних станцій (м/с), розташованих в межах басейну або поруч з ними. Ряди спостережень за температурою повітря мають тривалість з 1881 по 2017 рр. Винятковим за тривалістю є ряд по м/с Миколаїв – з 1825 по 2017 р. Меншу тривалість мають ряди спостережень за кількістю атмосферних опадів – переважно, з 1936 по 2017 рр., хоча по окремих м/с (Миколаїв, Кропівницький, Умань) маємо ряди спостережень за атмосферними опадами від 80-90 рр. XIX століття до 2017 р. Аналіз багаторічних коливань температури повітря та кількості атмосферних опадів, а також стокових характеристик здійснено за період літньо-осінньої межені (5-10 місяці року). Часові межі вказаної фази водного режиму річок басейну визначено нами у попередніх дослідженнях.

Різницева інтегральна крива, побудована на основі унікального, 193-річного, ряду спостережень за температурою повітря по м/с Миколаїв дає змогу виділити окремі фази зростання (зниження) температури повітря за період літньо-осінньої межені. Зокрема, достатньо чітко виділяється період 1839-1875 рр. з додатними відхиленнями від норми. Він змінився досить прохолодним періодом 1876-1888 рр., а далі на графіку спостерігається своєрідна «полиця» (майже горизонтальний відрізок) з незначними коливаннями температури відносно середнього багаторічного значення. Тривалість цього періоду склала близько 20 років – з 1889 по 1909 рр. Надалі знов спостерігаємо доволі прохолодний період з 1910 по 1933 рік, який змінюється ще однією «полицею» - з 1934 по 1968 рр. Надалі – з 1969 по 1997 рр. маємо фазу зниження значень температури повітря періоду літньо-осінньої межені, яка змінилася фазою потепління (з 1998 р.), що триває і донині. Аналогічні фази виділяються і при аналізі кривих, побудованих за даними інших м/с басейну, що мають коротші ряди спостережень.

Аналіз різницевих інтегральних кривих коливань сум атмосферних опадів за період літньо-осінньої межені дає підставу виділити «вологі» та «посушливі» фази. Зокрема, «посушлива» фаза спостерігалася з 30-х років XX століття до 1967 (69) рр., залежно від м/с. Вона змінилася «вологою» фазою, що тривала від кінця 1960-х років до початку 2000-х. Перехід до наступної «посушливої» фази, що триває на території басейну донині, відбувся (на більшій частині басейну) у 2011-2012 рр. Для північно-східної частини басейну перехід до сучасної «посушливої» фази відбувся раніше – у 2005-2006 рр.

Оцінка взаємозв’язку середньої за теплий період (5-10 місяці) температури повітря та величини стоку за той же період, виконана через їхні середньозважені для території басейну значення показала доволі незначну залежність між даними величинами (певне зниження величини стоку із зростанням температури повітря відбувається, але коефіцієнт апроксимації (R^2) становить лише 0,02. Подібний зв'язок між сумою опадів та стоком за той же самий теплий період є значно тіснішим (R^2=0,39).

Доволі тісним є зв'язок для річок басейну Південного Бугу між величиною стоку за теплий період року та величиною річного стоку (R^2=0,38). Зазвичай (для рівнинних річок України) приймається, що величина річного стоку визначається величиною стоку весняного водопілля. Тісноту зв’язку в нашому випадку можна пояснити великою зарегульованістю басейну, що призводить до акумуляції значної частини об’єму весняного водопілля (величина якого в останні десятиліття має тенденцію до зменшення) у водосховищах та ставках басейну з наступним їх спрацюванням в теплий період року для задоволення водогосподарських потреб. Ще більш тісним є взаємозв’язок для річок басейну між величиною стоку за теплий період року та величиною стоку за літній сезон (R^2=0,87). Саме стік літнього сезону визначає загальну величину стоку за теплий період року. Наприкінці літньо-осінньої межені (вересень-жовтень) відбувається природне виснаження вологозапасів в межах басейну, що обумовлює (як правило) формування мінімальних 30-ти денних та мінімальних добових витрат води на річках басейну саме в цей період року.

Аналіз багаторічних коливань стоку літньо-осіннього періоду на річках басейну, здійснений за допомогою побудованих різницевих інтегральних кривих, дозволив визначити їхню подібність до аналогічних кривих, побудованих за даними про середньорічні витрати води. Це є логічним, враховуючи наведені вище коефіцієнти апроксимації зв’язків

між даними характеристиками. Наявні ряди спостережень, найдовшими з яких є: р. Південний Буг – смт Олександрівка (з 1914 р.) та р. Рів – с. Демидівка (з 1916 р.), дозволяють виділити дві основні фази у багаторічних коливаннях стоку теплого періоду року на річках басейну: фазу «пониженого» стоку (від початку спостережень до 1964 р.) та фазу «підвищеного» стоку (з 1965 по 2006 р.). На тлі останньої виділяється відносно короткочасна фаза «пониженого» стоку з 1986 по 1995 рр. Натомість у сучасний період (з 2007 р.) на річках басейну чітко спостерігається нова фаза «пониженого» стоку літньо-осінньої межені, що триває донині.

УДК 556.531.504.453

Забокрицька М. Р., Нетробчук І.М.
Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки; м. Луцьк

ПРОСТОРОВА-ЧАСОВА ДИНАМІКИ ЯКОСТІ ВОДИ Р.СТИР В МЕЖАХ МІСТА ЛУЦЬКА

Гідрографічну мережу м. Луцька формує річкова мережа р. Стир з її притоками – малими річками Сапалаївка, Омеляник та Жидувка.

Екологічна оцінка якості води р. Стир в межах міста Луцька виконувалася відповідно до, офіційно прийнятого в Україні (1998 р.), міжвідомчого керівного нормативного документу “Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями”.

Критеріальною основою даної методики є система екологічних класифікацій, що ґрунтуються на основі трьох блоків показників: сольового складу води (I_1); еколого-санітарні показники води (I_2); специфічні речовини води токсичної дії (I_3). В цілому, екологічна оцінка полягає: *по-перше*, у визначенні блокових індексів якості води для кожного з трьох блоків (I_1, I_2, I_3); *по-друге*, у виконанні об’єднаної екологічної оцінки якості води за допомогою інтегрального екологічного індексу (I_E) (обчислюється як середнє з суми $I_1+I_2+I_3$), *по-третє*, за допомогою цих індекс визначається приналежність вод до певного класу та категорії якості вод з використанням екологічних класифікацій за критеріями сольового складу води, еколого-санітарними та вмістом специфічних речовин токсичної дії.

Інформаційною основою виконаних досліджень слугували результати систематичних моніторингових спостережень відділу гідрології Волинського обласного центру з гідрометеорології за період з 2007 по 2016 рр. З метою оцінки якості води р. Стир в межах міста луцька були визначено 2 пункти спостереження за хімічним складом води р. Стир, які розміщені 1 км вище та 1,5 км нижче міста.

Згідно аналізу багаторічної просторово-часової динаміки середньорічних значень індексів блоку показників сольового складу води (I_1) якість води р. Стир, в обох пунктах спостереження за період з 2007 по 2016 рр., характеризувалася 1 категорією («відмінні» за станом, «дуже чисті» за ступенем чистоти) І класу якості вод (див. табл.).

Проте, в окремі роки (2014, 2016) значення сольового блоку, в обох пунктах спостереження, зростали (до 1,3), а це – 1(2) субкатегорієї І класу якості вод («відмінні» за станом, «дуже чисті» за ступенем чистоти), з тенденцією наближення до 2-ї категорії («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти) І класу якості вод. А у пункті спостереження, розміщеному 1,5 км нижче м. Луцька, у 2016 р. значення блокового індексу (I_1) було найвищим (1,6), а це – 2 категорія («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти) ІІ класу якості вод.

Аналіз даних таблиці щодо багаторічної просторово-часової динаміки середньорічних значень індексів блоку еколого-санітарних показників води (I_2), якість води р. Стир, в обох пунктах спостереження за період з 2007 по 2016 рр., в основному характеризувалася 3 категорією ІІ класу («добрі», за станом, «досить чисті» за ступенем чистоти) та 4 категорією ІІІ класу («задовільні», за станом, «слабко забруднені» за ступенем чистоти) якості вод. Адже значення даного блоку показників коливалися в межах: від 3,1 (2009; 2012; 2014 рр.) до 3,6 (2008; 2016 рр.) – у пункті спостереження 1 км вище міста, а у пункті спостереження 1,5 км нижче міста – від 2,6 (2008 р.) до 3,9 (2012 р.).

Аналіз багаторічної просторово-часової динаміки середньорічних значень індексів

блоку специфічних речовин токсичної дії (I_3), якість води р. Стир, в обох пунктах спостереження за період з 2007 по 2016 рр., в основному характеризувалася 2-3 категоріями «дуже добрі» - «добрі» за станом, «досить чисті» - «чисті» за ступенем чистоти) ІІ класу якості вод (див. табл.).

Таблиця **Просторо-часова динаміка якості води р. Стир в межах м. Луцька**, **згідно середньорічних значень блокових (I_1, I_2, I_3) та інтегрального (I_E) екологічних індексів**

Назва створу	Рік	Значення блокового індексу, I_1	Категорія якості води	Значення блокового індексу, I_2	Категорія якості води	Значення блокового індексу, I_3	Категорія якості води	Значення інтнгрального індексу, I_E	Категорія якості води
р. Стир - м. Луцьк, 1 км вище міста	2007	1	1	3,5	3	1,7	2	2	2
	2008	1	1	3,6	4	2	2	2,2	2
	2009	1	1	3,1	3	2,5	2	2,2	2
	2010	1	1	3,5	3	2	2	2,2	2
	2011	1	1	3,2	3	1,5	1	1,6	2
	2012	1	1	3,1	3	1,5	1	1,9	2
	2013	1	1	3,4	3	2	2	2,1	2
	2014	1,3	1	3,1	3	1,5	1	2	2
	2015	1	1	3,4	3	1,5	1	2	2
	2016	1,3	1	3,6	4	1,5	1	1,8	2
р. Стир – м. Луцьк, 1,5 км нижче міста	2007	1	I	3,7	4	1,8	2	2,2	2
	2008	1	1	2,6	3	3,2	3	2,3	2
	2009	1	1	3,8	4	3,1	3	2,7	3
	2010	1,3	1	3,8	4	2,2	2	2,4	2
	2011	1	1	3,4	3	2,5	2	2,3	2
	2012	1	1	3,9	4	2,2	2	2,4	2
	2013	1	1	3,6	4	3	3	2,5	2
	2014	1,3	1	3,1	3	2,2	2	2,2	2
	2015	1	1	3,5	3	3	3	2,5	2
	2016	1,6	2	3,6	4	2,5	2	2,6	3

Якість води р. Стир, згідно аналізу багаторічної просторово-часової динаміки середньорічних значень інтегрального екологічного індексу (I_E), в обох пунктах спостереження за період з 2007 по 2016 рр., в основному характеризувалася 2 категорії («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти) ІІ класу якості вод (див. табл.). Проте, у пункті спостереження, розміщеному 1,5 км нижче м. Луцька, в окремі роки (2007 та 2016) значення індексу (I_E) були вищими і становили відповідно 2,7 та 2,6, а це – 3 категорія («добрі» за станом, «чисті» за ступенем чистоти) ІІ класу якості вод.

Підсумовуючи результати вище проведеного аналізу за багаторічний період, слід зазначити, що у просторовому відношенні спостерігалася тенденція до незначного погіршення значень трьох блокових та інтегрального екологічного індексів якості води р. Стир у пункті спостереження – р. Стир, 1,5 км нижче міста Луцька.

Отже, основний вплив Луцька на якість води р. Стир – це скид близько 16 млн. м^3/рік (42 тис. м^3/добу) господарсько-побутових та промислових стічних вод після очищення на очисних спорудах каналізації комунального підприємства «Луцькводоканал» (цех насосних та очисних споруд каналізації), розташованих нижче міста на правому березі Стиру поблизу с. Липляни Ківерцівського району Волинської області. Установлена виробнича потужність очисних споруд 120 тис. м^3/добу. За даними лабораторних аналізів КП «Луцькводоканал», очисні споруди каналізації задовільно справляються з очищенням стічних вод, що надходять з міста.

Проте, водовідведення дощових стічних вод з території міста відбувається за допомогою дощової каналізації у найближчі водні об’єкти (зрештою у р. Стир) без очищення і без обліку, що безперечно впливає на погіршення якості води річки.

УДК 556.3:004.94

Кошляков О.Є., Диняк О.В., Кошлякова І.Є.
ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка

ПРИРОДНА ТА ТЕХНОГЕННА СКЛАДОВІ ЖИВЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ ВОД НА ТЕРРИТОРІЇ м. КИЄВА

Одним з провідних чинників формування ресурсів підземних вод є інтенсивність інфільтраційного живлення ґрунтових вод. На урбанізованих територіях визначення інтенсивності інфільтраційного живлення ґрунтових вод є доволі актуальною та складною задачею з практичної точки зору. Актуальність задачі обумовлена необхідністю вивчення динаміки обводнення ґрунтів, що пов'язано з оцінкою режиму підземних вод та перспективи розвитку або активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів: зсувів, карсту, селів, підтоплення, ерозії та ін. Складність задачі пов’язана, по-перше, з майже повною відсутністю відомостей про практичне визначення інтенсивності природного живлення (відомою є лише величина атмосферних опадів, а інтенсивність інфільтраційного живлення ґрунтових вод складає її частку), подруге, з наявністю техногенної складової такого живлення.

Процес інфільтрації атмосферних опадів на забудованих територіях суттєво відрізняється від природного, оскільки він пов’язаний з умовами закритості території, господарського використання, інженерної підготовки. Крім того, роль опадів у водному балансі території залежить від вбираючої здатності ґрунту, що часто має техногенний генезис.

На практиці інтенсивність інфільтраційного живлення ґрунтових вод урбанізованих територій визначається зазвичай з міркувань балансу. При цьому враховуються (за можливістю) наступні чинники: водообмін із поверхневими водотоками, водоймами та суміжними водоносними горизонтами (комплексами); втрати води з водогінних та каналізаційних комунікацій; конденсація вологи в ґрунті; підсипка території при будівництві; інфільтраційні втрати вод штучного поверхневого стоку; полив зелених насаджень; скид виробничих і господарських вод; відведення ґрунтових вод за допомогою дренажу; водозабір підземних вод тощо. Згадані чинники взаємопов’язані, а провідними з них вважаються втрати з водопровідних і каналізаційних мереж.

Ризик виникнення та подальшої активізації процесів штучної зміни умов живлення ґрунтових вод найбільш значний у великих містах з високою щільністю населення та джерел техногенного впливу.

Для території м. Києва на основі непрямої інформації (кількість атмосферних опадів, площа території міста, кількість мешканців, сумарне водопостачання та водовідведення, площа забудованої території, сумарні втрати з водогінних комунікацій, тощо) та за результатами математичного моделювання геофільтрації авторами визначені і обґрунтовані орієнтовні величини інтенсивності природного, техногенного та сумарного інфільтраційного живлення ґрунтових вод [1, 2]. Встановлено, що до 1970 р. природне живлення значно переважало техногенне (приблизно в 3 рази). Приблизно у 1985 році техногенне живлення зрівнялося з природним. Після 1980 року саме техногенний чинник визначає характер сумарної інтенсивності інфільтраційного живлення ґрунтових вод м. Києва, а техногенна складова вже перевищує природну (рис. 1).

Отже, за даними досліджень авторів тривалий антропогенний вплив на геологічне середовище м. Києва призвів до того, що інтенсивність техногенного інфільтраційного живлення ґрунтових вод зараз перевищує природну. Це викликало суттєве переформування структури живлення ґрунтових вод, що потенційно сприяє виникненню або активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів (підтоплення, зсуви тощо).

Результати дослідження зміни складових водного балансу в умовах антропогенного впливу вказує на необхідність подальшого вивчення та обов’язкового врахування величини техногенного інфільтраційного живлення при обґрунтуванні інженерного захисту територій та прийнятті управлінських рішень.

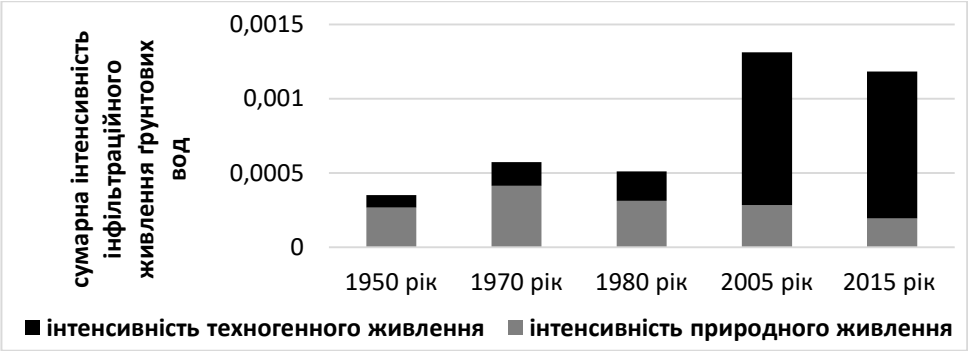


Рис.1. **Розподіл сумарної величини інтенсивності інфільтраційного живлення (м/д) на різні періоди часу для території м. Києва.**

Список літератури

1. *Кошляков О., Диняк О., Кошлякова І.* Техногенна складова інфільтраційного живлення ґрунтових вод як чинник змін гідрогеодинамічних умов на територіях ПМА. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. 2012. Вип. 59. С. 48–50. ***2.*** *Koshliakov O., Dyniak O., Koshliakova I.* Tehnogenic infiltration nutrition component under groundwater as a factor the emergence and activation of dangerous exogenous processes in industrial and city agglomerating territories. Abstract of XI International Scientific Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of Environment. Kyiv, 2017.

УДК 556.55

Куликівська І.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ ОЗЕРА КАГУЛ

Водні ресурси відіграють важливу роль для всіх живих організмів. На сьогоднішній день гостро стоїть проблема моніторингу, оцінювання і прогнозування стану та якості поверхневих вод України, зокрема озер. Це обумовлено особливостями різних видів водокористування, для яких необхідно забезпечити визначені вимоги до якості води в пунктах водозаборів та скидів стічних вод.

Метою даного дослідження є оцінка якості води одного з найбільших за площею озер України - озера Кагул за головними іонами (HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+), мінералізацією води (**Σ**і), газовим складом, біогенними компонентами і забруднювальними речовинами органічного та неорганічного походження [3]. Дану розробку виконано в рамках студентської наукової роботи на кафедрі гідрології та гідроекології географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка під керівництвом доктора географічних наук, професора В.К. Хільчевського.

Використані дані про якість поверхневих вод суші з архіву Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Кагул - заплавне озеро в пониззі Дунаю, розташоване в Одеській області. Площа озера має сезонні коливання і становить від 82 до 93,5 км². Ширина озера – від 2 до 11 км, довжина - 18 км. Максимальна глибина - 7 м, середня - 1,5 - 2 м. Південна частина озера широка, північна - вузька, витягнута.

Невелика (близько 1 км) ділянка північного узбережжя озера знаходиться на території Молдови. На цій ділянці розташована водонапірна станція, яка слугує для подачі озерної води на зрошення полів поблизу молдовських міст Кагул і Джурджулешти.

У сучасний період гідрохімічних досліджень розроблено багато різноманітних методик оцінки якості води. Класифікації засновані на різних принципах, які мають різне практичне значення і застосування. Всеосяжної і універсальної класифікації, звісно ж, немає.

Виділяється низка способів оцінювання ступеню забрудненості води за допомогою

одного узагальненого показника (індексу забрудненості І), який дорівнює середньому арифметичному відношенню:

$$I_3 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{1}^{n} \frac{C_i}{ГДК_i} \quad (1)$$

де C_i – фактична концентрація і-го хімічного показника; $ГДК_i$ – гранично допустима концентрація і-го хімічного компонента; n – кількість інгредієнтів.

На цій основі розроблено «Методику…» з визначення комплексного екологічного індексу I_e якості вод [2]. Вирізняють наступні блоки показників, що використовуються при визначенні індексу I_e: I_1 (гідрохімічний) – блок сольового складу, який включає мінералізацію води, вміст сульфатів та хлоридів; I_2 (трофосапробіологічний) – блок екологосанітарних характеристик, що включає вміст завислих речовин (ЗР), ХСК, БСК$_5$, O_2, азот амонійний, нітратний, нітритний, фосфати, біомасу фітопланктону, індекс сапробності; I_3 (токсикологічний) – блок специфічних характеристик токсичної та радіаційної дії (Cu, Cr, Mn, Zn, Ni, феноли, тощо). Визначення інтегрального екологічного індексу I_e відбувається наступним чином (за максимальними значеннями для кожного складника):

$$I_e = (I_1 + I_2 + I_3)/3 \quad (2)$$

Стан гідроекосистем залежно від значення I_e в екологічній класифікації виглядає наступним чином (табл. 1).

Таблиця 1. **Стан гідроекосистем залежно від значення Ie** [1]

Клас	Межі показників I_e	Стан гідроекосистеми
I	<1,0	еталон - природні сукцесії ГДК
II	<3,0	добрий - розхитування системи
III	<8,0	задовільний - випадання окремих видів
IV	<21,0	перехідний - порушення трофічних зв'язків
V	>21,0	стан незадовільний – колапс, екологічна криза

Екологічна класифікація якості поверхневих вод України побудована за екосистемним принципом. Необхідна повнота й об'єктивність характеристики якості поверхневих вод досягається набором показників, які всебічно відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем.

Узагальнений показник «ступінь забрудненості води» для озера Кагул, показує, що його значення коливались в межах 0,84 - 1,46, тобто стан змінювався від І-го класу, «еталонного», у якому спостерігаються природні сукцесії ГДК до ІІ-го «доброго», з розхитування системи. В середньому за рік ступінь забрудненості води в озері Кагул становить 1,19, що показує «добрий» стан.

Оцінювання якості води та хімічного складу озера Кагул за даними гідропоста у с. Нагірне за 2016 р. показали, що протягом року мінералізація коливалась в межах 455 мг/дм^3 – 636 мг/дм^3. Ці дані близькі до отриманих у роботі [4], а саме в середньому за 2010 – 2014 рр. становила 441 мг/дм^3. В цьому ж досліджені виявлено, що мінералізація зростає з кожним роком, тому це пояснює дещо більші значення, отримані в 2016 р. Відповідно, вода озера є помірно прісною за класифікацією В.К. Хільчевського (2003 р.) [3].

Вивчаючи виміряні на гідропосту показники та порівнюючи їх з ГДК, можна дійти висновків, що допустимі значення перевищує кількість завислих речовин (ЗР) протягом всього року. Зокрема значення ЗР коливаються у межах 5,50 мг/дм^3 (у зимовий період) та 64,8 мг/дм^3 (навесні) при ГДК ЗР у водних об'єктах господарсько-питного водопостачання - 0,25 мг/дм^3. Це можна пояснити тим, що дно озера вкрите шаром мулу, а на мілководді – піщане. Тому з донних відкладів мулові частки легко переходять в завислий стан. Однією з причин є те що глибини зрідка є більшими за 2 м. Також межі ГДК перевищують концентрації фенолів, які сягають значення 0,004 мг/дм^3 (07.05.2016 р.) при ГДК = 0,001 мг/дм^3. Причиною цьому можуть бути скиди стічних вод та недостатній рівень їх очищення.

Згідно «Методики екологічної оцінки…» [2] за мінералізацією вода оз. Кагул належить до 4-ої гідрохімічної області Східного Лісостепу і Степу та відноситься до І класу та 1-ої категорії якості вод. Відповідно до класифікації за вмістом SO_4^{2-} Кагул належить до гідрохімічної області Північного сходу Степу, Приазов'я та Причорномор'я і з середнім значенням 77,83 мг/дм^3

належить до І класу та 1-ої категорії якості вод. За характеристикою Cl^- - до гідрохімічної області Приазов'я, Причорномор'я та центр східного Степу і належить до І класу та 1-ої категорії якості вод (175,75 мг/дм^3).

Отже, підводячи підсумок можна сказати, що вода в озері Кагул придатна для використання у більшості галузей водокористування.

Список літератури

1. *Гриб Й.В. О* периодичности характеристик в экологической классификации качества поверхностных вод. Гидробиологический журн., 2003. № 3. С. 38-43. ***2.*** Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / *В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксіюк* та ін. К.: Символ, 1998. 28 с. ***3.*** *Хільчевський В.К., Осадчий В.І., Курило С.М.* Основи гідрохімії. К. : Ніка-Центр, 2012. 312 с. ***4.*** *Кічук, Н.С., Шакірзанова Ж.Р., Медведєва Ю.С.* Формування гідрохімічного режиму та оцінка якості води у Придунайських озерах. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2016. Т. 3(42). С. 56-63.

УДК 556.5

Кущенко Л.В., Гопцій М.В., Тодорова О.І., Прокоф'єв О.М.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

ГІДРОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК В ЗОНІ НЕДОСТАТНЬОЇ ВОДНОСТІ УКРАЇНИ ЗА СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

За дослідженнями провідних світових експертів та вітчизняних вчених сучасні зміни основних метеорологічних характеристик (температури повітря та опадів) можуть бути настільки значними, що приведуть до суттєвих перетворень гідрологічного циклу, кількості водних ресурсів, їх розподілу в часі і по території. В останні роки відзначається тенденція до збільшення стоку річок у маловодні роки, зростання меженного стоку та зменшення максимальних витрат в період повеней. Ймовірний перерозподіл екстремальних характеристик річкового стоку і їх мінливість не можна не враховувати при розробці планів комплексного використання і охорони водних ресурсів в перспективі у майбутньому.

В даному дослідженні розглядається зона недостатньої водності, яка практично відповідає степовій зоні України. На території цієї зони протікають річки, що належать до басейну нижньої течії Дністра, Дніпра, Південного Бугу та Сіверського Дінця.

Цикли багаторічних коливань меженного стоку річок досліджуваного регіону характеризуються чергуванням маловодних та багатоводних групувань різної тривалості та різної величини відхилення від середнього значення стоку за багаторічний період. Дослідження динаміки багаторічних коливань стоку передбачає не лише аналіз їхньої циклічності, а й таких важливих сторін як синхронність або асинхронність, синфазність або асинфазність.

Для аналізу мінімального стоку в зоні недостатньої водності України використана багаторічна інформація про мінімальні витрати води у період відкритого русла та зимовий період зі стійким льодовим покривом та мінімальні середні витрати води за рік з нестійким льодовим покривом по 46 водозборах.

Тривалість спостережень (з перервами) на постах досліджуваної території досить різна і варіюється від 40 до 101 років. Найдовший (і найбільш повний) ряд спостережень має гідрологічний пост Південний Буг – смт Олександрівка. Для всіх пунктів спостережень було зібрано дані по 2015 рік включно.

В результаті перевірки на однорідність часових рядів 30-добових витрат води за періоди відкритого русла і зимовий (по 40 гідрологічних постів) та витрати води за рік з нестійким льодовим покривом (6 гідрологічних постів) на рівнях значущості P=1% та P=5% за трьома критеріями значущості Фішера, Стьюдента, та Вілкоксона, яка передувала їх статистичній обробці, виявлено, що у більшості випадків характеристики мінімального стоку неоднорідні у часі.

З метою виявлення причин неоднорідності побудовані хронологічні графіки ходу

досліджуваних величин та досліджені можливі часові тренди. Практично у всіх випадках (як для літньої так й для зимової межені) наявні значущі додатні тренди (рис.1), які свідчать про внутрішньорічний перерозподілу стоку, а саме збільшення стоку у межінь.

Для обґрунтування можливості застосування статистичних методів, побудовані різницеві інтегральні криві (рис. 2-4) для часових рядів спостережень за мінімальним стоком річок зони недостатньої водності України.

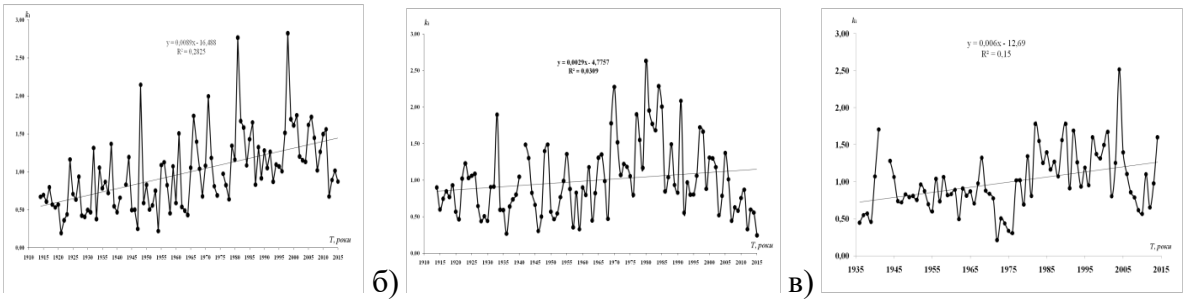


Рис.1. **Хронологічний графік ходу мінімальних витрат води зі стійким льодовим покривом р. Південний Буг – смт Олександрівка за зимовий період (а) і період відкритого русла (б) та для р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ з нестійким льодовим покривом (в)**

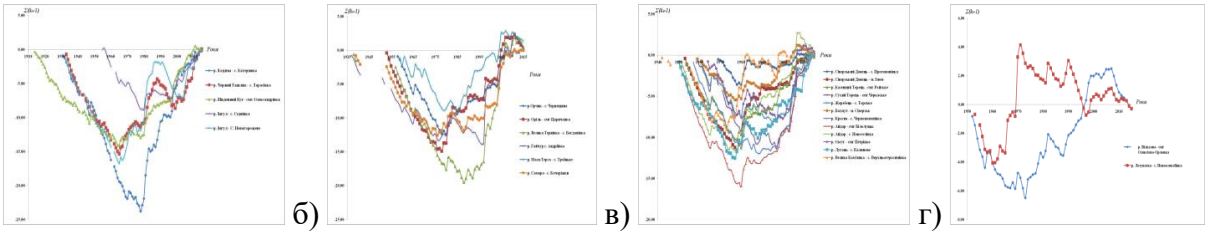


Рис. 2. **Різницеві інтегральні криві мінімальних витрат води за зимовий період: а) басейн Південного Бугу; б) суббасейн Нижнього Дніпра; в) суббасейн Сіверського Дінця; г) басейн річок Приазов'я**

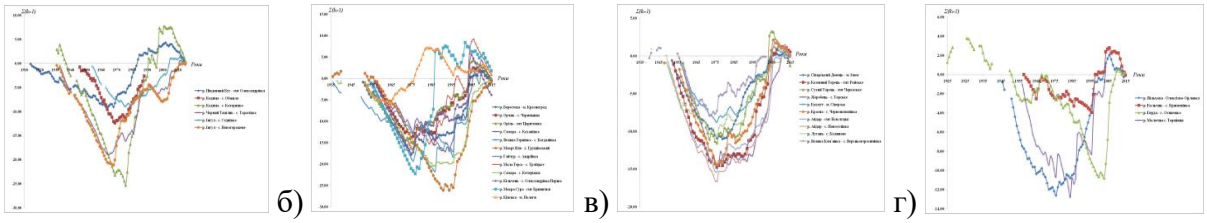


Рис. 3. **Різницеві інтегральні криві мінімальних витрат води за період відкритого русла а) басейн Південного Бугу; б) суббасейн Нижнього Дніпра; в) суббасейн Сіверського Дінця; г) басейн річок Приазов'я**

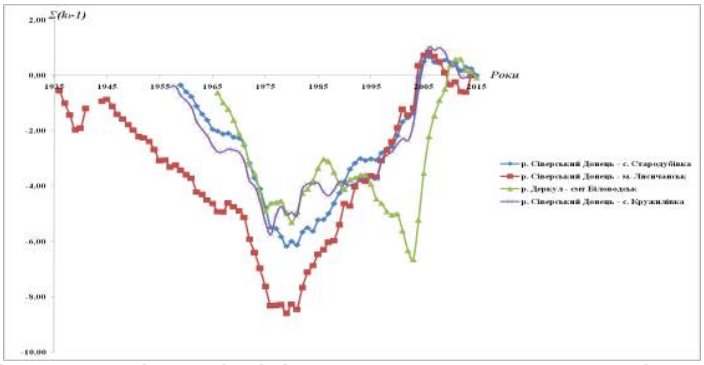


Рис. 4. **Різницеві інтегральні криві мінімальних витрат води на гідрологічних постах з нестійким льодоставом**

Аналіз РІК показав, що для всіх річок спостерігається повний цикл коливання водності, які синхронні в межах суббасейнів проте виявлені випадки асинхронних коливань, причина яких буде досліджена у подальшому. Також слід відмітити, що в межах суббасейнів не

завжди панує однакова фаза водності як у період відкритого русла, так і у зимовий період. В цілому на більшості розглянутих водозборах відмічається настання багатоводної фази водності починаючи з 2000-х років, за винятком басейну Південного Бугу у зимовий період.

Задачею подальших досліджень є дослідження можливих трендів у коливаннях температури повітря та опадів на розглядуваній території з метою підтвердження припущення щодо впливу змін клімату на меженний режим річок України в зоні недостатньої водності.

УДК 556.16

Лобода Н.С., Гопченко Е.Д., Божок Ю.В., Козлов М.А.
Одесский государственный экологический университет, Одесса

МОДЕЛЬ “КЛИМАТ-СТОК” В РАСЧЕТАХ И ПРОГНОЗАХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

В Одесском государственном экологическом университете под руководством профессоров Гопченко Е.Д. и Лободы Н.С. еще с 80-х годов прошедшего столетия разрабатывалась и в дальнейшем совершенствовалась модель “климат-сток”. Модель описывает водосбор как динамическую систему, подверженную внутренним (водохозяйственные преобразования) и внешним (изменения климата) воздействиям. Динамика развития природной системы, которой является водосбор реки, описывалась в виде цепи «климат – подстилающая поверхность – естественный сток – водохозяйственные преобразования – бытовой сток» [1,2]. В модели процесс формирования годового стока рассматривается, в первую очередь, в связи с климатическими условиями, определяемыми атмосферными процессами макромасштаба, с дальнейшим переходом к процессам мезомасштаба, обусловленным воздействием естественных и искусственных (имеющих антропогенное происхождение) внутрибассейновых факторов.

Математическая модель включает в себя два основных блока. В первом блоке выполняется моделирование естественного (ненарушенного хозяйственной деятельностью) стока на базе метеорологических данных (как наблюденных, так и приведенных в климатических сценариях) с использованием уравнений водно-теплового баланса. Во втором блоке выполняется имитационное стохастическое моделирование бытового (трансформированного хозяйственной деятельностью) стока с использованием уравнений водохозяйственного баланса, представленных в вероятностной форме. Результатом моделирования являются функции антропогенного влияния, описывающие изменения статистических характеристик стока в зависимости от исходных климатических условий (в том числе сценарных), масштабов и показателей водохозяйственных преобразований (орошение, осушение, влияние искусственных водоемов, переброска стока). Суммарный эффект от преобразований (включая изменения климата) оценивается через коэффициенты антропогенного влияния. Методика расчета годового стока рек в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях его формирования вошла составляющей в нормативные документы по расчетам характеристик стока рек Молдовы как один из методов оценки стока при отсутствии или недостаточности гидрологических наблюдений, а также при его трансформации водохозяйственными преобразованиями [3]. Позднее (в 90-е годы XX столетия) модель начала использоваться для оценки и прогноза состояния водных ресурсов территорий в метеорологических условиях, соответствующих климатическим сценариям [4]. Модель “климат-сток” калибрована и верифицирована на ретроспективных гидрологических и метеорологических данных (до 80-х годов прошедшего столетия), точность расчетов отвечает нормативным требованиям. Соответствие результатов расчетов по модели наблюденным данным нашло свое подтверждение для водосборов различных географических зон Украины на разных пространственных масштабах (малые, средние, большие площади водосборов).

Пространственно-временные обобщения характеристик годового стока прошлых лет, выполненные в виде карт изолиний ресурсов тепла и увлажнения, а также климатического (рассчитанного по метеоданным) годового стока для равнинных рек; региональных зависимостей составляющих водно-теплового баланса от высоты местности для горных рек (Украинские Карпаты и Горный Крым); районирование и картирование статистических параметров и составляющих полей гидрометеорологических характеристик, полученных в результате применения методов многомерного статистического анализа, использовались как базис в оценках изменения водных ресурсов в сценарных климатических условиях XXI столетия.

Расчеты возможных изменений водных ресурсов Украины в будущем (по данным климатических сценариев) выполнялись уже с начала 90-х, когда появились данные (применимые к территории Украины) об изменениях температур воздуха и осадков по трем альтернативным сценариям изменения климата при удвоении концентрации CO_2 в атмосфере (II Всемирная климатическая конференция, Женева, 1990г.). В дальнейшем, по данным сценариев глобального потепления CCCM, GISS, UKMO, GFDL (для случаев мгновенного и постепенного удвоения концентрации CO_2), адаптированным к географическим зонам Украины (1998г.), были оценены возможные изменения водных ресурсов в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях. Современные математические модели с высоким пространственным разрешением позволили более полно оценить последствия влияния изменений климата на состояние водных ресурсов Украины. Расчеты выполнялись как для сценариев “выброса парниковых газов” SRES (special report on emission scenarios, IPCC 2013), так и для сценариев “репрезентативных траекторий концентраций” RCP (representative concentration pathway, IPCC 2015).

Оценки влияния изменения климата на водные ресурсы с использованием модели “климат-сток” производились в рамках Международного исследовательского проекта 7-ой Рамковой Программы Европейского Союза “Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change – LAGOONS”, 2012-2014гг.; научно-исследовательских грантов МОН, а также грантов Одесской областной государственной администрации. Результаты имитационного моделирования успешно применялись для обоснования стратегии управления водными ресурсами с целью их охраны, сохранения и восстановления как для больших (Дунай, Днестр, Южный Буг, Днепр) рек Украины, так и малых и средних рек Причерноморья и других географических зон Украины [5,6]. Использование модели занимает важное место в научном направлении, развиваемом в ОГЭКУ под руководством ректора, д.ф.-м. наук, проф. Степаненко С.М., в области оценок влияния климатических изменений на отрасли экономики Украины и климатические риски их функционирования [7, 8, 9]. Специалисты ОГЭКУ, занимающиеся проблемами оценки последствий глобальных изменений климата и адаптации к этим изменениям, успешно сотрудничают на протяжении многих десятилетий с кафедрами гидрологии и гидроэкологии, а также метеорологии и климатологии Киевского национального университета имени Тараса Шевченко с целью обоснованного долгосрочного прогнозирования количественных характеристик водных ресурсов страны.

Список литературы

1. *Лобода Н.С.* Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Одесса: Экология, 2005. 208 с. ***2.*** *Гопченко Е.Д., Лобода Н.С.* Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Київ: КНТ. 2005. 188 с. ***3.*** Определение гидрологических характеристик для условий республики Молдова. СР D.01.05-2012. 180 с. ***4.*** Глобальные и региональные изменения климата под ред. Шестопалова В.М., Логинова В.Ф., Осадчего В.И. и др.). К.: Ніка-Центр, 2011. 448 с. ***5.*** Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману / Під ред. Тучковенко Ю.С., Лободи Н.С. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с. ***6.*** Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману / За ред. Лободи Н.С., Гопченка Є.Д. Одеса, ТЕС, 2016. 332 с. ***7.*** Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М.; Одеса: Екологія, 2011. 696 с. ***8.*** *Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін.* Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: “ТЕС”, 2015.

520 с. ***9.*** Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М.; Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2018. 548 с.

УДК 556.551

Лобода Н. С., Гриб О. М., Яров Я. С., Терновий П. А., Гриб К. О.
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

ОЦІНКА ВОДООБМІНУ ПЛАВНЕВИХ ОЗЕР В НИЖНІЙ ТЕЧІЇ ДНІСТРА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ З ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ У МАЙБУТНЬОМУ (НА ПРИКЛАДІ ОЗЕР САФ'ЯНИ ТА ПОГОРІЛЕ)

Після будівництва і введення в експлуатацію Верхньодністровського гідроенергетичного вузла (до складу якого входять Дністровське та буферне водосховища, ГЕС-1, ГЕС-2, ГАЕС) та з початком значущих змін клімату на території України (з 1989 р.) водність середньої і нижньої течії р. Дністер, включаючи р. Турунчук (лівий рукав Дністра), помітно зменшилася (наприклад, рівень води на водомірному посту Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) в с. Маяки за останні 20 років знизився на 25 см). Це призвело до погіршення екологічного стану в пониззі річки, плавневих озерах і плавнях, а також в окремих штучних водних об'єктах (у т. ч., в єриках між русловою мережею та озерами, судноплавних каналах), які є невід'ємною частиною екосистеми р. Дністер [1, 2, 3].

Для поліпшення екологічної ситуації в нижній течії Дністра та збереження унікальних плавневих ландшафтів гирлової ділянки річки, з якими пов'язане підтримання біологічного різноманіття та формування якості води, необхідні штучні екологічні попуски води з Дністровського водосховища. Планувалося здійснювати як санітарно-екологічні, так і репродукційні (або нерестові) попуски води [4]. Санітарно-екологічні попуски води мали б забезпечувати нормальне функціонування плавнів, каналів, єриків і озер, запобігати їх надмірній евтрофікації шляхом періодичного промивання. Для забезпечення нормальних умов нересту риб слід додатково здійснювати репродукційні (рибогосподарські) попуски води. Нажаль заплановані екологічні попуски через нестачу води у Дністровському водосховищі майже не відбуваються або відбуваються раніше нересту риб. Це спричинило деградацію фітоценозів озер, єриків, проток і каналів, акумуляцію рослинних залишків (заболочування), заростання акваторії вищими водяними рослинами, слабкий розвиток фітопланктону, збіднілий зоопланктон, дуже бідний зообентос, низьке насичення води киснем та високий вміст органічних речовин [5].

Ефективним способом поліпшення екологічного стану плавневих озер і плавнів в нижній течії р. Дністер є підсилення їх водообміну з русловою річковою мережею шляхом відновлення старих, нині не діючих єриків, каналів і проток, розширення та поглиблення існуючих, створення нових [6].

В даній роботі на прикладі озер Саф'яни та Погоріле представлений аналіз результатів обчислення величин коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення у сучасний період і за умов поліпшення гідравлічного зв'язку з руслом Турунчука та каналом до міста Біляївка шляхом відновлення функціонування нині недіючих і розширення та поглиблення існуючих єриків (проток) і сучасного русла каналу. Розрахунки виконувалися при середніх значеннях добових прирощень (зростань) рівнів води, які виникають внаслідок дії вітру на даній ділянці р. Турунчук, за відомими формулами річкової гідравліки [7, 8].

Встановлено, що на сьогодні коефіцієнти водообміну озер Саф'яни і Погоріле є дуже малими, дорівнюючи у середньому 0,67%/д, тобто період повного водообміну озер становить 5 місяців [9]. Однак, за рахунок процесів перемішування річкових і озерних вод відбувається поступове оновлення води: на 1,44%/д – в озері Погоріле (період водовідновлення 70 діб), та на 2,05%/д – в озері Саф'яни (період водовідновлення 49 діб). За результатами обчислення коефіцієнтів і періодів водообміну та водовідновлення озер за умов розширення (до 5,0 м) і поглиблення (до 2,0 м) всіх єриків і проток, у тому числі недіючих у сучасний період, визначено, що добові значення коефіцієнтів водообміну

збільшаться до 5,43%/д – в озері Погоріле, та до 4,13%/д – в озері Саф'яни. За такого водообміну період повної заміни озерних вод на річкові складатиме в озері Погоріле 18 д, а в озері Саф'яни – 24 д.

Крім того, за рахунок одночасного надходження річкових вод крізь єрики і протоки в різні частини озер значно збільшаться об'єми змішаної води, тому коефіцієнти водовідновлення зростуть (до 8,82%/д – в озері Погоріле, та до 12,51%/д – в озері Саф'яни), а періоди водовідновлення зменшаться (до 11 д – в озері Погоріле, та до 8 д – в озері Саф'яни).

Зауважимо, що при зростанні значень добових прирощень рівня води в руслі річки Турунчук коефіцієнти водообміну збільшаться, а періоди – зменшаться. Якщо добове прирощення рівня води, наприклад, при південному вітрі (проти течії річки Турунчук), становитиме 0,30 м/д, то коефіцієнти водообміну в озерах Погоріле та Саф'яни збільшаться відповідно до 20 та 16%/д, а періоди повного водообміну зменшаться до 5-6 діб.

Таким чином, необхідно провести розчищення русел каналу (до м. Біляївка), єриків і проток між р. Турунчук та озерами Погоріле і Саф'яни.

Слід зазначити, що з урахуванням сучасного стану та основних морфометричних характеристик і товщини шару донних відкладень (від 0,9 до 1,0-1,5 м) єриків (проток) до озер Саф'яни та Погоріле можна рекомендувати їх розчищення (розширення не менш ніж до 5 м, поглиблення на 1,5-2,0 м), яке значно покращить гідравлічні характеристики даних водотоків, що сприятиме у майбутньому промивці озер та забезпечить їх стабільний водообмін з річкою Турунчук та каналом до м. Біляївка. В результаті натурних обстежень ОДЕКУ у 2018 р. [9] встановлено, що окремі частини деяких русел єриків (проток), наприклад, перша частина протоки до оз. Погоріле, нещодавно (2007-2017 рр.) вже були штучно розширені (до 5-38 м) та поглиблені (до 0,8-2,1 м). З урахуванням всіх даних рекомендуємо розширити усі єрики не менше ніж до 5 м та здійснити їх поглиблення до 2 м. Такі нові розміри проток і єриків сприятимуть безпечному безперешкодному руху моторних маломірних суден (човнів і катерів) на цих водних об'єктах, що також заважатиме заростанню їх вільного перерізу очеретом та іншими вищими водяними рослинами.

Список літератури

1. *Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С., Гриб К.О., Килимник О.М., Бєлов В.В., Гриб О.М.* Сучасний гідроекологічний стан і проблеми водообміну в екосистемі гирлової ділянки річки Дністер та рекомендації щодо їх вирішення // Зб. ст. за матер. доп. на Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення» (12-14 вересня 2012 р., м. Одеса). Одеса: ТЕС, 2012. С. 113-117. ***2.*** *Бєлов В.В., Гриб О.М., Килимник О. М.* Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2010. Т. 18. С. 180-186. ***3.*** *Лобода Н.С., Дорофєєва В.П.* Стан водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т. 3 (24). С. 36-44. ***4.*** *Бєлов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М.* Екологічні проблеми заплавних озер Нижнього Дністра (на прикладі озера Біле) // Причорноморський екологічний бюлетень. 2010. № 2 (36) С. 85-88. ***5.*** *Бєлов В.В., Гриб О.М.* Екологічні проблеми заплавних водойм річки Дністер та шляхи їх вирішення (на прикладі озера Біле) // Зб. тез доп. IV Всеукр. наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія» (29 вересня – 2 жовтня 2009 р.). Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. С. 5-7. ***6.*** *Гриб О.М.* Проблеми водообміну в екосистемі «русло-плавні-лиман» гирлової ділянки річки Дністер та шляхи їх вирішення // Тези VII міжнар. наук.-практ. конф. мол. вч. по пробл. водн. екосис. «Pontus Euxinus – 2011», присв. 140-річчю ІБПМ НАН України (24-27 травня 2011 р., м. Севастополь) / Севастополь: ЕКОСІ-Гідрофізика, 2011. С. 81-82. ***7.*** *Тимченко В.М.* Экологическая гидрология водоемов Украины: моногр. К.: Наук. думка, 2006. 384 с. ***8.*** *Іваненко О.Г., Бєлов В.В., Гриб О.М.* Практична гідроекологія: навч. посіб. Од. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2009. 75 с. ***9.*** Оцінка екологічного стану каналу (від м. Біляївка до річки Турунчук) і проток, які розташовані на території Біляївської об'єднаної територіальної громади та розробка рекомендацій з поліпшення їх стану в майбутньому (остаточний) / Од. держ. екол. ун-т; наук. керів. Н. С. Лобода. № держреєстрації № 0118U002392, Одеса, 2018. 139 с.

УДК 556.47

Лук'янець О.І., Москаленко С.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ СЕРЕДНЬОДОБОВИМИ ТА СТРОКОВИМИ МАКСИМУМАМИ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ТИСИ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Річка Тиса належать до басейну Дунаю і в межах України бере свій початок в горах Карпат. Характерними для річок в її басейні є дощові та сніго-дощові паводки. Нерідко вони набувають характеру небезпечних явищ із руйнівними наслідками. Характеристикою такого екстремального гідрологічного явища є максимальний стік води річок. Найбільшій максимальний стік води річок відображає максимальний потенціал природи щодо його формування в межах певної території і слугує мірою небезпеки для населення та економіки. Тому важливість його дослідження полягає у тому, що він може обумовити різні прояви катастрофічних ситуацій – це й затоплення територій, де проживає населення, руйнування мостів, будівель, гідротехнічних споруд тощо.

Максимальний стік води річок, зазвичай, виражається найбільшою витратою води, об'ємом або шаром стоку за основну найбільшу паводкову хвилю в даному році. Максимальні витрати води можуть бути найбільшими середньодобовими, строковими (взяті в один зі строків добового вимірювання) або миттєвими (абсолютний максимум у цієї добі). На малих річках між цими характеристиками (мається на увазі, середньодобовими і строковими, миттєвими) можуть бути істотні відмінності, але чим більше річка, тим ці відмінності менше.

Особливо, це прослідковується в гірських регіонах, де стікаючи з гір з великими похилами, річки переходять в передгір'я та потім на низовину.

Основною метою проведеного дослідження – виявити, як співвідносяться максимальні середньодобові та максимальні строкові значення стоку води на річках в басейні р. Тиси, що є дуже важливим при розробці методик розрахунку та прогнозу максимумів паводків. Для виконання роботи проаналізовано за багаторічний період максимальні середньодобові витрати води та відповідні до цих діб максимальні строкові витрати води на річках басейну р. Тиси.

На рис. 1-2 подано залежності між максимальними середньодобовими та строковими модулями стоку води р. Тиса та р. Латориця, на яких є по декілька гідрологічних постів, які характеризують різні умови стікання річкових вод (табл.1).

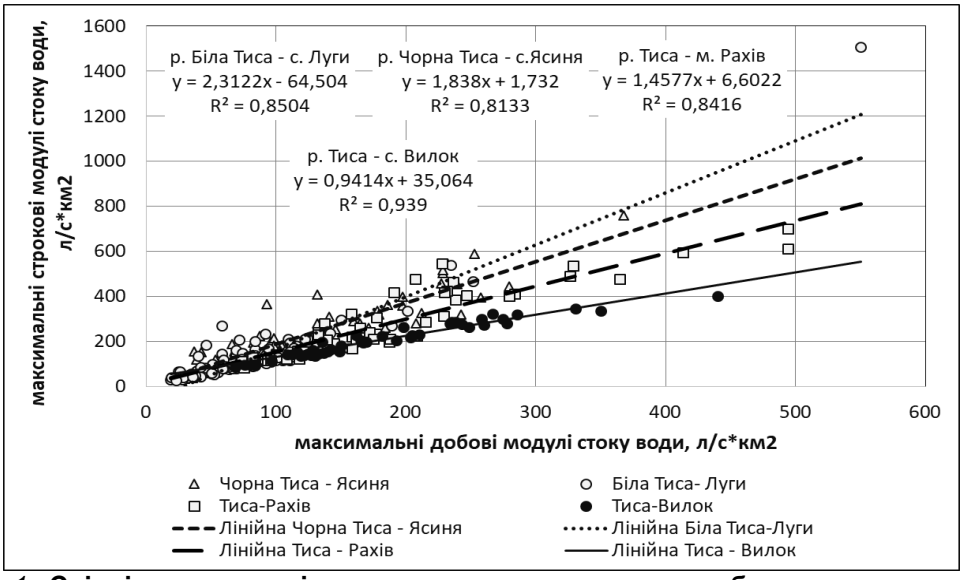


Рис 1. **Співвідношення між максимальними середньодобовими та максимальними строковими модулями стоку води р. Тиса за даними спостережень на гідрологічних постах Ясиня, Луги, Рахів та Вилок**

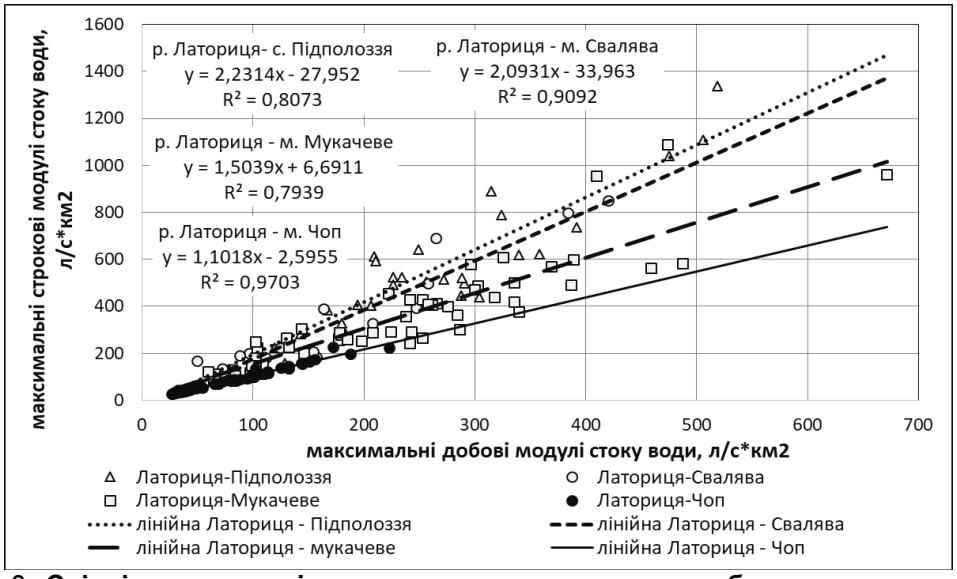


Рис 2. **Співвідношення між максимальними середньодобовими та максимальними строковими модулями стоку води р. Латориця за даними спостережень на гідрологічних постах Підполоззя, Свалява, Мукачево та Чоп**

Таблиця 1. **Середньозважені похили річок та площі їх водозборів в басейні р. Тиси**

Річка пост	Площа басейну, км²	Середній зважений похил річки, ‰	Річка пост	Площа басейну, км²	Середній зважений похил річки, ‰
Чорна Тиса-Ясиня	194	15,7	Латориця - Підполоззя	324	12,3
Біла Тиса - Луги	189	26,3	Латориця - Свалява	680	7,4
Тиса - Рахів	1070	9,1	Латориця - Мукачеве	1360	4,5
Тиса - Вилок	9140	2,9	Латориця - Чоп	2870	1,9

Аналізуючи рис. 1-2 та аналогічні залежності на інших річках басейну р. Тиси, можна констатувати, що для гірських річок строкові максимуми перевищують середньодобові в 1,8- 2,2 рази, у передгір'ї – в 1,4-1,6 рази, а з виходом на рівнину - в 1,0-1,2 рази.

Аналіз співвідношень максимумів дощових та сніго-дощових паводків приведено, як приклад, на рис.3.

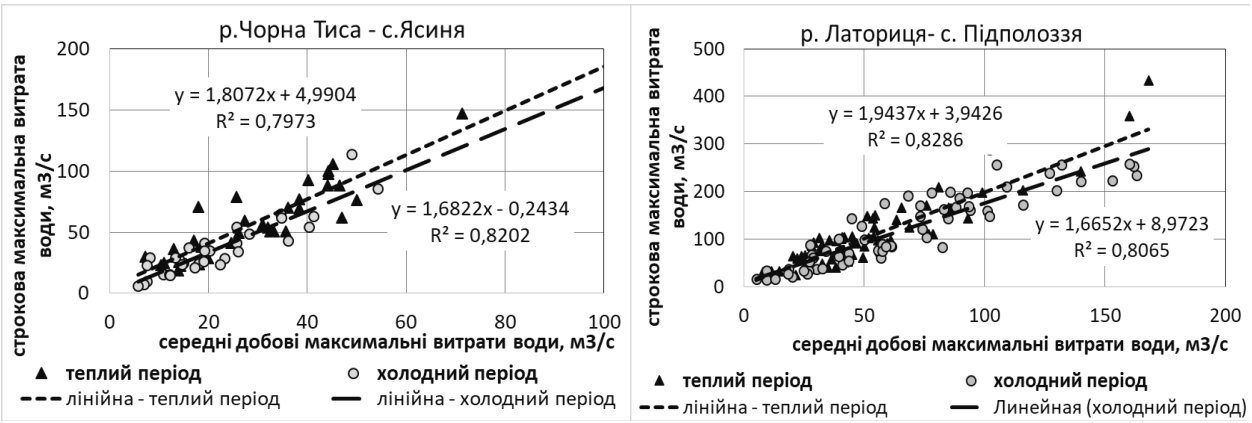


Рис. 3. **Співвідношення між максимальними середньодобовими та максимальними строковими витратами води в теплий та холодний період року**

Природно, що при одній і тій же за величиною максимальній середньодобовій витраті води максимальні строкові в теплий період вище, ніж в холодний. Для гірських річок ця різниця може скласти від 10 до 30%, для рівнинних така різниця незначна.

УДК 556.47

Малишев А.В., Лук'янець О.І.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ГІДРОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ТА ПЕРЕДБАЧЕННЯ РИЗИКІВ ЗАТОПЛЕННЯ РІЧКОВИМИ ВОДАМИ НА ДІЛЯНЦІ Р. ТИСА ВІД ВИТОКУ ДО М. ТЯЧІВ

Гідрологічне обґрунтування підходів для оцінки та передбачення ризиків затоплення річковими водами є актуальною темою для досліджень, яка має практичну направленість. Це визначається тим, що методичними основами вивчення та попередньої оцінки ризиків затоплення є наказ Міністерства внутрішніх справ від 17.01.2018 р. «Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків затоплення» [4]. Цей наказ відповідає Водному кодексу України, щодо виконання Концепції управління ризиками з метою імплементації положень Директиви ЄС про оцінку та управління ризиками затоплення. В основу попередньої оцінки ризиків затоплення покладено оцінка та аналіз минулих затоплень, які завдали значної шкоди об'єктам ураження і ймовірність повторення яких залишається високою або значних затоплень, повторення яких може спричинити значні негативні наслідки.

В дослідженні ставилися наступні завдання: аналіз рівнозабезпеченості відповідних рівнів води при проходженні паводків на ділянках р. Тиса до м. Тячів за даними спостережень та відповідних ординат аналітичних функцій розподілу; розрахунок часу добігання паводкових хвиль заданих забезпеченостей в русловій мережі р. Тиси до м. Тячів; аналіз ймовірності перевищення небезпечних багаторічних та найвищих максимальних рівнів води в створах гідрологічних постів. Інформаційною базою слугували максимальні рівні та витрати води з 5 гідрологічних постів (р. Чорна Тиса - смт Ясіня, р. Біла Тиса - с. Луги, р. Тиса - м. Рахів, р. Тиса - смт Великий Бичків, р. Тиса - м. Тячів. Аналіз паводкових хвиль різної висоти за даними спостережень та рідких забезпеченостей визначених аналітично показав, що, загалом, на досліджуваних ділянках р. Тиси відповідні рівні води можна вважати рівнозабезпеченними (рис.1) [1-3]. Невеликі неспівпадіння між ними знаходяться в межах ймовірних відхилень, які обумовлено мінливістю формування стоку та пояснюються сукупністю причин, які носять випадковий характер.

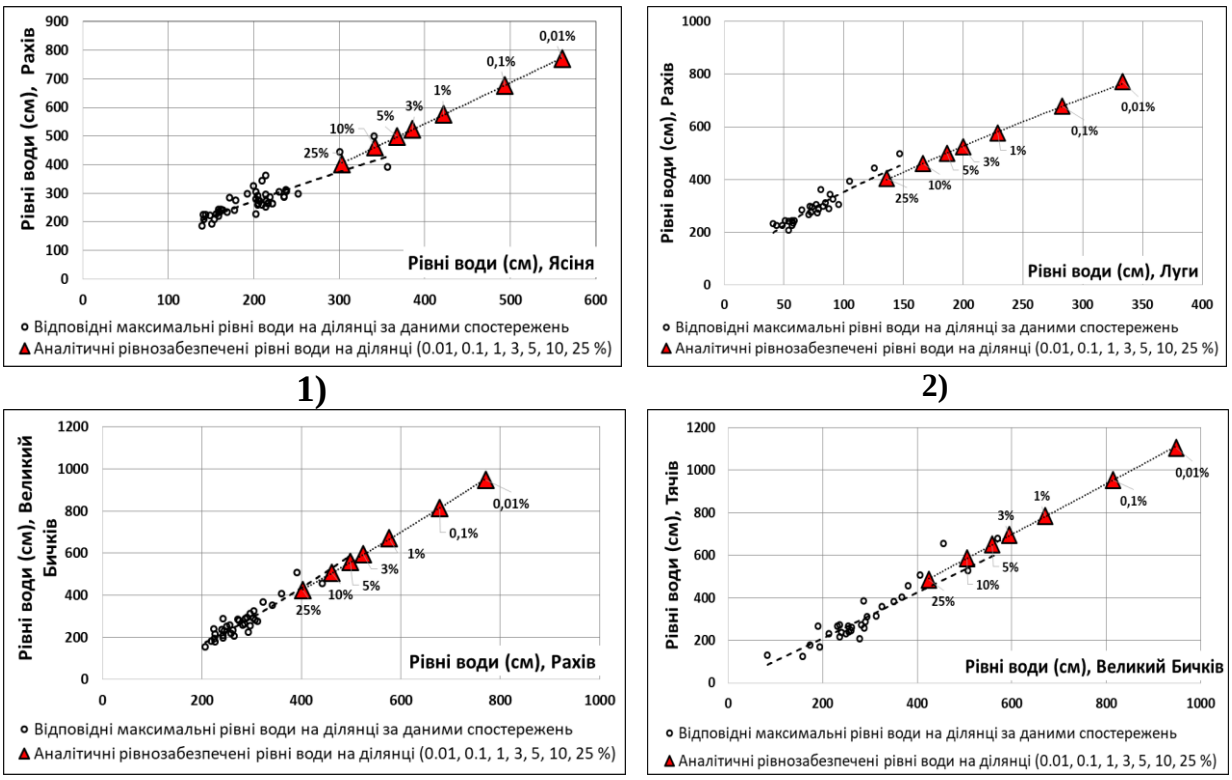
Аналіз матеріалів з вивчення швидкості добігання води у руслах річок призвело до отримання різних емпіричних формул, з яких було запропоновано наступну узагальнену [1]:

$$v_Q = 0{,}15 \cdot \left(\frac{10^5}{F}\right)^{0{,}1} \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q \cdot i} \ , \qquad (1)$$

де Q - витрата води в замикальному створі ділянки річки, м^3/с; F - площа басейну, км^2; i - похил річки в проміле на досліджуваної ділянці річки; α - змінний параметр: для рівнинних річок – від 0,4 при широкій заболоченої заплаві до 1,0 при відсутності заплави; для гірських річок – цей параметр знаходиться в межах 1,1 – 1,4.

Використовуючи формулу (1), розраховано швидкості добігання в км/год на ділянках р. Тиса від витоків до м. Тячів та, знаючи відстані між гідрологічними постами, визначено час добігання в годинах максимальних витрат води забезпеченостей 0,5, 1, 2, 5%% (табл.1). Час добігання найвищих максимумів зазначених забезпеченістей на р. Тиса на від витоків до м. Тячева складає 8-10 год. Зважаючи, що перепад висот від витоку до м. Рахів значний і складає 965 м, від м. Рахів до смт Великого Бичкова – 136 м і від смт Великого Бичкова до м. Тячів – 85 м, найбільш швидко скидаються річкові води з гірській частині – 0,3-0,9 год. та передгірській – 1,5-1,8 год.

За даними, що були надані відділом гідрологічного прогнозування Українського гідрометеорологічного центру про небезпечні багаторічні та найвищі максимальні рівні води в створах гідрологічних постів проведено визначення їх забезпеченостей. Найвищі рівні води за період спостережень мають ймовірності перевищення від 1,1 до 1,9 %. Підтоплення на р. Тиса біля м. Рахів відбувається при максимальних рівнях води забезпеченістю 9%, біля смт Великий Бичків –12% і біля м. Тячів – 11%.



1) 2) 3) 4)

Рис.1. **Співставлення графіків відповідних рівнів води за даними спостережень та розрахункових імовірностей перевищення 0,01, 0,1, 1, 3, 5, 10, 25%% на ділянках р. Тиса:** *1) від смт Ясіня до м. Рахів; 2) від с. Луги до м. Рахів; 3) від м. Рахів до смт Великий Бичків; 4) від смт Великий Бичків до м. Тячів.*

Таблиця 1. **Розрахунок часу руслового добігання максимальних витрат води заданих забезпеченостей на ділянках р. Тиса від витіків до м. Тячів**

Пункти спостережень	Час добігання (в год.) максимальних витрат води при забезпеченості			
	0,5%	*1%*	*2%*	*5%*
Від витоку р. Чорна Тиса до смт Ясіня	0,7	0,8	0,8	0,9
Від витоку р. Біла Тиса до с. Луги	0,3	0,3	0,3	0,4
Від с. Луги до м. Рахів	1,5	1,5	1,6	1,8
Від смт Ясіня до м. Рахів	1,5	1,5	1,6	1,8
Від м. Рахів до смт Великий Бичків	3,0	3,1	3,2	3,4
Від смт Великий Бичків до м. Тячів	3,3	3,4	3,5	3,7
Загальний час добігання від витоку р. Чорна Тиса до м. Тячів	8,5	8,8	9,1	9,8
Загальний час добігання від витоку р. Біла Тиса до м. Тячів	8,1	8,3	8,6	9,3

Затоплення досліджуваних населених пунктів на р. Тиса відбувається при максимальних рівнях води біля м. Рахів забезпеченістю 7%, біля смт Великий Бичків – 3,5% і біля м. Тячів – 4,5%.

Список літератури

1. *Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д.* Курс гидрологических прогнозов. М.: Гидрометеоиздат, 1974. 422 с. ***2.*** Методичні вказівки до виконання практичних робіт із дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» для студентів географічного факультету / упоряд. О. І. Лук'янець. К. : ВПЦ «Київський університет», 2010. 60 с. ***3.*** *Лук'янець О. І., Сусідко М. М.* Визначення характерних рівнів води при нестабільних умовах переміщення водних мас по русловій мережі. Наук. праці УкрНДГМІ, 2007. Вип. 256. С. 207-213. ***4.*** Наказ Міністерства внутрішніх справ від 17.01.2018 р. «Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків затоплення».

УДК 556(083.74)

Манукало В.О.[1], Косовець О.О.[2] , Пархісенко Л.В.[1], Білецький К.В.[2]
[1]*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ*
[2]*Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського ДСНС України, м. Київ*

ПРО НАЦІОНАЛЬНИЙ НОРМАТИВНИЙ ДОКУМЕНТ «НАСТАНОВА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМ СТАНЦІЯМ І ПОСТАМ. ГІДРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ПОСТАХ»

Однією з важливих ділянок роботи Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України (УкрГМІ), а також оперативно-виробничих гідрометеорологічних організацій ДСНС України є розроблення стандартів, нормативних документів (НД), які регламентують всі ланки гідрометеорологічної діяльності, від проведення спостереження на гідрометеорологічних мережах до надання споживачам кінцевої продукції - інформації, прогнозів, попереджень. Всього в УкрГМІ, за участю інших гідрометеорологічних організацій, розроблено та впроваджено в практику більш ніж шістдесят національних НД різного рівня, які замінили НД, розроблені за часів колишнього СРСР.

Однак, у силу різних обставин, серед цих НД відсутні документи, у яких висвітлено питання проведення гідрологічних спостережень і робіт на постах гідрометеорологічної служби. Це при тому, що дані гідрологічних спостережень на постах є основою бази даних для ведення водного кадастру, вивчення гідрологічного режиму, забезпечення користувачів інформацією про стан навколишнього природного середовища, складання прогнозів, оповіщень та попереджень про виникнення небезпечних гідрологічних явищ. Зараз такий національний НД розроблюється в УкрГМІ за участю фахівців Центральної геофізичної обсерваторії в рамках планової тематики науково-дослідних робіт УкрГМІ.

Метою доповіді є представлення для обговорення у колі фахівців проекту першої редакції національного НД «Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на постах».

*Вимоги до НД***.** При підготовці технічного завдання на виконання НДР враховано такі основні вимоги з боку замовника: 1) документ призначений, в першу чергу, для застосування спостерігачами на гідрологічних постах гідрометеорологічних організацій ДСНС України при проведенні гідрологічних вимірювань та робіт; 2) документ визначає вимоги до розміщення та обладнання гідрологічних постів, порядок, правила, методику збору та обробки даних гідрологічних спостережень; 3) документ враховує: а) вимоги законодавства України у сфері гідрометеорологічної діяльності та стандартизації; б) вимоги стандартів Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) та Міжнародної організації стандартизації (ISO), які врегульовують проведення гідрологічних вимірювань та робіт; в) існуючий стан та потреби гідрометеорологічних організацій до гідрологічного розділу робіт; в) сучасний розвиток технологій та методів гідрологічних спостережень.

Використані джерела. У процесі з розроблювання НД було опрацьовано: 1) публікації ВМО, ISO, ЮНЕСКО, Міжнародної асоціації гідрологічних наук, Міжнародної асоціації виробників гідрометеорологічних приладів та обладнання з питань проведення та оброблення даних гідрологічних вимірювань з акцентом на нові методи та технології; 2) наявні публікації (стандарти, керівництва та ін.), які застосовують в гідрологічних/ гідрометеорологічних службах Словаччини, Чехії, Швеції, Польщі, ФРН, Росії, Білорусі при проведенні гідрологічних вимірювань та робіт; 3) розробки із створення гідрологічних приладів та обладнання, виконані в Україні та закордоном (фірми: ТОВ «Техприлад» - Україна, OTT HydroMet - ФРН, SEBA HYDROMETRIE - ФРН, STEVENS WATER MONITORING SYSTEM – США, VAISALA - Фінляндія); 4) сучасний стан і потреби гідрометеорологічних організацій ДСНС України в методах та технологіях проведення гідрологічних спостережень і робіт; 5) організаційні, технічні, фінансові та кадрові можливості гідрометеорологічних організацій щодо застосовувати НД в повсякденній практиці.

*Стислий опис НД***.** Документ структурно складається з таких розділів та підрозділів.

1.Сфера застосування.

2. Нормативні посилання.

3.Познаки та скорочення.

4. Загальні положення.

5.Терміни та визначення основних понять.

6.Гідрологічні спостереження та роботи: 6.1. Гідрологічні пости та їх призначення. 6.2. Склад і строки спостережень. 6.3. Обов'язки спостережника гідрологічного поста.

7. Основні види водомірних спостережень: 7.1. Спостереження за рівнем води. 7.1.1. Устаткування водомірних постів. 7.1.2. Порядок і частота вимірювання рівня води. 7.1.3. Спостереження за поздовжнім похилом водної поверхні. 7.2. Спостереження за температурою води. 7.3. Спостереження за явищами, що впливають на течію води та гідрологічний режим річок. 7.4. Вимірювання товщини льоду.

8. Вимірювання витрат води. 8.1. Загальні положення. 8.2. Методи вимірювання витрат води. 8.3. Вимірювання витрат води за допомогою гідрометричного млинка. 8.4. Вимірювання витрат води за допомогою поплавців. 8.5. Вимірювання витрат води за допомогою мобільних вимірювачів. 8.6. Обчислення витрат води.

9. Спеціалізовані види спостережень і робіт.

10. Гідрологічні прилади і обладнання. Вимоги до їх експлуатації.

11.Додатки: 11.1. Перелік обладнання гідрологічних постів. 11.2. Використані джерела.

НД повинен замінити настанови, розроблені за часів колишнього СРСР, які зараз використовують в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України: «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, часть I» та «Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 6, часть II.

Порівняно з настановами колишнього СРСР національний НД доповнено положеннями, які враховують нові розробки в області стандартизації, а також методів та технологій проведення гідрологічних вимірювань. Крім того, при розроблюванні НД враховано: 1) існуючу систему управління мережею гідрологічних спостережень в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України; 2) досвід використання сучасних засобів вимірювальної техніки (автоматизованих гідрологічних постів, допплерівських вимірювачів швидкості течії потоку) в гідрометеорологічних організаціях.

Так, розділ «Терміни та визначення основних понять» розширено за рахунок включення ряду термінів, які вживають у Водному кодексі України, Законі України «Про гідрометеорологічну діяльність», літературі з гідрології та водних ресурсів, виданій ВМО та ЮНЕСКО. Зокрема, це стосується визначень термінів, які використовують для опису гідрологічних вимірів та робіт, а також гідрометричних приладів.

У розділі «Гідрологічні спостереження та роботи» висвітлено такі питання: 1) класифікація гідрологічних постів відповідно до їхнього призначення та останніх рекомендацій ВМО; 2) територіально, адміністративне та методичне керівництво мережею гідрологічних спостережень; 3) склад і строки спостережень і робіт; 4) обслуговування постів спостережень; 5) організація роботи та обов'язки спостерігача поста.

Розділи, у яких викладено порядок проведення вимірювань окремих гідрологічних параметрів, вміщують стислий опис теоретичних основ застосованих методів, у тому числі нових методів гідрологічних спостережень, а також приклади розрахунків, які виконано для конкретних гідрологічних постів, розташованих в різних природних зонах України. Значну увагу приділено опису можливих труднощів, які можуть виникнути у спостерігача при проведенні вимірювань, у тому числі з використанням автоматизованих і дистанційних методів, на річках, гідрологічний режим яких формується в різних гідрометеорологічних та гідроморфологічних умовах, а також у випадках формування та проходження річкових паводків.

Остаточну редакцію НД «Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на постах» передбачено завершити та направити в гідрометеорологічні організації ДСНС України для наступного використання в 2020 році.

УДК 556:627.521:551.583:504.5(282.247.314)

Мельник С.В.[1], Лобода Н.С.[2]
[1]Одесский национальный политехнический университет, Одесса
[2]Одесский экологический университет, Одесса

СТОК НАНОСОВ ВЕРХНЕГО ДНЕСТРА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Целью работы является установление закономерностей изменения твердого стока правобережных (Карпатских) и левобережных (Подольских) притоков р. Днестр в условиях изменения глобального и регионального климата Земли в конце XX и начале XXI столетий.

Основным методом исследования является метод множественной регрессии. При выполнении настоящей работы использованы материалы наблюдений за стоком наносов гидрометеорологической службы Украины за весь имеющийся период наблюдений по 2015 год включительно.

Основные тенденции климатических изменений в бассейне р. Днестр проявляются в увеличении температур воздуха, усилении засушливости, особенно в степной части водосбора, неравномерности и интенсивности выпадающих осадков. Все это повышает уязвимость бассейна р. Днестр к последствиям изменений климата.

Ливневые осадки разрушают почву и способствуют увеличению поверхностного стока, создавая предпосылки для развития эрозионных процессов и усиленного поступления твердого материала в русла рек. Вырубка лесов в Карпатах снижает эффект внутригодового перераспределения стока, который достигался ранее за счет инфильтрации талых и дождевых вод в подземные водоносные горизонты. Увеличение поверхностного стока в местностях со значительными уклонами также благоприятствует формированию твердого стока в реках. На равнинных водосборах больше значение имеет распаханность территории, которая в бассейне р. Днестр превышает 50%.

Многолетние колебания стока наносов тесно связаны с колебаниями водности рек. Основная масса наносов переносится реками в периоды весенних половодий и дождевых паводков. Установленная рядом ученых (Гребинь В.В., Вишневский В.И., Овчарук В.А., Шакирзанова Ж.Р., Снижко С.И., Горбачова Л.А. и др.) тенденция к снижению максимумов весеннего половодья равнинных рек в результате увеличения температур воздуха холодного периода может существенного влиять на изменение количества переносимых рекой твердых наносов. В тоже время авторами в работе [1] показано, что в горной части водосбора р. Днестр, основным фактором формирования максимального стока являются осадки. Роль температур воздуха второстепенна потому, что статистически значимые тренды их роста выявлены только в пределах теплого периода. В холодный период, когда создаются условия формирования стока половодий, положительных трендов в изменениях температур воздуха не установлено. Полученные результаты показывают, что изменения температур воздуха холодного периода в горах пока не имеют существенного влияния на водность реки Днестр в отличие от равнинных рек Украины.

Анализ проведенных В.В. Гребинем колебаний стока рек Украины показал, что начало современных изменений стока р.Днестр, происходящих в условиях изменения климата, приходится на 1981-1982 гг. В связи с этим в качестве расчетного периода был выбран временной отрезок 1982-2015 гг. На Подольских и большей части Карпатских притоков в это время наблюдается отрицательная фаза в колебаниях максимального стока (рис.1, рис.2). Причем для рек Карпат на фоне отрицательной фазы часто наблюдаются всплески повышенной водности. В колебаниях стока наносов отрицательная фаза проявляется достаточно четко (рис. 3, рис.4).

Исследования закономерностей колебаний годового стока Карпатских и Подольских притоков Днестрапозволили установить, что эти колебания синфазны, но не синхронны. Границы между районами и подрайонами могут смещаться во времени, что обусловлено изменением режима увлажнения. Кроме того, формирование стока для факторов подстилающей поверхности: водорастворимые породы, наличие карстовых пустот, заболоченность, значительное количество искусственных водоемов.

На базе метода пошагового отбора оптимальных предикторов были получены

расчетные уравнения множественной линейной регрессии для Карпатских и Подольских притоков раздельно, связывающие характеристики стока наносов с различными предикторами, описывающими прямо или косвенно условия формирования твердого стока на водосборе в расчетный период 1982-2015 гг.

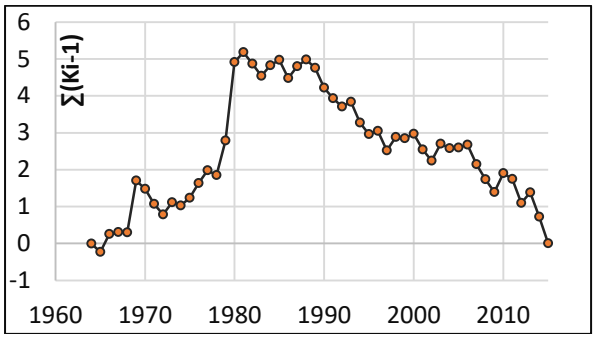


Рис.1. **Разностная интегральная кривая максимальных расходов р.Золотая Липа-с.Задаров**

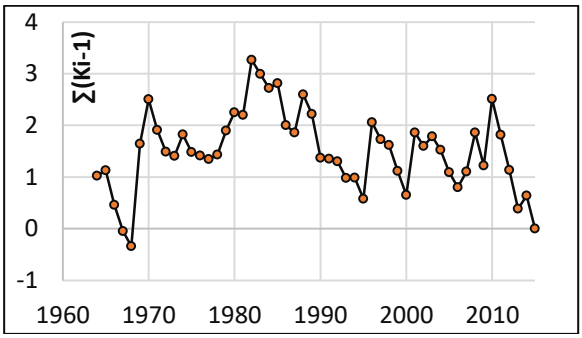


Рис. 2. **Разностная интегральная кривая максимального стока р.Быстрица Надворнянская-с.Пасечное**

Для Карпатских притоков на первом шаге отбора предикторов выделен модуль максимального стока воды – $М_{макс}$ л/(с·км^2) с коэффициентом детерминации равным 0,84. Это свидетельствует о том, что максимальный сток является определяющим фактором при формировании стока наносов. На втором шаге был добавлен средний уклон бассейна $I_{бас}$ (°/₀₀), что позволило получить коэффициент детерминации 0,95. Дальнейшее увеличение количества предикторов в уравнении не обеспечивает существенного роста точности.

Для левобережных (Подольских) притоков основным предиктором является комбинация модулей максимального и среднего стока воды $M_{ср} \cdot M_{макс}$ (коэффициент детерминации R^2 равен 0,90). Другими словами, в формировании стока наносов этих притоков определяющее влияние принадлежит не только максимальному стоку (как правило, это максимальный сток весеннего половодья), но и общей водности реки, характеризуемой средним многолетним значением стока. Дополнительными предикторами являются: расстояние до ближайшего водоема, расположенного выше по течению и способствующего отложению наносов, а также показатель распаханности, заболоченность водосбора. Полученные уравнения могут быть использованы для расчета стока наносов неизученных рек.

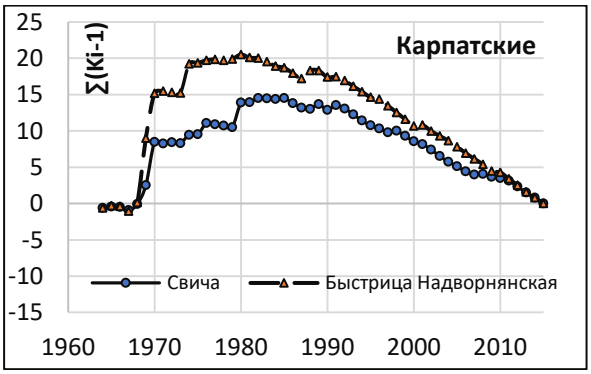


Рис. 3. **Разностная интегральная кривая стока наносов р. Свича-с.Заречное и р.Быстрица Надворнянская-с.Пасечное**

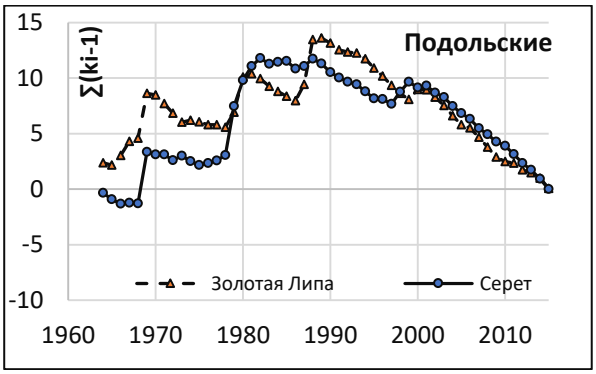


Рис. 4. **Разностная интегральная кривая стока наносов р. Золотая Липа - с.Бережаны и р. Серет - г. Чертков**

Список літератури

1. *Melnik S, Loboda N.* Maximum flow of rivers of the Ukrainian Carpatians (in the upper Dniester) in the Climate Change Conditions) // Journal of Fundamental and Applied Science, 2018, 10(3), p.357-375.

УДК 556.47

Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Гребінь В.В., Почаєвець О.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

СЕРЕДНІЙ РІЧНИЙ СТК ВОДИ В МЕЖАХ РАЙОНІВ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ УКРАЇНИ

Середній багаторічний річний стік води є однією з основних характеристик річкового стоку, який визначає загальну водоносність річок та потенційні водні ресурси даного басейну чи певного регіону. Аналізу його просторових закономірностей завжди приділялась увага, особливо в міру накопичення даних гідрометричних спостережень, що сприяє більш ретельним його дослідженням, обґрунтованим розрахункам та висновкам.

В якості основного стокового показника прийнята витрата води ($м^3/с$). За матеріалами спостережень Державної гідрометеорологічної служби ДСНС створено базу середніх річних витрат води за даними 294 гідрометричних постів від початку спостережень по 2015 р. включно. 83% гідрологічних постів мають періоди спостережень ≥ 50 років, а лише 17% мають період спостережень ≤ 50 років. Аналіз відносних значень середніх квадратичних похибок розрахунку норм середнього річного стоку води для річок України показав, що вони, в переважній більшості (93%), не перевищують допустимі межі 5-10%. Отже, ряди спостережень за середньорічним стоком води на річках вважаються репрезентативними для визначення норми стоку та їх величини достатньо стійкими для практичних розрахунків. Найбільша кількість гідрологічних постів, де значення суттєво перевищують межі 10%, розташовано в басейні річок Криму і від їх загальної кількості приблизно 45% можна вважати нерепрезентативними для визначення норми стоку води. Перевірка досліджуваних рядів на однорідність (при 5 % рівні значимості) проведена з використанням узагальнених параметричних критеріїв Фішера, Стьюдента та непараметричного – Вількоксона. Доволі високі показники однорідності рядів середніх річних витрат води свідчать про відсутність спрямованих змін річного стоку річок на більшій частині території країни. Деякі порушення однорідності, в основному, властиві південним та південно-західним регіонам України. Надати однозначну відповідь щодо кліматичної обумовленості виникнення таких змін доволі складно, оскільки зазначені регіони відзначаються і найбільшими показниками зарегульованості стоку води річок, що, безперечно, призводить до його порушень.

В основу дослідження просторових закономірностей зміни середнього річного стоку води річок України взята «Схема гідрографічного районування території України» (розроблена у 2013 р.) [1]. Відповідно до цієї схеми територія України поділяється на гідрографічні одиниці – дев'ять районів річкових басейнів та дев'ять суббасейнів. Гідрографічне районування території України виконано відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу з метою розробки планів інтегрованого управління річковими басейнами.

Аналіз просторових змін середнього багаторічного модуля стоку річок по території України створює передумови для його картування. При побудові такої карти використано програмне забезпечення QGIS та SAGA. Високою водністю характеризуються річки Карпатського регіону та південного схилу Кримських гір. Найбільші значення модуля стоку фіксуються на невеликих гірських водозборах – 34-39 $л/с·км^2$ в межах суббасейнів Тиси, Пруту і Сірету, правобережної частини річкового басейну Дністра та річок Криму. Найменшу мінливість середньорічного стоку води (Cv=0,18÷0,30) тут мають річки з високими модулями стоку води – від 20 до 39 $л/с·км^2$, найбільшу (Cv=0,30÷0,52) – зі стоком від 5 до 20 $л/с·км^2$. Такі просторові зміни модулів стоку водита коефіцієнтів їх варіації пов'язано з висотним положенням водозборів, їх похилом. Загалом спостерігається чітке зростання модулів середньорічного стоку води річок зі зростанням середніх висот їх водозборів а, чим вище розташовані водозбори, тим більше їх середні похили. При одній і тій же середній висоті водозборів в суббасейні Тиси утворюються найбільші модулі стоку води, а в суббасейні Пруту та Сірету – найменші. Водозбори правобережжя Дністра займають серединне положення між зазначеними суббасейнами. Різниці між модулями стоку води на певній

висоті для досліджуваних басейнів становлять ≈ 5 л/с·км^2.

На рівнинній частини Україні середні річні модулі стоку води річок переважно становлять 0,5-3,5 л/с·км^2 та змінюються від 12,6 л/с·км^2 в річковому басейні Вісли (р. Західний Буг - смт Сасів) до 0,1-0,2 л/с·км^2 у басейні річок Причорномор'я. Загальна тенденція таких змін – їх зменшення з північного заходу на південь та південний схід. Це обумовлено фізико-географічним розташування річкових басейнів та суббасейнів, де в зазначеному напряму зменшується зволоження територій, збільшується випаровування, що й визначає стік їх річок. На загальному фоні водності дещо виділяються річки, що течуть із Донецького кряжу та Приазовської височини в межах річкових басейнів Дону та річок Приазов'я. Річки ж Причорноморської низовини з зазначених причин, що зумовлюють низьку їх водність, в окремі роки можуть пересихати на декілька місяців. Коефіцієнти варіації середнього річного стоку води для річок басейнів на рівнинній частині України в переважної більшості знаходяться в межах *Cv*=0,23÷0,65. Найменші значення *Cv*= 0,2÷0,4 характерно для річок з середніми річними модулями стоку води більшими за 2-3 л/с·км^2, а найбільша мінливість притаманна для річок з середніми річними модулями стоку води меншими за 2 л/с·км^2.

Аналіз середньорічних витрат води річок України виявив відомі закономірності про те, що вони в створах річок за течією збільшуються зі збільшенням площі водозборів. Графіки залежностей норм середніх річних витрат води річок в від площі їх водозборів, побудованих окремо для районів річкових басейнів та суббасейнів виявилися з досить високою апроксимацією, кореляційні відношення *r* змінюються в переважної більшості від 0,76 до 0,99, що дає підстави для використання їх в практичних розрахунках. (табл. 1).

Таблиця 1 **Залежності та тіснота зв'язку норм середніх річних витрат води річок $\bar{Q}$ від площі їх водозборів *F* в межах районів річкових басейнів України**

Річкові басейни та суббасейни України	$\bar{Q} = f(F)$, кореляційне відношення *r*	Річкові басейни та суббасейни України	Кореляційне відношення залежності $\bar{Q} = f(F)$
I. Річковий басейн Вісли (Західного Бугу та Сяну)	$\bar{Q}$ = 0,0106$F^{0,9067}$, *r*=0,96	*V. Річковий басейн Дніпра* суббасейн Прип'яті суббасейн Десни суббасейн Сер. Дніпра суббасейн Нижн. Дніпра	$\bar{Q}$ = 0,0047$F^{0,9708}$, *r*=0,98 $\bar{Q}$= 0,0029$F^{1,0341}$, *r*=0,99 $\bar{Q}$= 0,0022$F^{1,0007}$, *r*=0,98 $\bar{Q}$= 0,0056$F^{0,7872}$, *r*=0,92
II. Річковий басейн Дунаю Суббасейн Тиси Суббасейн Пруту і Сірету	$\bar{Q}$= 0,0495$F^{0,8646}$, *r*=0,97 $\bar{Q}$= 0,0349$F^{0,8654}$, *r*=0,94		
III. Річковий басейн Дністра Лівобережжя Правобережжя	$\bar{Q}$= 0,0019$F^{1,1068}$, *r*=0,96 $\bar{Q}$= 0,0538$F^{0,8037}$, *r*=0,94	*VI. Басейн річок Причорномор'я*	-
		VII. Річковий басейн Дону	$\bar{Q}$= 0,0029$F^{0,9738}$, *r*=0,97
IV. Річковий басейн Південного Бугу	$\bar{Q}$= 0,007$F^{0,8112}$, *r*=0,89	*VIII. Басейн річок Приазов'я*	$\bar{Q}$= 0,0105$F^{0,7837}$, *r*=0,76
		IX. Басейн річок Криму	$\bar{Q}$= 0,0407$F^{0,5183}$, *r*=0,59

Варто відмітити, що залежності норм середніх річних витрат води річок від площі їх водозборів для річкового басейну Дністра розглядаються окремо для правобережної гірської та лівобережної рівнинної його частин. При одних й тих ж площах водозборів норми середніх річних витрат води річок правобережжя Дністра в 2,5-3,5 рази більше їх значень, які спостерігаються на річках лівобережжя. Для басейну річок Причорномор'я залежність не отримано через недостатню кількість спостережень.

Перевірка як побудованої карти, так й запропонованих залежностей норм середніх річних витрат води річок в від площі їх водозборів, враховуючи ймовірні відхилення, показали добрі результати.

Список літератури

1. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / *В. В. Гребінь, В. Б. Мокін, В. А. Сташук, В. К. Хільчевський, М. В. Яцюк, О. В. Чунарьов, Є. М. Крижановський, В. С. Бабчук, О. Є. Ярошевич* Київ : Інтерпрес ЛТД, 2013. 55 с.

УДК 556.18

Овчаренко І.І.
Державне агентство водних ресурсів України, м. Київ

ВОДНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ У КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ВИМОГ

Одним із викликів водної безпеки людства є глобальне використання водних ресурсів.

Використання води у всьому світі зростає приблизно на 1% на рік, починаючи з 1980- х років. Це зумовлено збільшенням населення, соціально-економічним розвитком та зміною структури споживання.

Очікується подальше зростання глобального попиту на воду до 2050 на 20-30% щороку вище поточного рівня водокористування [1].

Понад 2 мільярди людей живуть у країнах з високим рівнем водного стресу, і близько 4 мільярдів людей відчувають серйозний дефіцит води протягом принаймні одного місяця впродовж року [1].

Згідно із класифікацією ООН, за запасами води, які формуються на території країни і доступні для використання, Україна є однією з найменш забезпечених країн Європи. За зазначеною класифікацією мінімальний рівень водозабезпеченості складає 1,7 тис. куб. м на рік на одну людину. В Україні цей показник складає близько 1,2 тис куб. м.

Разом з тим, кліматичні зміни потребують оновлення підходів до водокористування галузями економіки та більш ощадливого використання водних ресурсів. Це створює передумови для зміни національних політик та впровадження сучасних підходів водного менеджменту.

Водна політика Європи спрямована на досягнення доброї якості води і стійкого екологічного стану водних об’єктів [2] .Перехід до інтегрованих підходів управління водними ресурсами за басейновим принципом в Україні закріплено у законодавчому полі у 2016 р.

Це відправна точка України на шляху імплементації українського законодавства до європейських стандартів. Протягом 2016-2018 рр. напрацьовано важливий законодавчий інструментарій для реалізації принципів Водної Рамкової Директиви ЄС, основною метою якої є досягнення доброго екологічного стану водних масивів.

На сьогодні, апроксимація європейського законодавства у національне практично завершена. Забезпечено формування нової термінології та зміни мислення щодо управління водними ресурсами.

Для реалізації положень басейнового принципу проведено гідрографічне та водогосподарське районування території України. Визначено 9 районів басейнів річок, які закріплено у Водному кодексі України.

З метою оцінки наявності та можливості використання водних ресурсів у межах водогосподарських ділянок з урахуванням кількості та ступеня освоєння придатних до використання водних ресурсів за різних умов водності водних об’єктів затверджено Порядок розроблення водогосподарських балансів, які є складовими Планів управління річковими басейнами. [3]

Для надання відкритого доступу громадянам до інформації щодо водних об’єктів України та публікації карт щодо впровадження директив Європейського Союзу створено електронний водний кадастр – геопортал «Водні ресурси України».

Сформовано інструментарій для розробки Планів управління річковими басейнами, зокрема визначено порядок розроблення та структуру майбутніх Планів.

Для залучення громадськості до впровадження принципів інтегрованого управління водними ресурсами створено басейнові ради – платформу для врахування інтересів всіх зацікавлених сторін.

Басейнові ради – це той важливий інструмент, який дозволяє кожному громадянину приймати участь у формуванні політики водного менеджменту у кожному районі річкового басейну. Створення даного консультативно-дорадчого органу є ще одним важливим кроком

у реформуванні управління водними ресурсами у відповідності з Водною Рамковою Директивою ЄС.

Діяльність басейнової ради – один із ключових механізмів щодо забезпечення головної мети впровадження басейнового принципу управління водними ресурсами – досягнення «доброго стану» вод.

В Україні басейнові ради сформовані у 8 районах річкових басейнів: Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли, річок Причорномор'я та річок Приазов'я. Загалом сформовано 13 басейнових рад.

Здійснено інституційну трансформацію структури водного сектору. Створено нову інституційну модель управління водними ресурсами, яка дозволить забезпечити ефективний менеджмент водними ресурсами та консолідацію управлінських функцій в єдиному органі.

Запроваджуються європейські підходи у сфері моніторингу вод, зокрема створено організаційні та інституційні передумови досягнення доброго екологічного та хімічного стану масивів поверхневих, підземних і морських вод. Нові підходи у сфері моніторингу вод забезпечують діагностику реального стану водних масивів на основі нових досліджуваних показників та класифікацій екологічного та хімічного станів.

Наразі розпочато підготовку елементів Планів управління річковими басейнами. Триває визначення водних масивів з урахуванням європейських керівних документів, які транспоновані у національне законодавство.

Для цілей здійснення державного моніторингу вод визначаються основні антропогенні впливи на кількісний і якісний стан поверхневих та підземних вод, у тому числі від точкових і дифузних джерел [4].

Наступні роки Україна має забезпечити практичні кроки щодо впровадження європейської моделі моніторингу вод та встановлення екологічних цілей на основі екологічного та хімічного станів водних масивів.

Підготовка програм заходів для досягнення визначених екологічних цілей є черговим кроком розробки Планів управління річковими басейнами. Це повинні бути реальні фінансово обґрунтовані плани для кожного водного масиву.

Плани управління річковими басейнами розробляються та виконуються з метою досягнення екологічних цілей, визначених для кожного району річкового басейну [5] .

Кожен проект Плану управління річковим басейном підлягає розгляду та схваленню відповідними басейновими радами. Виконання цих кроків повинно бути завершено у 2024 р. Саме до цього часу Україна має забезпечити затвердження Кабінетом Міністрів України Планів управління річковими басейнами для всіх 9 районів річкових басейнів.

На сьогодні Україна перебуває на середині шляху розробки Планів управління річковими басейнами. Запроваджено ряд важливих та необхідних змін у водній політиці України. Наразі настав час для практичної їх реалізації. Від ефективності їх виконання залежить досягнення головної мети Водної Рамкової Директиви ЄС – досягнення доброго екологічного стану вод.

Список літератури

1. Звіт Організації Об'єднаних Націй «Розвиток водних ресурсів 2019» (The United Nations World Water Development Report 2019), с.14, URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306. ***2.*** Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради "Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики" від 23 жовтня 2000 року, Офіційний вісник Європейського Союзу, від 21.03.2008 - 2000/L0060/. ***3.*** Про затвердження Порядку розроблення водогосподарських балансів: наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 26.01.2017 № 26, Офіційний вісник України, 17.03.2017, № 22, ст. 637. ***4.*** Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758, Офіційний вісник України, від 05.10.2018, № 76, стор. 84. ***5.*** Водний кодекс України: Постанова ВР № 214/95-ВР від 06.06.95, ВВР, 1995, № 24, ст.190 Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст.189

УДК 556.166

Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Гопцій М.В., Тодорова О.І.
Одеський державний екологічний університет, м. Одеса

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В РАЙОНІ БАСЕЙНУ ДНІПРА З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ

Для розрахунку максимального стоку весняного водопілля різної ймовірності перевищення в районі басейну Дніпра в межах України рекомендується формула операторного вигляду, запропонована Гопченко Є.Д. (2000) та модифікована Овчарук В.А. (2017):

$$q_p = q'_{1\%}\psi(t_p / T_0)\varepsilon_F r\lambda_p k_{зм} \text{ , м}^3\text{/с·км}^2, \quad (1)$$

де $q'_{1\%}$ - розрахунковий модуль схилового припливу 1%-ої ймовірності перевищення; $\psi(t_p / T_0)$ – трансформаційна функція, яка обумовлена часом руслового добігання; ε_F – коефіцієнт русло-заплавного регулювання; r – коефіцієнт трансформації, зв'язаний з наявністю на водозборі озер, водосховищ чи ставків руслового типу; λ_p – коефіцієнт переходу від опорної 1%-ої ймовірності перевищення до будь-якої іншої; $k_{зм}$ – коефіцієнт змін клімату, який розраховується за необхідності їх врахування.

Для здійснення розрахунків необхідний такий мінімум вихідних даних: площа водозбору (F, км^2), середньозважений уклон водотоку (I, ‰), гідрографічна довжина річки (L, км), залісеність водозбору ($f_л$, %), заболоченість водозбору ($f_б$, %). Порядок розрахунку опорного значення $q_p = q_{1\%}$ здійснюється в такій послідовності:

1. Максимальний модуль схилового припливу $q'_{1\%}$ обчислюється за формулою

$$q'_{1\%} = 0{,}28\frac{n+1}{n}\frac{1}{T_0}(S_m + \sum X)_{1\%}\eta \text{ , м}^3\text{/(с·км}^2\text{)}, \quad (2)$$

де $(n+1)/n$ – коефіцієнт нерівномірності схилового припливу до руслової мережі; T_0 – тривалість схилового припливу (у годинах); η – коефіцієнт стоку; S_m – максимальні снігозапаси до початку водопілля; X – кількість опадів від дати S_m до закінчення водопілля.

1.1 Коефіцієнт нерівномірності схилового припливу в період весняного водопілля $(n+1)/n$ для річок басейну Дніпра дорівнює 13,04[1];

1.2 Тривалість схилового припливу T_0 визначається у такому порядку:

- за регіональною картою[1] по геометричних центрах водозборів визначаться величина T_0 (за умови $f_б = 0$ і $f_л = 0$);

- за схемою районування[1] визначається район, до якого відноситься водозбір;

- коефіцієнти впливу заболоченості ($k_б$) та залісеності ($k_л$) на тривалість схилового припливу T_0 (год) визначаються як:

$$k_б = 1 + a_{k_б}\lg(f_б + 1)$$
$$k_л = 1 + a_{k_л}\lg(f_л + 1), \quad (3)$$

де $a_{k_б}$ для I району дорівнює 1,78, а для II - 0,92; $a_{k_л}$ = 0,78 (I район) та 0,47 (II район);

- з урахуванням отриманих коефіцієнтів шукана величина T_0 розраховується як:

[1] Звіт з науково-дослідної роботи «Нормування розрахункових величин максимального весняного стоку рідкісної ймовірності перевищення в басейні р.Дніпро», № ДР 0117U002424

$$T_0 = (T_0)_{f_л=0,\, f_б=0} \cdot k_л \cdot k_б\,; \qquad (4)$$

1.3 Коефіцієнт стоку η знімається з регіональної карти[1] по геометричних центрах тяжіння водозборів;

1.4 Сумарне надходження води на водозбір визначається як

$$(S_m + \sum X)_{1\%} = (\bar{S}_m + \sum X) k_{1\%}\,, \qquad (5)$$

де $\bar{S}_m$ - середня багаторічна величина максимальних снігозапасів на початок водопілля, яка визначається за регіональною картою[1] по геометричних центрах водозборів. Для врахування розбіжності у снігозапасах в полі і в лісі снігозапаси на басейні визначаються як середньозважене значення $S_{m_{сер.зв}} = S_{m_n}(1 + 0{,}21 f_л)$; $\sum X$ - кількість опадів за період весняного водопілля $\bar{X} = 19{,}7 k_T (F+1)^{0{,}126}$; $k_{1\%}$ - модульний коефіцієнт забезпеченістю $P = 1\%$, який розраховується за допомогою таблиць трипараметричного гама-розподілу, маючи на увазі, що $k_{1\%} = f(P = 1\%; Cv; Cs/Cv)$. Значення коефіцієнту варіації максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля представлені у вигляді карти[1], а величина C_s/C_v - для досліджуваного басейну прийнята на рівні 1,5;

2. Трансформаційна функція розраховується як:

$$\psi(t_p/T_0) = \begin{cases} 1 - 0{,}88\left(\dfrac{t_p}{T_0}\right)^{0{,}09} & \text{при } 0 < \dfrac{t_p}{T_0} < 1{,}0 \\ 0{,}082\,\dfrac{T_0}{t_p}\left[2 - 0{,}52\left(\dfrac{T_0}{t_p}\right)\right] & \text{при } \dfrac{t_p}{T_0} \geq 1{,}0 \end{cases} \qquad (6)$$

або при обмеженості морфометричної інформації

$$\psi(t_p/T_0) = e^{-\gamma(\lg(F+1))}\,, \qquad (7)$$

де γ - показник степені (зона мішаних лісів -0,469, лісостепова -0,472, степова -0,510);

2.1 Час руслового добігання t_p, в свою чергу, визначається як $t_p = L/V_д$, через довжину річки та швидкість руслового добігання;

2.2 Швидкість руслового добігання $V_д$ визначається за формулою $V_д = a_0 F^{\beta_1} I_{зв}^{0{,}33}$ з урахуванням параметрів, наведених у відповідній таблиці[1];

3. Коефіцієнт русло-заплавного регулювання $\varepsilon_F = e^{-0{,}39\lg(F+1)}$, а при $F \langle 100\,км^2$ за відповідною таблицею[1];

4. Коефіцієнт руслової трансформації r пропонується визначати за рекомендаціями нормативного документу СНиП 2.01.14-83;

5. Якщо є необхідність переходу від опорної 1%-вої забезпеченості до інших (P = 3, 5, 10 %), тоді визначається коефіцієнт забезпеченості $\lambda_{3\%}$ =0,80; $\lambda_{5\%}$ =0,71; $\lambda_{10\%}$ =0,58;

6. Якщо на етпах первинної статистичної обробки виявлено наявність значущих трендів у величинах максимальних витрат води та аналіз показує, що ці тренди обумовлени сучасними змінами клімату, то у розрахунковій методиці є можливість врахування змін клімату через коефіцієнт:

$$k_{зм} = \frac{((\bar{S}_m + \Sigma\bar{X}) \cdot \eta)_{прогн}}{((\bar{S}_m + \Sigma\bar{X}) \cdot \eta)_{сучасн.}}\,; \qquad (8)$$

В формулі (8) прогнозні значення середньобагаторічних максимальних снігозапасів, опадів та коефіцієнтів стоку весняного водопілля отримані з використанням їх залежностей від прогнозних значень температури та опадів за обраним сценарієм та моделлю. Відповідні сучасні значення тих же самих величин отримані за результатами розрахунків по

наявних рядах спостережень. Точність розрахункової методики становить ±21,7%. при точності вихідної інформації по витратах води 1 % забезпеченості ±21,4%.

УДК 556.166

Овчарук В.А., Іващенко С.В
Одеський державний екологічний університет

ОЦІНКА ОДНОРІДНОСТІ ТА СТАЦІОНАРНОСТІ ЧАСОВИХ РЯДІВ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ В СУББАСЕЙНІ Р.ДЕСНА

В умовах сучасних кліматичних змін в Україні, так і як в світі в цілому суттєво підвищується ймовірність настання екстремальних гідрологічних явищ, зокрема, паводків різного походження.

Для більшості рівнинних річок України максимальний стік дощових паводків за своїми абсолютними величинами є значно меншим, ніж величини максимальних витрат води весняного водопілля, але в окремі роки можливі перевищення максимальних витрат води паводків над водопіллями, перш за все, на малих водозборах. На відміну від водопілля, паводки виникають нерегулярно, та якщо вони відбуваються послідовно один за одним, можуть спричинити повінь.

Умови формування дощових паводків залежать від взаємодії *метеорологічних чинників*, які значно змінюються в часі та просторі, і саме вони визначають характер випадіння зливових опадів (інтенсивність, тривалість, площу зрошення), а також чинників *підстильної поверхні* водозборів, які визначають величину втрат на інфільтрацію, швидкість та час добігання по схилах та руслу річки. Взаємодія цих чинників визначається фізико-географічними умовами території басейну річки [1,2].

Для аналізу часових рядів максимального стоку дощових паводків в суббасейні р. Десни використана багаторічна інформація про максимальні витрати та шари стоку води дощових паводків по 12 гідрологічних постах Державної Гідрометслужби ДСНС України с періодом спостережень від їх початку до 2015 р. включно.

Враховуючи той факт, що на сучасному етапі в рядах стоку часто спостерігаються тренди різних направленостей необхідним є перевірка часових рядів на статистичну однорідність у часі. Для перевірки часових рядів максимальних витрат води і шарів стоку дощових паводків в суббасейні р. Десни використані дані постів з періодом спостережень більше 40 років. Перевірка проводилась на рівнях значущості *P=1%* та *P=5%* за двома параметричними критеріями (Фішера та Стьюдента) та непараметричним – Уілкоксона[2].

За критерієм Фішера, який оцінює однорідність дисперсій, при *P=1%* виявилися *неоднорідними* 3 ряди максимальних витрат води дощових паводків річок суббасейну р.Десна, а при рівні значущості *P=5 %* – 5 постів були неоднорідними, тобто майже половина вихідної інформації. За критерієм Стьюдента при *P=1%* виявлено *неоднорідність* у 2-х, а при *P=5 %* - у 3-х випадках.

Максимальний стік дощових паводків характеризується не тільки витратами води, але й також шарами стоку. Результати аналізу часових рядів шарів стоку показали що, за критерієм Фішера, також як і за критерієм Стьюдента, при *P=1%* всі ряди є *однорідними*, при *P=5 %* - лише 1 ряд є *неоднорідний*.

Отже, як по максимальних витратах, так й по шарах стоку паводків ряди у більшості випадків є *однорідними*.

При встановленій неоднорідності рядів виникає необхідність проаналізувати хронологічний хід стоку в цих рядах з подальшою метою виявлення характеру можливих трендів, тобто тенденцій спрямованих або у бік збільшення або у бік зменшення стоку річки.

З цією метою були побудовані хронологічні графіки ходу максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків. Аналізуючи отримані результати, можна зазначити, що на річках досліджуваного басейну Десни у більшості випадків спостерігається від'ємний тренд, як по максимальним витратам, так і по шарам стоку води дощових паводків.

Наочне просторове уявлення про характер напрямків тенденцій у часових рядах

стоку можна побачити на (рис.1.) максимальні витрати води дощових паводків (рис.1. (а)), і шари стоку дощових паводків (рис.1.(б)).

Для всіх постів суббасейну р.Десни, на яких встановлена наявність трендів, виконана перевірка значущості коефіцієнтів кореляції. На картах червоним кольором позначено значущий тренд, синім – незначущий тренд, знак «**+**» вказує на наявність тенденцій зростаючого вигляду, знак «**–**» убутного вигляду, по максимальним витратам води дощових паводків тренди виявилися значущими для 3 рядів (рис.1 (а)), за даними по шарам стоку -лише для 2 (рис.1. (б)).

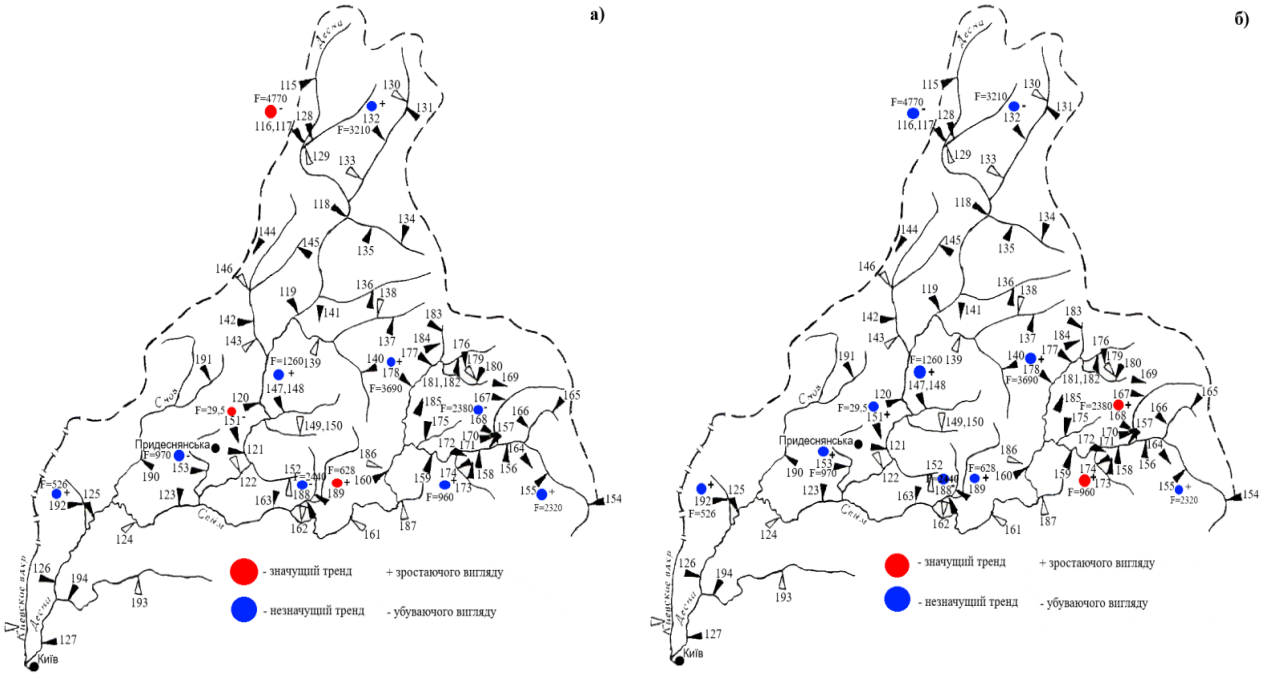


Рис.1. **Оцінка значущості трендів часових рядів максимальних витрат води (а) та шарів стоку (б) дощових паводків в суббасейні р. Десна**

Причиною виявлених трендів можуть бути сучасні кліматичні зміни, які призводять до внутрішньорічного перерозподілу стоку, зокрема зменшення максимальних витрат дощових паводків.

З метою обґрунтування можливості застосування статистичних методів до рядів на яких виявлена статистична неоднорідність, побудовані різницево-інтегральні криві у відносних величинах – модульних коефіцієнтах хронологічних рядів максимальних витрат води і шарів стоку дощових паводків.

Аналіз побудованих різницево-інтегральних кривих максимальних витрат і шарів стоку дощових паводків показав, що для більшості річок суббасейну р. Десни характерним є наявність нетривалих циклічних коливань, які у більшості випадків є синхронними та синфазними, але трапляються і поодинокі випадки високих та визначних паводків (р.Івотка-с.Івот F=1260 км^2 у 1999 р. Q_{max} - 88,4 м^3/с, р.Убідь-с.Кудрівка F=970 км^2 1984 р. Q_{max} - 36,2 м^3/с, р.Головесня-с.Пакошичі F=29,5 км^2 Q_{max} -15,8 м^3/с).

Таким чином, отримані результати дозволяють дійти висновку, про можливість у подальших розрахунках використовувати стандартні статистичні методи оцінки часових рядів дощових паводків.

Список літератури

1. *Гопченко Є.Д.* Екстремальні гідрологічні явища: паводки і посухи на території гірських регіонів України: монографія/ за ред. Є.Д.Гопченка; Одеськ. держ. екол-ний ун-т. Одеса: ТЕС, 2018. 324 с. ***2.*** Гідрологічні розрахунки: підручник */ Є.Д.Гопченко, Н.С.Лобода, В.А. Овчарук;* Одеський державний екологічний університет, Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.

УДК 556.16

Овчарук В.А. [1], Маргарян В.Г. [2], Гопцій М.В. [1], Боровська Г.А. [1]
[1]Одеський державний екологічний університет, м. Одеса
[2]Єреванський державний університет, м. Єреван, Вірменія

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК ГІРСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ВІРМЕНІЇ ТА УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

За оцінками світових експертів в останні роки на нашій планеті стали частіше спостерігатися екстремальні погодні явища, які мають свій негативний вплив на розвиток світової економіки. Серед розглянутих природних явищ особливе місце займають паводки різного походження, які поряд з ураганами, мають найбільшу повторюваність. Найбільш паводконебезпечними територіями, як правило, є гірські райони. У Вірменії це практично вся територія країни, а в Україні таким регіоном є Українські Карпати.

В якості вихідного матеріалу використані результати фактичних спостережень «Служби по гідрометеорології та активного впливу на атмосферні явища» МНС Республіки Вірменія та дані державної гідрометеорологічної служби ДСНС України за весь період інструментальних спостережень. У даній роботі використовувалися результати спостережень за максимальним стоком паводків на 16 водозборах річок Вірменії з площами від 67,5 км^2 (р. Іллігет - Джрадзор) до 3740 км^2 (р. Дебед - Айрум), а також по 29 водозборах річок Українських Карпат з діапазоном площ від 18,1 км^2 (р. Кам'янка - с. Дора) до 6890 км^2 (р. Прут - м. Чернівці).

На території ***Вірменії*** максимальні витрати води в основному проходять в період весняних повеней і формуються переважно за рахунок сніготанення і дощових вод, які можуть проявлятися як окремо, так і спільно (змішаний тип). Аналіз супутникових знімків, діаграм вертикального розрізу атмосфери показав, що значна частина максимальних витрат води річок Вірменії спостерігаються при зміщенні молодого циклону з Алжиру або Єгипту, а далі, при максимальному розвитку, звідти зміщується на територію республіки. Аналогічний процес спостерігався 15-18 квітня 1968 р., 1-5 травня 1969 р., 5-6 березня 2004 р., 30 квітня - 3 травня 2007 р. В цей час із-за підвищення температури повітря і зливових опадів на річках Вірменії спостерігалося значне зростання витрат води.

Аналізуючи дати проходження абсолютних максимумів на річках Вірменії також можна відзначити, що тенденції до збільшення числа випадків катастрофічних паводків різного походження за останні роки не спостерігається. Так максимальні за весь період спостережень витрати води спостерігалися з 1942 по 2007 роки, причому після 2000 року мав місце лише один випадок на р. Агстев- Іджеван (29.04.2007).

За умовами формування стоку в гірській і передгірській зонах ***Українських Карпат*** виділяються три гідрологічні райони: Закарпатський, Передкарпатський та Подільський.

Річний хід рівня води на річках різних гідрологічних районів є неоднаковим. Підйом рівня води весняного водопілля на річках гірських районів зазвичай починається в середині-кінці березня, одночасно з початком танення снігу в горах. Ранні терміни початку підйому рівня води весняного водопілля випереджають середні на 1-1,5 місяці, а пізні запізнюються всього на один-два тижні.

До числа виключно високих на території Українських Карпат можна віднести паводки 1911, 1913, 1957, 1969, 1998, 2001, 2008 рр. Синоптичні ситуації 13-15 грудня 1957 року, в кінці жовтня і на початку листопада 1998 року та 3-5 березня 2001 року мають певну схожість.

Дуже сильні дощі були в основному обумовлені впливом низьких приземних баричних утворень у вигляді активних хвиль на холодному фронті при південно-західному перенесення теплих і холодних повітряних мас на висотах 3-5 км. Найбільш показовим є паводок 2008 року, в результаті проходження якого Україна опинилася на дев'ятому місці згідно з рейтингом CRED [1], коли постраждали близько 225000 і загинули 38 осіб.

Дослідження часових тенденцій в хронологічних рядах максимального стоку. Для всіх обраних річок Вірменії побудовані хронологічні графіки зміни абсолютних максимальних витрат води. Аналіз показав, що в рядах багаторічних спостережень переважно переважає тенденція зменшення максимальних витрат води, що підтверджується більш ранніми дослідженнями. Серед вивчених 53 постів (з 84 діючих постів) на 49-х (тобто, в 92% випадках) спостерігається тенденція зменшення абсолютних максимальних витрат води, і тільки на 4 постах спостерігається тенденція збільшення. На нашу думку, це зумовлено тією обставиною, що на території республіки відмічаються зростання температури повітря і повторюваності відлиг взимку, а отже зменшенням запасу води в снігу.

Аналогічні графіки також побудовані для річних максимальних витрат води на річках Українських Карпат. Їх аналіз показує, що на досліджуваних водозборах спостерігається як збільшення (14 випадків або 48%), так і зменшення стоку (13 випадків або 45%), а в деяких випадках - незмінність (2 випадки або 7%) в коливаннях максимальних річних витратах води. На відміну від території Вірменії, певної закономірності в розподілі трендів не спостерігається, кількість негативних і позитивних випадків трендів практично однаково, як в регіоні Закарпаття, так і в Прикарпатті.

Заключним етапом роботи стало дослідження закономірностей зміни максимальних річних витрат води від фактров підстильної поверхні - площ водозборів і їх середніх висот.

Аналізуючи отримані залежності можна відзначити, що для обох розглянутих територій спостерігається закономірне зменшення абсолютних максимальних модулів стоку зі збільшенням площ водозборів, залежності носять лінійний характер і підтверджуються значущими коефіцієнтами кореляції. З іншого боку, враховуючи, що розглядаються гірські регіони, побудовані залежності досліджуваної величини від середніх висот водозборів.

Для території Вірменії значущою залежності не спостерігається, що можна пояснити різною експозицією схилів по відношенню до основного напряму перенесення вологих повітряних мас. Інша картина спостерігається для Українських Карпат - тут спостерігається закономірне зростання максимальних модулів стоку зі збільшенням висоти місцевості. Наявність подібних залежностей відкриває перспективи подальших досліджень з розробки регіональних методик визначення максимального річного стоку невивчених в гідрологічному відношенні річок.

Висновки:

- вивчення закономірностей формування максимального стоку річок в умовах регіональних і глобальних змін клімату є актуальним завданням сучасної географічної науки;
- аналіз даних по річних максимумів стоку показав, що для території Вірменії найбільш характерні дати проходження максимумів в весняно-літній період, в той час як на території Українських Карпат, паводки можуть спостерігатися протягом всього календарного року;
- тимчасові тенденції в ході багаторічних максимальних витрат води не носять однозначного характеру. На території Вірменії спостерігається переважання негативних трендів, для річок Українських Карпат негативні і позитивні тренди характерні в рівній мірі;
- наявність стійких зв'язків між річними максимумами і площами водозборів річок показує можливість розробки методики для визначення максимальних річних витрат невивчених річок Вірменії та Українських Карпат.

Список літератури

1. CRED. Natural Disasters 2017. Brussels: CRED; 2018 EM-DAT file dated 02/07/2018.

УДК 556,531:556,18:311

Осадча Н.М., Ковальчук Л.А.
Український Гідрометеорологічний інститут, м. Київ

РОЗДІЛЕННЯ ФАКТИЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ГІДРОХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТ НА ПРИРОДНУ ТА АНТРОПОГЕННУ СКЛАДОВУ НА ОСНОВІ КОРОТКИХ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ШЛЯХОМ ГЕНЕРАЦІЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ЕКВІВАЛЕНТНИХ ЗНАЧЕНЬ КОНЦЕНТРАЦІЙ

Запропонована методологія розділення фактичних концентрацій гідрохімічних компонент на природну та антропогенну складову базується на теорії випадкових процесів. Для уникнення термінологічних непорозумінь нами узгоджено термін референційні умови Водної директиви (EU Water Framework Directive 2000/60/EC Definitions of Main Terms), з визначенням згідно теорії випадкових процесів, як нормальний статистичний розподіл природних концентрацій компоненту. Розподіл Гауса ідентифікувався за модифікованою нами методикою по тій частині ранжированого від меншого до більшого значення фактичних концентрацій, коли незміщені оцінки ексцесу та ексцентриситету не виходили за 95%-ні довірчі інтервали їх незміщених похибок [1, 2]. У випадку коротких рядів спостережень ідентифікація закону Гауса суттєво ускладнювалась, через значні похибки оцінювання ексцесу та ексцентриситету при кількості спостережень менше 100 значень. В цьому зв'язку було збільшено кількість значень наявних концентрацій шляхом генерації статистично еквівалентних їм величин [3].

Алгоритм генерації продемонстровано на прикладі 60-ти спостережень за азотом амонійним в р. Десна вище пункту спостережень Літки з 28.10 по 28.12.1993 рр. Спочатку було розраховано:

1) параметри статистичного розподілу фактичних концентрацій $N(NH_4)$ мг/дм^3 : математичне очікування, стандартне відхилення, ексцентриситет, ексцес та їх 99%-ні довірчі інтервали;

2) ідентифіковано за допомогою аналітичної моделі Gaussian 1 закон статистичного розподілу концентрацій $N(NH_4)$;

3) визначено похибки щільності імовірності розподілу концентрацій $N(NH_4)$ при їх 95%-ному довірчому інтервалі, як суму похибок зміщення оцінки щільності імовірності *b* та дисперсії оцінки щільності імовірності концентрацій *Var* [4];

4) отримано верхню $E_{[p(x)60\ +2(\ b+Var)]}$ та нижню $E_{[p(x)60\ -2(\ b+Var)]}$ межу 95%-ної достовірності щільності імовірності концентрацій $N(NH_4)$ (рис.1). Затим:

5) згідно щільності імовірності верхньої межі виконано генерацію 960-ти значень еквівалентних випадкових величин;

6) проведено ранжирування генерованих еквівалентних випадкових значень концентрацій від меншого до більшого;

7) визначено граничну межу референтного стану концентрацій $N(NH_4)$ по ряду еквівалентних значень завдяки не перевищенню незміщених оцінок ексцесу та ексцентриситету їх 99%-них довірчих інтервалів, що склала 0,14 мг/дм^3 (рис.2а);

8) згідно щільності імовірності нижньої межі виконано генерацію 937-ми значень еквівалентних випадкових величин;

9) проведено ранжирування генерованих еквівалентних випадкових значень концентрацій від меншого до більшого;

10) визначено граничну межу референтного стану концентрацій $N(NH_4)$ по ряду еквівалентних значень завдяки не перевищенню незміщених оцінок ексцесу та ексцентриситету їх 99%-них довірчих інтервалів, що склала 0,18 мг/дм^3 (рис.2б).

Таким чином, з достовірністю 0,95 визначено інтервал можливих граничних значень природного стану азоту амонійного, а саме: 0,14 – 0,18 мг/дм^3.

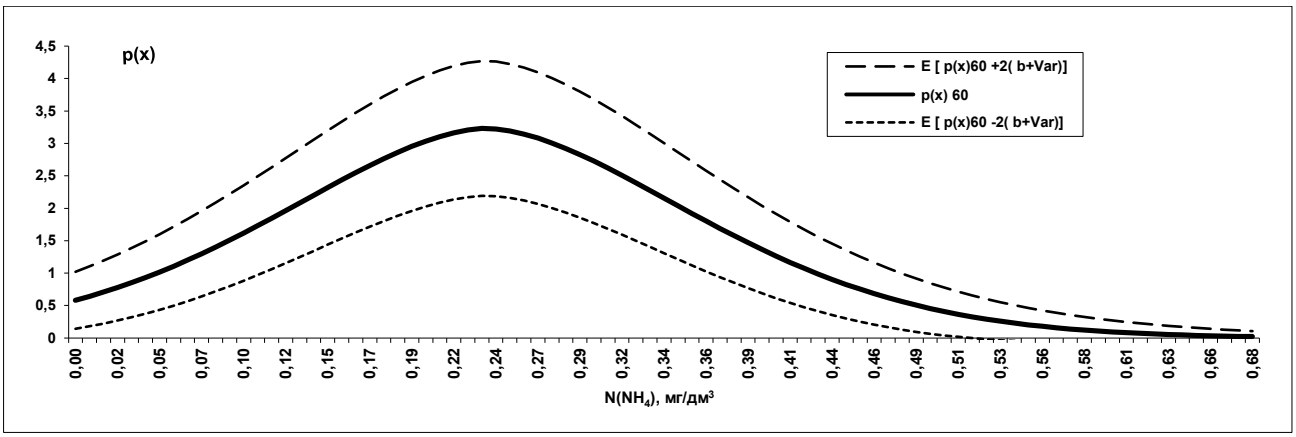
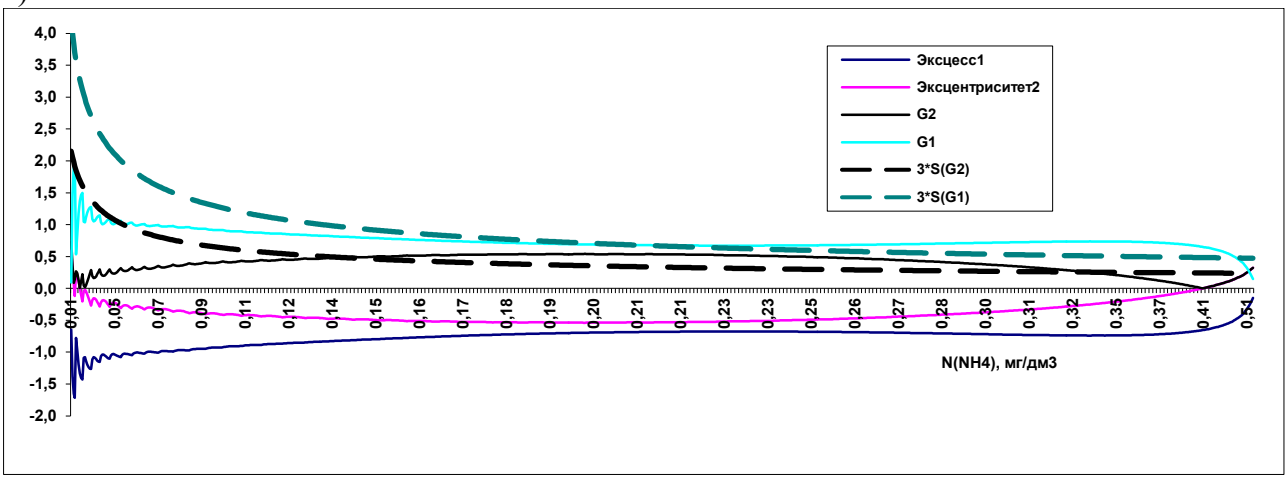


Рис. 1. **Закон статистичних розподілів фактичних концентрацій азоту амонійного *p(x)*, ідентифікованого по моделі G1, з 95%-ними довірчими інтервалами, обумовленими похибками зміщення *b* та дисперсії *Var* оцінок щільності імовірності $E_{[p(x)60 +2(b+Var)]}$, $E_{[p(x)60 -2(b+Var)]}$**

а)



б)

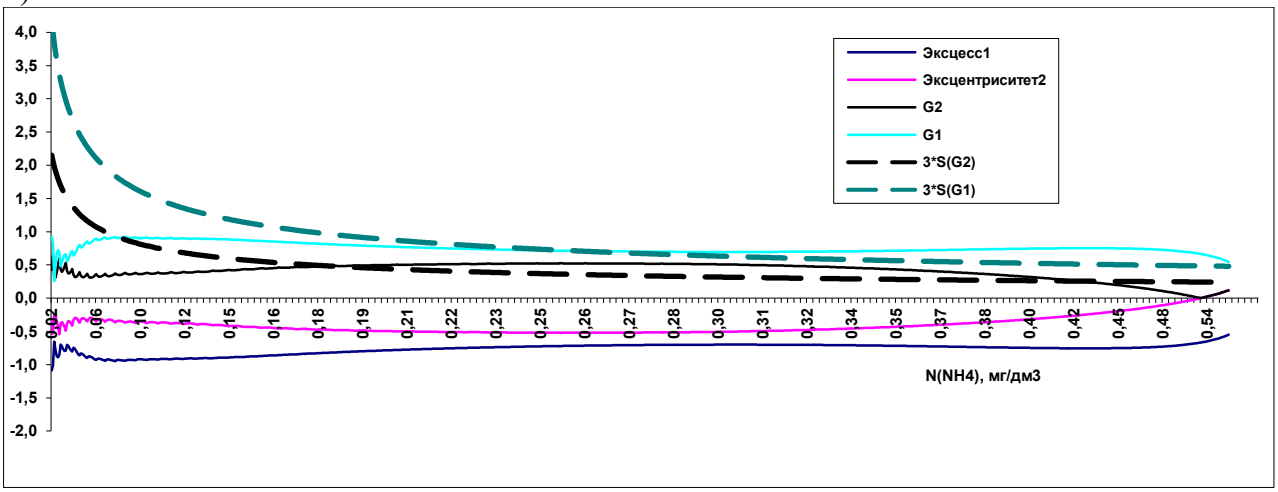


Рис.2. **Статистичні параметри ранжированих рядів:** *а) з 960-ти значень концентрацій азоту амонійного, генерованих завдяки щільності ймовірностей, що ідентифікована по G1 ($E_{[p(x)60 + 2(b+Var)]}$); б) з 937-ми значень концентрацій азоту амонійного, генерованих завдяки щільності ймовірностей, що ідентифікована по G1 ($E_{[p(x)60 - 2(b+Var)]}$)*

Список літератури

1. *Львовский Е.Н.* Статистические методы построения эмпирических формул. М.: Высш. Шк., 1988. 239 с. ***2.*** *Большаков В.Д.* Теория ошибок наблюдений. М.: Недра, 1983. 223 с. ***3.*** *Колмогоров А.Н.* Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука, 1974. 120 с. ***4.*** *Бендат Дж., Пирсол А.* Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. М.: Мир, 1989. 540 с.

УДК 556.541.3/.4; 556.531

Осадча Н.М., Осадчий В.І., Ухань О.О., Клебанов Д.О., Лузовіцька Ю.А., Білецька С.В.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ БІОГЕННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА ПОВЕРХНЕВІ ВОДИ БАСЕЙНІВ НИЖНЬОГО ДУНАЮ, ДНІСТРА ТА ПРУТУ

Підвищений вміст біогенних елементів є одним із важливих чинників, що зумовлює погіршення екологічного стану поверхневих вод. Не дивлячись на значне скорочення економічної діяльності, що триває в України з початку 1990-х рр. та наявність у водних екосистемах низки процесів, спрямованих на зменшення концентрацій біогенних елементів, у багатьох водних об'єктах України спостерігається істотний рівень забруднення різними формами сполук азоту і фосфору (Осадчий, 2000, Осадчий та ін. 2016, Клебанов та ін. 2006).

Біогенні елементи відносяться до ключових поживних елементів, які стимулюють розвиток автотрофних гідробіонтів і забезпечують підтримання у воді первинної продукції та накопичення органічної речовини. Зростання вмісту у воді біогенних елементів призводить до неконтрольованого розвитку вищих водяних рослин та водоростей, наслідком чого є небажане порушення балансу організмів у водному об'єкті та зниження якості води. Вказане явище широко відоме під терміном евтрофікації або «цвітіння» води (Dodds W. K., 2002, Edmondson W. T., 1995, Сиренко, Гавриленко, 1978,

У зв'язку зі здатністю багатьох бактерій і ціанобактерій до фіксації азоту повітря тривалий час вважалося, що розвиток автотрофних організмів у воді лімітує фосфор. Сучасними дослідженнями переконливо доведено, що розвиток окремих видів угрупування фітопланктону може обмежуватись різними елементами (Hecky and Kilham, 1988; Maberly et al., 2002).

У внутрішніх прісних водах основим лімітуючим елементом є фосфор, присутність якого сприяє повнішому використанню фітопланктоном наявного у воді азоту. Для перехідних і прибережних вод більшу роль у процесі евтрофікації відіграє вміст азоту (Correll D. L. 1999). Стимулююча здатність окремо фосфору і азоту проявляється значно менше, ніж за їхньої спільної присутності (Dodds, 2006, Коплан-Дикс, Назаров, 1985).

Зазначене вказує, що контроль над вмістом біогенних елементів у воді є одним із важливих чинників для забезпечення нормального функціонування водних екосистем та підтримання якості води.

Біогенні елементи у поверхневі водні об'єкти надходять від точкових та розподілених (дифузних) джерел. До перших відносять прямі водовипуски стічних вод населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств. До других – вимивання з водозбірної території під час випадіння атмосферних опадів.

Для успішного управління біогенним забрудненням вод важливо кількісно оцінити окремі потоки азоту і фосфору у межах водозбору та визначити основні чинники, що їх зумовлюють.

Проведено кількісну оцінку величини емісійних потоків біогенних речовин у межах водозборів Дністра, Пруту та Нижнього Дунаю та показано вплив на них окремих джерел.

Виконані розрахунки ґрунтувались на застосуванні концептуальної моделі, яка враховувала основні шляхи надходження досліджуваних речовин від точкових та розподілених джерел. Серед останніх до уваги брали атмосферні випадіння, вплив сільського населення та вимивання з водозбірної площі у межах різних типів ландшафту (орні землі, луги та пасовища, залісені території).

Всього з водозбірної території басейну Дністра у середній за водністю рік надходить 4787,8 т/рік сполук загального азоту (ЗА) та 683,9 т/рік сполук загального фосфору (ЗФ). Під загальним азотом і фосфором розуміли сумарну кількість їхніх неорганічних та органічних форм. Для Нижнього Дунаю емісійні потоки ЗА та ЗФ відповідно становили 2792,7 т/рік та 127,0 т/рік. З водозбірної території басейну Прута надходить 5984,9 т/рік ЗА та 572,5 т/рік ЗФ.

Серед точкових джерел основна частка забруднення біогенними елементами формується під впливом стічних вод населених пунктів, що пояснюється домінуванням комунально-господарських вод у загальному обсязі водовідведення. Так, у басейні української частини Дунаю відносна частка стічних вод населених пунктів досягала 57%, а у басейні Дністра – 67%.

Загальне навантаження на водні об'єкти від населення у досліджуваних басейнах істотно відрізнялося і у вимірі відносної одиниці еквіваленту населення (ЕН) змінювалось у порядку збільшення від басейну Нижнього Дунаю (ЕН=293 048) до Прута (ЕН=760 487). Найбільшим цей показник був у басейні Дністра – ЕН=2 675 756.

Основна частка емісійного потоку біогенних елементів формувалася за рахунок великих міст, ЕН яких перевищував 10 000. У басейнах Нижнього Дунаю та Прута таких міст було по 4, а їхня відносна частка становила відповідно 46% та 44%. У басейні Дністра частка міст з ЕН>10000 перевищувала 63% і налічувала всього 37 міст. Порівнявши ці дані з часткою очищених стічних вод, у басейнах Прута та Дністра отримали практично ідентичні показники. Це значить, що у досліджуваних нами річкових басейнах стічні води збираються та очищуються тільки у великих містах (ЕН>10000). У басейні Нижнього Дунаю з 4-х великих міст стічні води обробляються тільки у м. Ізмаїл, що становить близько 28% загальної кількості згенерованих стічних вод. В Україні до цього часу основним видом оброблення стічних вод є біологічний метод, який дозволяє вилучати до 35% сполук азоту і 20% сполук фосфору. Таким чином, більша частина стічних вод населених пунктів, здебільшого це населені пункти з ЕН= 2–10 тис. надходить до водних об'єктів-приймачів без попередньої обробки і спричиняє їхнє забруднення. Розрахунки показали, що у басейнах, які розглядаються у цій роботі, найбільший вплив чинить м. Чернівці, стічні води якого спричиняють збільшення стоку азоту мінерального у нижче розташованій ділянці р. Прут на 70%, а фосфору мінерального – на 67%.

Роль сільського населення у забрудненні вод ЗА коливається у межах 32-56%, ЗФ – 29-50%.

Розрахунки показали, що найбільшу роль у формуванні емісійних потоків біогенних елементів відіграє сільське господарство. Частка емісії ЗА, зумовлена цим чинником, змінювалась від 48% у басейні Прута до 67% і 74% відповідно у басейнах Нижнього Дунаю і Дністра. Для сполук ЗФ характерна інша особливість. Розрахунки показали, що тільки у басейні Нижнього Дунаю емісія ЗФ формується переважно за рахунок сільськогосподарських земель (74%). У інших досліджуваних басейнах вплив аграрного виробництва оцінюється у межах 25% (р. Прут) та 50% (р. Дністер). Порівняно із азотом на міграцію ЗФ великий вплив справляють точкові джерела. Це пов'язано із застосуванням фосфатів та фосфонатів у мийних засобах. Практика обмеження або заборони використання у них фосфорних добавок, введена країнами ЄС, призвела до істотного скорочення забруднення вод фосфором.

Невідповідне застосування добрив під час вирощування рослинної продукції, недотримання умов зберігання відходів тваринництва призводить до їхнього вимивання, що, з одного боку, викликає забруднення водних екосистем, а з іншого - приносить втрати виробникам. Дотримання фермерами кращих методів ведення сільськогосподарських робіт дозволить попередити негативні екологічні наслідки для водних об'єктів.

УДК 556.55

Романова Є.О., Шакірзанова Ж.Р.
Одеський державний екологічний університет м. Одеса

СОЛЬОВИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА КАТЛАБУХ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСОВОЇ МІНЛИВОСТІ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ЗА РІЗНИХ СЦЕНАРІЇВ ВОДООБМІНУ ВОДОЙМИ

Згідно вимог законодавчої бази Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС (про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики) відносно Плану управління річковим басейном Дунаю (у межах України) необхідним є забезпечення

досягнення доброго статусу водних об'єктів, як поверхневих, так і підземних та визначення чітких механізмів (програм заходів).

Придунайське озеро Катлабух розташоване в Одеській області і є регульованою водоймою. Головним джерелом водообміну і водооновлення озера є р. Дунай, з якою воно з'єднується через канали «Желявський» та «Суспільний».

Мінералізація та хімічний склад вод водоймищ формується та змінюється внаслідок впливу природніх та антропогенних факторів [1]. У 1950-60-х роках в басейні озера Катлабух проводились водогосподарські заходи щодо регулювання водообміну задля задоволення потреб сільського господарства та рибальства. В деякі роки забори води сягали 60-70 млн.м^3 і більше. В останнє десятиріччя через скорочення масштабів зрошування земель забори води з озера значно зменшились, а підкачки води з р. Дунай взагалі майже припинились. Це призвело до погіршення якості води. Зокрема, мінералізація в оз. Катлабух в останні роки сягала 2,0-2,5 г/дм^3, що у 2-2,5 рази перевищує допустимі норми для питної та зрошувальної води.

Зміна мінералізації вод та її мінливість у водоймі протягом року визначаються надходженням та витратою води та солей разом з нею. Сольовий баланс водойм розглядався в роботах авторів [1-3].

Базуючись на рівнянні водного балансу [4], рівняння сольового балансу (1) можна записати у такому вигляді:

$$\begin{aligned} &W_1S_1 + V_PS_P + V_rS_r + V_bS_b + V_gS_g + V_{dr}S_{dr} + V_DS_D = \\ &= W_2S_2 + V_fS_f + V_zS_z + V_{D'}S_{D'} + V_{oz}S_{oz}, \end{aligned} \quad (1)$$

де S_1 і S_2 – середні по озеру мінералізація на початку та в кінці розрахункових місяців; W_1 і W_2 – об'єми води в озері на початку та у кінці розрахункових місяців; S_P - мінералізація води в опадах; S_r - мінералізація води в річках, які впадають в озеро; S_b - мінералізація вод бічного припливу; S_g - мінералізація грунтових вод; S_{dr} - мінералізація дренажних вод; S_D - мінералізація води р. Дунай; S_f - мінералізація води, що витрачається на фільтрацію; S_z - мінералізація води, що витрачається на зрошування; $S_{D'}$ - мінералізація води, що скидається до р. Дунай; S_{oz} – мінералізація води, що витрачається на підтримку рівнів води в системі Лунг-Сафьян.

Річка Дунай – основне джерело водооновлення оз. Катлабух, тому доцільно проаналізувати хімічний склад її води на нижній ділянці. Результати дослідження показали, що середня мінералізація у м. Рені за період з 1981 по 2015 рр. становить – 0,34 г/дм^3, а у м. Ізмаїл (1981-2015 рр.) – 0,38 г/дм^3.

Результати розрахунків сольового балансу показали (1999-2015 рр.), що приходну частину сольових балансів озера Катлабух за багаторічний період складає надходження солей з поверхневим стоком річок (до 65 %) та надходження солей разом з дунайською водою (до 62 %). З опадами надходить 5,5–24% солей. Приплив солей разом з іншими складовими незначний – до 10 %.

Витратна частина у найбільшій мірі обумовлена скидами води разом із солями у р.Дунай (за виключенням 2002, 2007, 2008, 2011 рр., коли не було скидів), величини яких змінюються від 9% до 70%. Дещо менше солі виводяться з водою на зрошування (15–73 %) та підтримку рівнів води в системі озер Лунг-Саф'ян (4–41%). Витрата солей з фільтрацією становить від 12 до 42%.

За розрахунками, мінералізація води в оз. Катлабух змінюється в залежності від водності і пори року від 1,56 до 3,42 г/дм^3. Розраховані її величини задовільно узгоджується з результатами прямих вимірювань мінералізації води у водоймі (коефіцієнт кореляції *r*=0,74).

Водно-сольові розрахунки оз. Катлабух показали, що для підтримки середньої мінералізації від 1 – 1,6 г/дм^3 необхідно пропустити в піковий період першої фази водопілля

(квітень місяць) по каналах в умовах року 75 % - забезпеченості і мінімального водозабору до 80 м^3/с або 71 млн. м^3.

Однак, водно-сольові розрахунки виконувались без урахування деяких факторів, які впливають на зміну мінералізації. Так як надходження високо мінералізованих вод малих річок (Ташбунар, Єніка та Великий Катлабух) відбувається у північну частину водойми, а водообмін з р. Дунай - у південній, то є доцільним дослідження особливості циркуляції вод та моделювання просторово-часової мінливості мінералізації по акваторії озера.

Моделювання часової мінливості мінералізації вод озера Катлабух відбувалося за декількома сценаріями: моделювання сольових балансів на протязі 20 років за сучасних умов функціонування, а також моделювання сольових балансів за умови відведення стоку річок, за умови компенсування випаровування, за умови заборів води на зрошування та компенсуючих підкачок води з р.Дунай та за умови суміжних маловодних років.

Аналізуючи отримані результати, можна сказати, що найвища мінералізація води в озері Катлабух спостерігається за сучасних умов функціонування і коливається біля 2,5 г/дм^3 в залежності від водності і пори року. При заборах і підкачках води об'ємом 10,0 млн.м^3 мінералізація води зменшується і коливається біля 2,0 г/дм^3, за умови забору і підкачки води в об'ємі 20,0 млн.м^3 – біля 1,75 г/дм^3. При заборах води озера 30 млн.м^3 і компенсації випаровування – майже не перевищує 1,5 г/дм^3, що пов'язано з тим, що мінералізація води р.Дунай значно менша за мінералізацію води в озері. Найменші значення мінералізації спостерігаються при відведенні стоку річок, які впадають у озеро та при заборах і підкачці води в об'ємі 60 млн.м^3 (біля 1,0-1,2 г/дм^3).

Таким чином, можливо зменшити мінералізацію до 1 г/дм^3 при заборах води на зрошування та інші види користування і відповідної підкачки в об'ємах 60 млн. м^3 або більше. При розробці або корегуванні управлінських заходів щодо подальшого використання озера необхідно визначити його статус водогосподарської експлуатації на перспективу.

Список літератури

1. *Гопченко Є.Д, Гушля О.В.* Гідрологія суші з основами водних меліорацій: Навч. посібник. Київ: ІСЛЮ, 1994. 296 с. ***2.*** *Михайлов В.Н., Добровольский А.Д.* Общая гидрология: Учеб. для геогр. спец. ВУЗов. Москва: Высш. шк., 1991. 368 с. ***3.*** *Розенгурт М.Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. Київ: Наукова думка, 1974. 46 с. ***4.*** *Кулібабін О.Г., Шакірзанова Ж.Р., Романова Є.О.* Еколого–економічні проблеми раціонального використання природних ресурсів Придунайських озер (на прикладі озера Катлабух) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. Т.2. С. 61-67.

УДК 504.61

Сніжко С.І.[1], Ободовський О.Г.[1], Шевченко О.Г.[1], Дідовець Ю.С.[2], Куприков І.В.[1]
[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м.Київ
[2]Потсдамський інститут дослідження зміни клімату, м. Потсдам, Німеччина

ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНО-БАЛАНСОВОЇ МОДЕЛІ ТУРКА ДЛЯ РЕГІОНАЛЬНИХ СИМУЛЯЦІЙ ВОДНОГО СТОКУ НА ДОВГОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ

Зміна клімату, забруднення та виснаження водних ресурсів внаслідок господарської діяльності людини призводить до дефіциту придатних для використання водних ресурсів та унеможливлення розвитку багатьох важливих галузей економіки.

Щоб пом'якшити негативні впливи перерахованих вище чинників на водні ресурси потрібні новітні стратегії розвитку водного господарства, які включають адаптацію до очікуваних змін клімату.

Сучасний менеджмент водних ресурсів за своєю природою є процесом адаптації до реальних умов, що базується на досвіді та науковому пізнанні.

Управління водними ресурсами в Україні ускладнюється специфікою перехідної економіки і цілою низкою нерозв'язаних екологічних проблем. При подальшому розвитку країни потреби у водних ресурсах будуть зростати навіть за умов сталої чисельності

населення. Це викличе потреби в розвитку водного господарства і буде вимагати значних капіталовкладень на розвиток необхідної інфраструктури.

При довгостроковому плануванні менеджери повинні враховувати і вплив змін клімату на нову інфраструктуру водного господарства. Управління водними ресурсами повинно здійснюватися таким чином, щоб захистити соціально-економічну систему від кліматичних варіацій.

Значною мірою відповідь на питання про подальший розвиток водного господарства України в умовах зміни клімату повинен надати глобальний проект GEF "Technology Needs Assessments (TNA)", до якого Україна приєдналася у 2018 році. В контексті рішень Паризької угоди 2015 р. проект ставить завдання визначити пріоритетні технології для адаптації водного сектору до змін клімату, виконати техніко-економічне обґрунтування та план впровадження цих технологій.

Для виконання цих амбіційних завдань необхідно мати науково-обгрунтовані розрахунки можливих змін водного стоку на довгострокову перспективу. Для вирішення задач, пов'язаних з оцінкою впливу клімату на водні ресурси як окремих річкових басейнів, так і цілих регіонів, країн і континентів успішно використовується метод водного, або водно-теплового балансу (Doodge J., 1992; Kaczmarek Z., 1993). Українські гідрологи теж мають досвід застосування цього методу (Гопченко Є. Д., Лобода Н.С., 2000, 2001; Сніжко С.І. та ін.., 2012). Дані методи є досить простими і ефективними для проведення регіональних досліджень, хоча поступаються сучасним числовим гідрологічним моделям, якщо мова йде про детальні дослідження окремих водних об'єктів.

Для проведення регіональних досліджень впливу клімату на водні ресурси (водний стік) ідеально підходить водно-балансова модель Турка (Turc, 1954), яка була успішно застосована видатним польським гідрологом Z.Kaczmarek в складі робочої групи з питань впливу кліматичних змін на водні ресурси Міжурядової групи експертів з питань змін клімату. Дана методика є досить чутливою до змін опадів та температури і дозволила отримати цілком задовільні результати прогнозу для басейнів річок Європи (Strzepek K. M., Yates D.N.,1997)

Зручність її використання пояснюється тим, що всі сучасні моделі загальної циркуляції атмосфери та океану (МЗЦАО) мають за мету розрахунок основних параметрів майбутнього клімату планети в залежності від того, чи іншого сценарію розвитку суспільства, а саме, температури та опадів. Тобто саме тих параметрів, які використовуються в моделі Турка як вхідні параметри.

Виходячи з результатів апробації даної моделі на річкових басейнах різних природних зон та порівняння їх з результатами U.S.Country Studies program (Kaczmarek Z.,1995), які оцінюють зміни водних ресурсів в понад 40 країнах світу, можна рекомендувати її як основну модель для прогнозування довгострокових змін водних ресурсів під впливом клімату і в умовах України.

В процесі використання даної моделі в умовах України склалася наступна технологічна схема процесу:

1) підготовка гідрологічної та кліматичної інформації для досліджуваного об'єкту за історичний період спостережень; 2) підбір кліматичних проекцій, які характеризують зміну клімату досліджуваної території на довгострокову перспективу; 3)вибір референтного періоду для калібрування гідрологічної моделі та виконання процедури калібрування; 4)валідація моделі з використанням даних за історичний період спостережень (ретропрогноз); 5) моделювання (симуляція) водного стоку на довгострокову перспективу; 5) корекція результатів моделювання за методом «Change Factor (CF)»згідно рекомендацій (Tabor&Williams, 2010); 6) оцінка якості моделювання з використанням методу «bias correction»;

Наскільки точно результати моделювання за водно-балансовою моделлю співпадають з результатами числової моделі SWIM (Krysanova V. at al., 2000) покажемо на прикладі порівняння отриманих результатів за обома моделями для р.Тиса в створі смт.Вилок на період до 2050 р.

На рис.1 результати моделювання за моделлю SWIM з використанням кліматичних проекцій, отриманих для 7 сценаріїв (для RCP 4.5: GFDL-ESM2M/RCA4, HadGEM2-ES/

RCA4 та MPI-ESM-LR/CCLM4; для RCP8.5: GFDL-ESM2M/RCA4, HadGEM2-ES/RCA4, CanESM2/CanRCM4 та IPSL-CM5AMR/WRF) проекту IMPRESSIONS (www.impressions-project.eu) порівнюються з результатами моделі Турка (чорна пунктирна лінія).

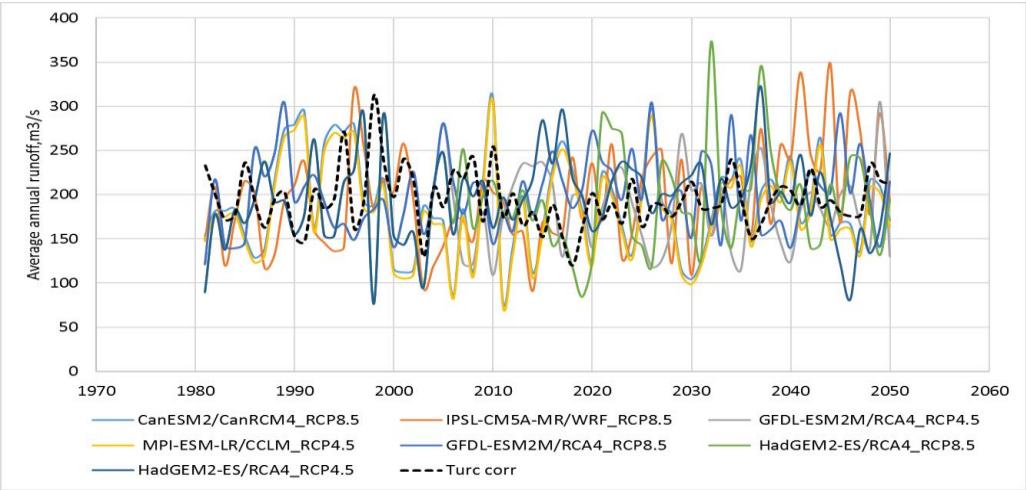


Рис.1. **Порівняння результатів моделі Турка і моделі SWIM (7 сценаріїв)**

На рис.2 показано як результати розрахунків середнього річного стоку р.Тиса в створі смт Вилок за моделлю Турка до 2050 р. співпадають із середньою ансамблевою симуляцією стоку за 7 сценаріями з використанням моделі SWIM.

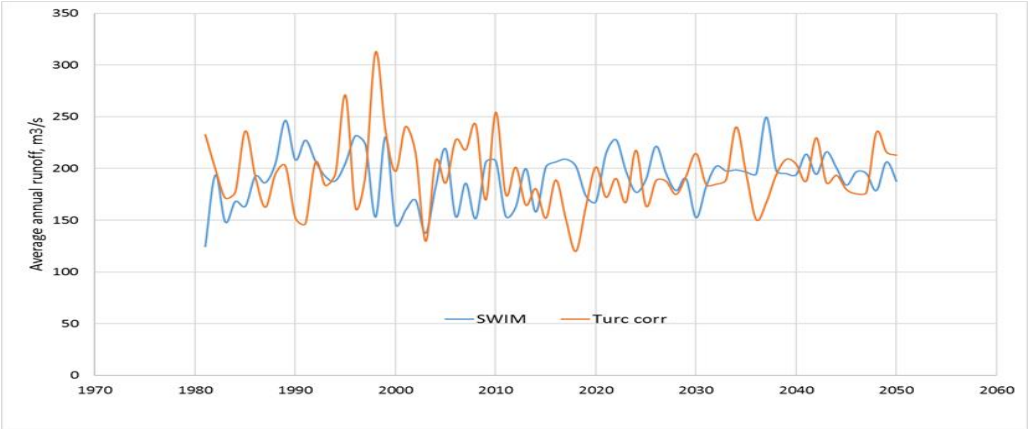


Рис.2. **Порівняння результатів моделі Турка з результатами моделі SWIM (середня ансамблева симуляція).**

УДК 556

Хильчевский В.К.
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

НАУЧНАЯ ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ШКОЛА КИЕВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ ТАРАСА ШЕВЧЕНКО – ПОЛВЕКА ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ВОД

В истории гидрохимических исследований в Украине можно выделить четыре хронологические периоды, которые имеют свои характерные признаки: 1) 1920-е - 1950-е гг. - начало систематических исследований химического состава поверхностных вод; 2) 1950-е - 1970-е гг. - расширение гидрохимических исследований для обеспечения потребностей водохозяйственного и гидроэнергетического строительства; 3) 1970-е – до

начала 2000-х гг. - развитие комплексных гидрохимических исследований в условиях растущего антропогенной нагрузки на водные объекты; 4) с начала 2000-х гг. - переформатирование гидрохимических исследований в соответствии с требованиями Водной рамочной директивы Европейского Союза.

В 2019 г. исполняется 50 лет научной гидрохимической школе Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, основанной В.И. Пелешенко [1, 2, 3].

Зарождение и становление университетской научной гидрохимический школы. С 1969 г. на геологическом факультете Киевского государственного университета имени Т.Г. Шевченко в проблемной научно-исследовательской лаборатории (ПНИЛ) физико-химических исследований горных пород образовалась группа, которая начала изучать гидрохимию водных объектов. В 1971 г. на ее основе была создана проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрохимии, которая по приказу ректора в 1972 г. уже базировалась на кафедре гидрологии суши географического факультета КГУ имени Т.Г. Шевченко [2].

Научным руководителем ПНИЛ гидрохимии был назначен кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.И. Пелешенко, который впоследствии стал заведующим кафедрой гидрологии и гидрохимии (1976-1993 гг.), доктором географических наук, профессором, заслуженным деятелем науки и техники Украины, почетным работником гидрометслужбы Украины, подготовившим 2 докторов и 5 кандидатов наук.

Научным руководителем лаборатории через 30 лет (в 2002) приказом ректора университета был назначен В.К. Хильчевский - заведующий кафедрой гидрологии и гидроэкологии (2000-2019 гг.), доктор географических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины, почетный работник гидрометслужбы Украины, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники, который подготовил 4 докторов и 10 кандидатов наук.

За десятилетие в названии лаборатории происходили изменения: ПНИЛ гидрохимии (1971-1992 гг.); ПНИЛ гидроэкологии и гидрохимии (1992-2002 гг.); научно-исследовательская лаборатория гидроэкологии и гидрохимии (2002-2008 гг.); научно-исследовательский сектор гидроэкологии и гидрохимии (с 2008 г.).

Изменения названия кафедры, в стуктуре которой находилась лаборатория: кафедра гидрологии суши (1949-1976 гг.); кафедра гидрологии и гидрохимии (1976-2002 гг.); кафедра гидрологии и гидроэкологии (с 2002 г.).

Заведующие лабораторией-гидрохимики: Я.С. Пилипюк (1970-1972 гг.); Н.И. Ромась (1972-1974 гг.); Д.В. Закревский (1974-2001 гг.); Н.И. Ромась (2001-2009 гг.).

Известные научные сотрудники ПНИЛ гидрохимии (статус и годы работы в лаборатории) - старшие научные сотрудники: канд. хим. наук В.Н. Савицкий (1974-1999 гг.); канд. геогр. наук В.К. Хильчевский (1976-1989 гг.); канд. геогр. наук С.И. Снежко (1980-1995 гг.); канд. геогр. наук В.И. Осадчий (1981-1993 гг.). А также младший научный сотрудник В.В. Гребень (1987-1992 гг.), ведущий инженер И.А. Шевчук (1977-2013 гг.). В 1980-е гг. в штате лаборатории работало 15 сотрудников.

За полувековой период деятельности научной гидрохимической школы КНУ имени Тараса Шевченко можно выделить два крупных периода: 1) - региональные гидрохимические исследования на основе интенсивных экспедиционных работ (1969-1995 гг.); 2) - региональные гидрохимические исследования на основе данных о качестве вод отраслевых мониторингов (1996-2019 гг.).

В первый период было выполнено 5 госбюджетных тем, которые входили в различные планы научно-исследовательских работ: АН УССР; Госкомитета по науке и технике СССР; пятилетние планы развития народного хозяйства УССР (1971-1975; 1976-1980; 1981-1985; 1986-1990; 1991-1995 гг.).

Экспедиционными исследованиями по госбюджетной тематике с начала 1970-х гг. руководил А.И. Сергиенко. Потом долгое время начальником экспедиций ПНИЛ гидрохимии был В.К. Хильчевский (1977-1987 гг.) [3]. Исследования выполнялись на территории Украины, Беларуси, России. Экспедициями на водоемах-охладителях АЭС в 1980-е гг. руководил Н.И. Ромась (все АЭС в Украине и Смоленская АЭС в России).

Во второй период было выполнено 4 госбюджетные темы, которые входили в планы научно-исследовательских работ Киевского национального университета имени Тараса Шевченко (1996-2000; 2001-2005; 2006-2010; 2011-2013 гг.). В дальнейшем выполнялась инициативная гидрохимическая тематика (2014-2019 гг.).

Научная тематика. Основы университетской научной гидрохимической школы были заложены в 1971-1975 гг. во время выполнения в лаборатории первой пятилетней темы по изучению взаимосвязи химического состава различных типов природных вод суши. Впервые для территории Украины был количественно оценен химический состав атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод (выпадение и вынос химических веществ) [2].

Дальнейшая тематика, разрабатываемая в проблемной лаборатории гидрохимии и на кафедре, касалась: изучения влияния осушительных (1976-1980 гг.) и оросительных (1981-1985 гг.) мелиораций на химический состав природных вод; создания методологии оценки антропогенной составляющей ионного стока рек в Черное и Азовское моря (1981-1985 гг.); разработки методов атомно-абсорбционного определения тяжелых металлов в воде; разработки совместно с Гидрохимическим институтом (ГХИ) Госкомгидромета СССР (г. Ростов-на-Дону, Россия) «Гидрохимического атласа СССР» (1990); гидрохимических исследований после аварии на Чернобыльской АЭС (1986-1990 гг.); исследований влияния агрохимических средств (соединений азота и фосфора) на качество поверхностных вод на экспериментальных водосборах Богуславского гидролого-гидрохимического стационара Киевского университета (лесостепь), а также Придеснянской (зона смешанных лесов) и Велико-Анадольской (степь) воднобалансовых станций (1986-1995 гг.); оценки воздействия ядерной и тепловой энергетики Украины на качество водных ресурсов (1995-2000 гг.); гидрохимических систем как комплекса химических веществ и процессов в природных водах (1998-2002 гг.); формирования химического состава речных вод в условиях минимального стока (2001-2005 гг.); разработки совместно с учеными Украинского гидрометеорологического института (УкрГМИ) карт качества поверхностных вод для «Национального атласа Украины» (2007); гидрохимических исследований в бассейне Южного Буга, в частности в районе Южно-Украинской АЭС и Ташлыкской ГАЭС (2006-2010 гг.); исследования трансформации химического состава воды рек Украины за многолетний период (2011-2019 гг.).

Защита кандидатских и докторских диссертаций. В целом, за время рассмотренных исследований сотрудниками ПНИЛ гидрохимии и кафедры по гидрохимической тематики было защищено 5 кандидатских и 6 докторских диссертаций.

Защита кандидатских диссертаций. В *Гидрохимическом институте Госкомгидромета СССР* на географические науки по научной специальности «гидрохимия» (11.00.10 - шифр тех лет): Н.И. Ромась «Закономерности формирования химического состава атмосферных осадков на территории УССР» (1981 г.); В.К. Хильчевский «Изменение химического состава речных вод бассейна Верхнего Днепра под влиянием антропогенного фактора» (1985 г.); С.И. Снежко «Особенности формирования речного стока биогенных элементов в бассейне Днепра» (1989 г.); В.И. Осадчий «Распределение, накопление и миграция тяжелых металлов в бассейне Днепра» (1991 г.). В *Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко* на географические науки по научной специальности «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (11.00.07): В.В. Гребень «Формирование стока тяжелых металлов в лесостепной зоне Украины (на примере бассейна реки Рось)» (1998 г.).

Защита докторских диссертаций. В *Гидрохимическом институте Госкомгидромета СССР* на географические науки: по научной специальности «гидрохимия» (11.00.10 - шифр тех лет) - В.И. Пелешенко «Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод суши (оценка, баланс и прогноз на примере территории Украины)» (1981 г.); Л.Н. Горев «Теоретические и методологические основы гидрохимии орошаемых земель» (1986 г.); по научной специальности «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (11.00.07) - Д.В. Закревский «Гидрохимия осушаемых земель (в условиях северо-запада Украины)» (1992 г.). *В Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко* на географические науки по научной

специальности «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (11.00.07): В.К. Хильчевский «Оценка влияния агрохимических средств на сток химических веществ и качество поверхностных вод (на примере бассейна Днепра)» (1996 г.); С.И. Снежко «Теория и методы анализа региональных гидрохимических систем» (2002 г.); Н.И. Ромась «Гидрохимия водных объектов атомной и тепловой энергетики» (2004 г.).

Внедрение результатов исследований в учебный процесс. С началом гидрохимических исследований на кафедре гидрологии суши географического факультета КГУ имени Т.Г. Шевченко впервые в Украине (и в бывшем СССР) началась подготовка гидрологов со специализацией «гидрохимия» (1971-1997 гг.). Студенты проходили производственную практику, участвуя в экспедициях лаборатории, где они осваивали методы полевых работ, а в лабораторных условиях - определения химического состава природных вод инструментальными методами. Результаты исследований были использованы в учебниках с грифом МОН Украины, написанных на русском языке - «Основы мелиоративной гидрохимии» (Горев Л.Н., Пелешенко В.И., 1991), и на украинском языке: «Гидрохимия Украины (Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К., 1995); «Основы моделирования в гидроэкологии» (Горев Л.Н., 1996); «Общая гидрохимия» (Пелешенко В.И., Хильчевский В.К., 1997); «Водоснабжение и водоотведение - гидроэкологические аспекты» (Хильчевский В.К., 1999); «Оценка и прогнозирование качества природных вод» (Снежко С.И., 2001); «Основы гидрохимии» (Хильчевский В.К., Осадчий В.И., Курило С.М., 2012); «Региональная гидрохимия Украины (Хильчевский В.К., Осадчий В.И., Курило С.М., 2019).

Сотрудники лаборатории, а также выпускники аспирантуры пополняли преподавательский корпус факультета (Л.Н. Горев, В.К. Хильчевский, С.И. Снежко, В.В. Гребень, С.М. Курило).

Бывший сотрудник лаборатории гидрохимии В.И. Осадчий В.И. - доктор геогр. наук, член-корреспондент НАН Украины является директором УкрГМИ ГСЧС Украины и НАН Украины (с 2000 г.).

В 2017 г. работа «Оценка, прогнозирование и оптимизация состояния водных экосистем Украины» авторского коллектива восьми украинских ученых из разных учреждений, в который вошли и выпускники кафедры (В.И. Осадчий, В.К. Хильчевский, Ю.Б. Набиванец), удостоена Государственной премии Украины в области науки и техники.

Выводы. Считается, что минимальный цикл существования научной школы - три поколения: 1) основатель школы; 2) последователи; 3) ученики последователя. Сделав хронологический обзор, надо констатировать, что университетская научная гидрохимическая школа прошла пик своего расцвета. Состояние дел, во многом определяется не учеными, а социально-экономическими причинами. В то же время, влияние университетской научной гидрохимической школы остается ощутимым через подготовку значительного количества специалистов - от сегодняшних выпускников кафедры до кандидатов и докторов наук, уже занявших достойное место в различных профильных учреждениях, связанных с изучением или менеджментом качества водных ресурсов в Украине и других странах.

Список литературы

1. *Гребінь В.В.* Про наукову школу гідрохімії та гідроекології КНУ імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. № 3 (30). С. 112-116. ***2.*** *Хильчевский В.К.* Научная гидрохимическая школа Киевского национального университета имени Тараса Шевченко – 50 лет исследования природных вод. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2018. № 4 (51). С. 6-46. ***3.*** *Хільчевський В.К.* Перші комплексні гідрохімічні дослідження Шацьких озер на Волині у 1975 р. – початок формування наукової школи гідрохімії та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. № 4 (39). С. 64-71.

УДК 551.510.04

Хильчевский В.К. [1]***, Курило С.М.*** [1]***, Забокрицкая М.Р.*** [2]***, Олегов А.Д.*** [1]
[1]Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев
[2]Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, Луцк

О ВЛИЯНИИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Исследование химического состава атмосферных осадков является одной из важных задач мониторинга окружающей природной среды, поскольку позволяет одновременно получать информацию и об уровне загрязнения атмосферного воздуха, и о возможных последствиях этого загрязнения для сопредельных сред - поверхностных вод, почв, растительности. Данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферных осадках является основным материалом для оценки регионального загрязнения атмосферы промышленных центров, городов и сельской местности. Как косвенный индикатор уровня загрязнения атмосферного воздуха, химический состав осадков помогает охарактеризовать важнейшие примеси, содержащиеся в воздухе, определить их естественное или антропогенное происхождение.

Как показали многочисленные предыдущие исследования наибольшую опасность для геосистем составляет величина pH атмосферных осадков. Это может приводить к негативным последствиям для геосистем в целом и отдельных водных объектов в частности. Прежде всего, это касается небольших озер и прудов с высокой долей атмосферного питания в водном балансе. Имеющийся постоянная нехватка катионов щелочных и щелочно-земельных металлов в составе атмосферных вод и неполная нейтрализация кислотности создают реальную возможность закисления поверхностных вод.

Дальнейшие исследования позволяют утверждать следующее. В целом, для территории Украины снижение минерализации атмосферных осадков в период с 1983-2016 гг. сопровождалось уменьшением в их составе ионов антропогенного происхождения (прежде всего SO_4^{2-}) и относительным увеличением ионов преимущественно природного происхождения. При этом сохраняются значительные показатели уровня загрязнения окружающей среды и высокая вероятность негативного воздействия на экосистемы [1, 3, 4].

В частности, равномерно в течение исследуемого периода по всех метеостанциях зафиксировано более 30 случаев, когда среднемесячные показатели pH составили менее 4,5. Такие осадки считаются сильно кислыми. При таких условиях существует высокий риск выпадения единичных атмосферных осадков с еще более низким значением pH (кислотные дожди). Это может приводить к негативным последствиям для отдельных водных объектов.

Для проверки подобных соображений было избрано озеро Свитязь (Шацкие озера на Волыни, бассейн р. Западный Буг) [2, 5]. Выбор обусловлен с одной стороны наличием регулярных гидрохимических наблюдений. С другой - характером питания и гидрохимическим режимом водного объекта. Ведь значительное влияние на его гидрологический режим оказывают именно атмосферные осадки, а минерализация воды обычно не превышает 130-200 мг/дм^3. К тому же в 1990-х гг. в воде озера фиксировались среднегодовые величины pH ниже 6.

В рамках исследований был проведен ряд оценочных расчетов. Используя сведения о годовое количество осадков (h, мм) и среднюю годовую концентрацию SO_4^{2-} в них (CSO_4^{2-}) получили модуль поступления сульфатных ионов на единицу площади (P, т/км^2):

$$P = CSO_4^{2-} \cdot h/1000.$$

Учитывая площадь водного зеркала озера Свитязь получили суммарное количество иона, поступающего в озеро с атмосферными осадками. Количество сульфатного иона, которая поступала на поверхность озера Свитязь с атмосферными осадками (в зависимости от количества осадков и концентрации SO_4^{2-} в них) колебалась в пределах 54 - 304 т.

Следующий этап исследования имел целью выявление связи между количеством серы в виде сульфатного иона, поступающего на его поверхность с атмосферными осадками, и гидрохимическим режимом самого озера.

Были рассчитаны коэффициенты корреляции между следующими характеристиками химического состава атмосферных осадков и воды озера: концентрация SO_4^{2-} в осадках - концентрация SO_4^{2-} в воде озера (r = 0,61); количество SO_4^{2-}, поступающих с осадками в озеро - концентрация SO_4^{2-} в воде озера (r = 0,63); количество SO_4^{2-}, поступающих с осадками в озеро - pH воды озера (r = - 0,73). Результаты приведены на рисунке, где четко прослеживается влияние химического состава атмосферных осадков на элементы гидрохимического режима озера Свитязь. Нехарактерные низкие значения pH воды озера связаны именно с наибольшим поступлением серы в виде сульфатного иона в озеро. Существенное влияние атмосферные осадки осуществляют и на содержание сульфатов в воде озера.

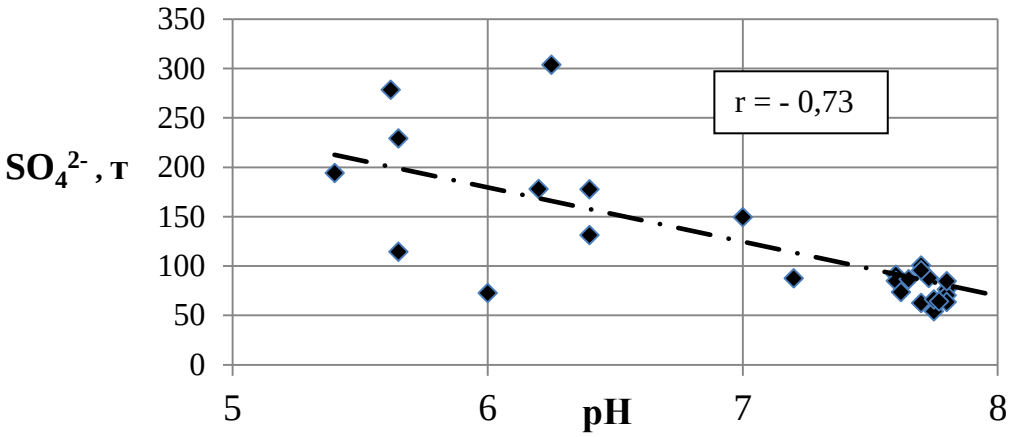


Рис. **Зависимость pH воды озера Свитязь от количества сульфатных ионов, поступающих на его поверхность с атмосферными осадками**

Проведенные исследования показывают, что несмотря на снижение минерализации атмосферных осадков и значительное снижение концентрации сульфатов, сохраняется риск выпадения отдельных дождей с низким значением pH (так называемые кислотные дожди). Существенные корреляционные зависимости между элементами химического состава атмосферных осадков и воды озера Свитязь (даже при смешанном атмосферно-напорном типе питания) свидетельствуют о значительной взаимосвязи этих типов природных вод. Современный уровень загрязнения атмосферных осадков может привести к негативным последствиям для окружающей среды в целом и отдельных водных объектов частности. Особенно это касается водосборов Полесья и Карпатского региона где распространены водоемы с высокой концентрацией органического вещества и низкой минерализацией воды.

Список литературы

1. *Хільчевський В.К., Курило С.М.* Хімічний склад атмосферних опадів на території України та його антропогенна складова. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т.4 (43). С. 63-74. ***2.*** *Khilchevskiy V.K., Grebin V.V., Zabokrytska M.R.* Abiotic Typology of the Rivers and Lakes of the Ukrainian Section of the Vistula River Basin and its Comparison with Results of Polish Investigations. Hydrobiological Journal. 2019. 55(3). P. 95-102. doi 10.1615/HydrobJ.v55.i3.110. ***3.*** *Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P.* Chemical composition of different types of natural waters in Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(1). P. 68-80. doi.org/10.15421/111832***. 4.*** *Khilchevskyi V.K., Kurylo S.M., Sherstyuk N.P., Zabokrytska M.R.* The chemical composition of precipitation in Ukraine and its potential impact on the environment and water bodies. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2019. 28(1). P. 79-86. doi.org/10.15421/111909. ***5.*** *Khilchevskyi V.K., Zabokrytska M.R., Sherstyuk N.P.* Hydrography and hydrochemistry of the transboundary river Western Bug on the territory of Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2018. 27(2). P. 232-243. doi.org/ 10.15421/111848.

УДК 556.16.06

Шакірзанова Ж.Р., Докус А.О., Швець Н.М.
Одеський державний екологічний університетм. Одеса

ПРОГНОСТИЧНИЙ МОНІТОРІНГ СТРОКІВ ПРОХОДЖЕННЯ ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ РІЧОК В СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

В умовах кліматичних коливань і тенденцій змін водного режиму річок та враховуючи Основні положення Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплення, при визначенні територій можливого підтоплення від повеней річкового походження, вкрай важливим є науково-теоретичне обґрунтування методів гідрологічних прогнозів не тільки водного режиму річок періоду весняного водопілля, а й строків його формування – дат початку та проходження максимальних рівнів чи витрат води.

Як відомо, стік річок є похідною від клімату місцевості і на сьогодні вже досить широко розвинуті і знайшли практичне застосування численні методи прогнозу стоку річок. Якщо звернутися до існуючих методик прогнозів строків початку та проходження проходження максимальних витрат (рівнів) весняного водопілля, то їх, на сьогодні, досить обмаль. Це пов'язано з тим, що на відміну від прогнозів характеристик водного режиму весняного водопілля, строки проходження водопіль практично не досліджувалися, а в оперативній практиці часто дається лише оцінка відхилення цих строків від їх середньобагаторічних дат на окремих річках.

В сучасній практиці способи прогнозування дат проходження водопіль основані на встановленні індивідуальних кореляційних зв'язків дат проходження водопіль зі строками сталого переходу температури повітря до плюсових значень весною («*Руководство по гидрологическим прогнозам*», вип. 1, 1989). Такі залежності слабко виражені для великих водозборів (з площею близько 200 тис. км^2) і дозволяють складати прогноз часу проходження піку водопілля лише на невеликих річках, особливо, коли хвиля водопілля в основному формується у верхній частині басейну (при завчасності не більш ніж 10-15 діб). Ґрунтовні дослідження просторово-часових коливань максимального стоку води весняного водопілля та термінів його проходження в басейнах річок України представлено у роботах вітчизняних науковців (*Л.О.Горбачова, Ю.О.Чорноморець, О.І.Лук'янець* та ін., 2009-2016).

На сьогодні, у сучасних закордонних наукових працях приділяють значну увагу дослідженню розподілу у просторі і часі чинників формування весняних водопіль. Дослідження вказують, що очікуване потепління клімату позначиться на величині і термінах річкових повеней (*Blöschl, G*. et al, 2017). Дослідження цими авторами часових тенденцій максимального річкового стоку та дат настання річкових повеней на території Європи показують (відповідно до України), що на більшій частині території спостерігається тенденція до зміщення строків настання весняних водопіль. Спостерігається зсув до більш ранніх дат на більшій частині території лівобережжя (окрім Нижнього Дніпра). На правобережній частині країни спостерігається тенденція до більш пізніх дат настання повені. Також дослідження цих авторів вказують на домінуючу роль паводків в останні роки.

В Російському гідрометеорологічному центрі запропоновано (2002, 2005) метод довгострокового прогнозу дат початку і настання максимальних витрат води весняних водопіль, який оснований на аналізі загальних атмосферних процесів, їхньої кількісної оцінки та встановленні комплексних зв'язків строків явища з різними індексами атмосферної циркуляції над визначальними зонами Північної півкулі в зимові місяці, отриманими при розкладі метеорологічних полів по природних ортогональних складових. Метод апробований для басейну Верхнього Дніпра в межах території Росії та Білорусі.

Слід зазначити, що використання синоптико-статистичних методів довгострокового прогнозу строків гідрологічних явищ в оперативній практиці має певні обмеження у зв'язку з відсутністю вихідної інформації про показники атмосферних процесів, і, навіть, довгострокових прогнозів температур повітря.

В роботі запропонований метод територіального прогнозу дат початку та проходження строкових максимальних витрат (рівнів) води весняного водопілля, реалізований авторами (*Є.Д.Гопченко, Ж.Р. Шакірзанова*, 2007-2015) для рівнинних річок України. Прогнозний метод заснований на даних про середньодекадну температуру повітря періоду завчасності гідрологічного прогнозу, яка входить в регіональні рівняння прогнозної схеми (при просторовому узагальненні їх параметрів і коефіцієнтів в залежності від географічного положення і розмірів річкових водозборів) і дає змогу здійснювати попередню прогностичну оцінку строків водопіль, незалежно від часу їх настання в кожному році.

Для розробки методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля були використані багаторічні матеріали спостережень за строками проходження водопіль, а також дані про снігозапаси, включаючи строки настання максимальних запасів води в сніговому покриві, середньо-декадні (або пентадні) температури повітря січня-травня. За даними багаторічних характеристик весняного водопілля та метеорологічних спостережень рівнинних річок України було створено комп'ютерну базу даних в програмі «Excel», а також в створених авторами програмних прогностичних комплексах «Прип'ять» для басейнів річок Прип'ять та правих приток Середнього Дніпра та «Південний Буг» – для річок Південного Бугу.

Аналіз формування весняних водопіль за даними багаторічних спостережень показав, що початок водопіль на річках спостерігається після строків накопичення максимальних снігозапасів на водозборі з року в рік у різні дати. Цей період, який в основному дорівнює періоду водоутримуючої спроможності снігу, визначається температурними умовами розвитку весни, тобто їхньою інтенсивністю, а не суто максимальними запасами води в сніговому покриві, величина яких впливала б на строки початку водовіддачі снігу і появи поверхневого стоку. Крім того, дати початку водопіль змінюються по території для різних за географічним положенням водозборів.

Дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля визначаються інтенсивністю ("дружністю") весняного сніготанення, кількістю та інтенсивністю опадів періоду танення снігу, швидкістю зростання і накопичення плюсових температур повітря та ін. Встановлення дат проходження максимальних витрат води весняних водопіль здійснюється після дат початку водопіль в залежності від тривалості підйому водопілля, яка визначається як періодом сніготанення, так і часом стікання води по схилах і руслах річок. Тому узагальнення параметрів прогнозної схеми здійснюється в залежності як від географічної широти геометричних центрів водозборів, так і від площ басейнів.

Прогнозні дати початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля представляються в інтервальних оцінках з урахуванням допустимої похибки прогнозів цих дат, а при їх узагальненні по території – у картографічній формі, що дає змогу прогностичного моніторингу строків проходження водопіль на значних територіях.

Метод територіального прогнозу дат початку та настання максимальних витрат чи рівнів води весняного водопілля передбачає встановлення повторюваності цих дат у багаторічному розрізі при побудові емпіричних кривих забезпеченостей цих дат (у вигляді кількості діб від 31.01 до дати настання явища) за даними багаторічних рядів спостережень за строками водопіль на річках. Отримані величини забезпеченості представляються (разом з прогнозними датами) в табличній та картографічній формах.

Завчасність прогнозів дат початку та максимальних витрат води водопіль визначається тривалістю водовіддачі снігового покриву чи часом підйому хвилі водопілля, а також завчасністю метеорологічного прогнозу температури повітря. В кожному році ця величина сама є прогнозною характеристикою і оцінюється при прогнозуванні дат водопілля.

Одержані значення критеріїв якості методики прогнозу дат початку та проходження максимальних витрат води весняного водопілля дозволяють прогнозувати їх у вигляді консультацій.

УДК 556.168+556.3.06+556.047

Шевченко О.Л.[1], Гребінь В.В.[1], Осадчий В.І.[2], Чарний Д.В.[3], Шум І.П.[4]
[1] ННІ «Інститут геології» КНУ ім. Т. Шевченка
[2] Український науково-дослідний інститут гідрометеорології НАН України
[3] Інститут водних проблем та меліорації УААН, м. Київ
[4] ПП «Водбудсервіс», м. Хмельницький

ЗМІНИ РЕСУРСІВ ГРУНТОВИХ І МІЖПЛАСТОВИХ ВОД В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ КЛІМАТУ

На сьогодні цілком доведено, що зміни водного балансу територій та режиму річкового стоку у 80-ті – 90-ті роки минулого сторіччя відбувались, головним чином, під впливом поступового підвищення температури зимового періоду. Зимові відлиги, що почастішали, призвели до збільшення інфільтраційного живлення ґрунтових вод. Поповнення їх запасів і підвищення рівня (РГВ) відбувалось інтенсивніше, ніж розвантаження, утруднене не лише у зв'язку із природною слабкою дренованістю територій, а й завдяки їх забудові, зарегулюванню річок, відсутності дренажу. Це призвело до широкомасштабних підтоплень територій, в першу чергу, – на півдні України. До початку значних температурних змін в зимовий період (1989 р.) промерзання ґрунту стримувало швидке опускання РГВ [1]. За відсутності промерзання, передача атмосферного тиску на РГВ призвела до більш різких знижень рівня зимою, зростання обсягів бічного відтоку ґрунтових вод в річки. Зростання меженного стоку річок, особливо зимового, обумовило збільшення до 2007 р. водних ресурсів навіть в басейнах річок, де відбувалось зниження весняного повеневого стоку.

Із подальшим середньорічним зростанням температури, особливо стрімким починаючи з 1999 р., та розширенням на північ зони нестійкого зволоження відбувається значна втрата вологи на випаровування. У період 2001-2013 рр. відмічалось деяке зменшення інтенсивності нарощування температури в зимові (на 0,62 °С від середньобагаторічної норми) та весняні місяці (на 1,2 °С), проте, зростання температур літнього і осіннього сезонів [2]. Згідно виконаного нами множинного кореляційного аналізу, серед таких чинників як опади, температура, поверхневий стік найближчої річки, найбільше впливає на підземний стік температура. Якщо вона є головним чинником, а вплив атмосферних опадів теплого періоду (тобто інфільтрації дощових опадів) суттєво зменшується, то реакцією режиму грунтових вод буде поступове зниження їх рівня до відміток, на яких вплив випаровування відчутно зменшується. В результаті РГВ будуть встановлюватись на нижчих рівнях: на Поліссі – на рівнях, характерних для Лісостепової зони, а в останній – характерних для Степової [3]. Вочевидь, не скомпенсоване достатнім інфільтраційним живленням прискорене спрацювання запасів ґрунтових вод в зимовий період повинно призвести до зменшення їх ємнісних запасів, особливо на територіях, де відбуваються зональні зміщення клімату. Переламними виявились 2014-2015 рр., коли аномально низька кількість опадів та підвищена температура призвели до відчутного падіння РГВ, а подекуди й до стійкого зниження рівнів напірних міжпластових вод, що можна прослідкувати по свердловинах Збручанського та Кам'янського родовищ на Хмельниччині, які розкривають водоносний комплекс у відкладах силуру. Навіть на фоні істотного зменшення водовідбору (з 33 м^3/добу в 2009 р. до 4 м^3/добу в 2017-2018 рр.) за період з 2013 по 2018 р. відбулось зниження п'єзометричних напорів цього горизонту на Східній ділянці Збручанського родовища (долина р. Збруч) на 1,52 м, а за 9 років – на 2,28 м, на Центральній ділянці – на 2,48-3,0 м (по різних свердловинах). Ще більш помітне падіння рівнів фіксується на схилі долини р. Збруч – з 35,3 м (2008-2014 рр.) до 39,4 м (2019 р.) та на вододілі – з 78,5 м до 82,6 м. На Кам'янському родовищі, що в 5 км на південний схід від Збручанського, також спостерігається падіння рівня більш ніж на 2 м. Навіть відновлення кількості опадів до середньобагаторічної норми у 2016 р. не припинило зниження рівня. Живлення комплексу відбувається за рахунок перетікання вод з вищезалягаючих сеноманського та міоценового горизонтів, або шляхом інфільтрації через алювіальні відклади в долині річки. Отже, зменшення живлення ґрунтових вод та зниження їх рівнів безумовно відображатиметься на зниженні рівнів міжпластових вод та зменшенні їх

природних запасів і ресурсів.

Коректна оцінка та висновки щодо змін ресурсів ґрунтових вод можуть бути зроблені лише на основі прямих розрахунків підземного стоку за багаторічними даними спостережень за РГВ, а не сторонніми методами (в т.ч. за меженними витратами річок). Так, розрахунок одиничних витрат грунтового стоку на 1 м довжини берега р. Півд. Буг було виконано за чисельним гідродинамічним рівнянням в скінчених різницях з кроком в одну добу, на період 37 років. Результати виявились близькими до отриманих за методом розчленування гідрографу проте більш точними, а часова їх динаміка, на нашу думку, характерна для приток Півд. Бугу у відповідній кліматичній зоні (Лісостеп). Коливання підземного стоку до річки не завжди синхронні з коливаннями РГВ. Максимальний за усі роки підземний стік у 2014 р. (значною мірою за рахунок літнього стоку, – 35,8% річного стоку, коли перепад рівнів ґрунтових та поверхневих вод був найбільшим) відбувся на фоні значного падіння РГВ у цьому та наступному за ним році, – відповідно до 72 та 93 % забезпеченості. Така асинхронність є ознакою виснаження ємнісних запасів ґрунтових вод, що підтверджується значним зменшенням їх витрат у 2015-2016 рр.

За хронологічними графіками виділено два періоди за характером змін підземного притоку до річки: 1) монотонного та стрімкого зростання (1980-1998 рр.); 2) врівноваження загальної тенденції, проте із наявними різкими екстремумами, – найвищими максимумами та достатньо глибокими мінімумами. Повторюваність максимумів – 9 років (наступний максимум можна очікувати приблизно у 2023 році). Аналізуючи інтервали настання мінімумів можна помітити, що вони з часом стають коротшими: після максимума 1997 р. – 6 років; після піка 2005 р. – 3 і 5 років; після 2014 – через рік. Тривалість періодів мінімального стоку на нашу думку може з часом подовжитись. Спектральний аналіз методом швидких перетворень Фур'є засвідчив, що періоди багаторічних коливань складають 12; 49,3 (4 роки) та 88,8 місяців (7,4 роки).

Висновок: У змінах режиму та формуванні ресурсів підземних вод в останні десятиріччя проглядають дві фази, пов’язані із глобальними змінами клімату. Перша відрізнялася помітним підвищенням РГВ і збільшенням водних ресурсів (1988-2012 рр.). Більш часті зимові відлиги сприяють живленню ґрунтових вод та посиленню бічного відтоку до річок і збільшенню їх меженного стоку. Під час другої відбувається зниження рівнів та ємнісних запасів ґрунтових вод, а також зменшення загального водного стоку за незначного зменшення суми атмосферних опадів (з 2013 р. по наш час). При збереженні даної тенденції відбуватиметься і поступове зменшення природних ресурсів підземних вод. На підтвердження цього свідчать факти зниження рівнів напірних вод в басейні р. Збруч.

Список літератури

1. *Марков М.Л.* Проблемы оценки естественных ресурсов подземных вод по гидрогеологическим данням в условиях изменения климата // Материалы междунар. науч. конф. «Ресурсы подземных вод. Современные проблемы изучения и использования», 13-14 мая 2010 г., Москва, РФ. М.: МГУ им. Ломоносова, изд-во МАКС Пресс, 2010. С. 94-98. ***2.*** *Осадчий В.І., Бабіченко В.М., Набиванець Ю.Б., Скринник О.Я.* Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень. Київ: Ніка-Центр, 2013. 306 с. ***3.*** *Шевченко О.Л., Осадчий В.І., Гребінь В.В.* Зміни режиму ґрунтових вод, як прояв змін водних ресурсів під впливом глобального потепління (на прикладі басейну р. Півд. Буг) // Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології: мат-ли VII Всеукр. наук. конф, 13-14 листопада 2018. Київ, 2018. С. 35-36.

УДК 556.06 + 551.49 + 28.081 + 911.3(075.8)

Ющенко Ю.С.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,м. Чернівці

ІНТЕГРОВАНЕ БАСЕЙНОВО-ПРОСТОРОВЕ ПЛАНУВАННЯ

Плани управління річковими басейнами є складовою управління взаємодією суспільства і природи, формування відповідних геосистем. Річкові басейни покривають майже всю територію суходолу. Існує об’єктивна необхідність інтеграції управління водними ресурсами, річковими басейновими системами та територіями, землями, просторовим

плануванням. Загальною метою просторового планування є надання географічного виразу заходам, спрямованим на створення умов для сталого розвитку, включаючи оптимальну взаємодію між суспільством і природою, оптимізацію природно-антропогенних систем. Це прямо вказує на роль і завдання сучасної географічної науки, використання її методологічних надбань у сфері досліджень територіальних, геопросторових систем, зокрема басейнових. Фактично йдеться про територіальний вираз взаємодії суспільства і природи. Цю взаємодію розглядаємо в розвитку. З часом змінюються цілі, цінності, концепції взаємодії. Це соціально-інтелектуально-інформаційні процеси, нематеріальне виробництво. Їх практичне втілення спрямоване на розвиток матеріального базису. Природно-антропогенні системи можна представляти як поєднання природних і соціально-економічних компонентів, підсистем. Але їх також можна розглядати як поєднання матеріальної основи та інтелектуально-інформаційної надбудови. Саме людський інтелект є сутнісно новим елементом, новим рівнем і новою якістю геоеволюції. У даному трактуванні взаємодію людини/суспільства і природи можна розглядати як формування нових, ноопримодних геосистем. Їх матеріальний базис вже включає елементи і «першої», і «другої» природи.

Оскільки річкові басейнові системи охоплюють основну частину суходолу, вони включають і всі основні матеріальні «компоненти» ноопримодних геосистем. Але від будь-яких систем (ноопримодних геосистем загалом) їх вирізняє особлива, власна структура та особливі закони функціонування. Таким чином для інтегрування планів управління річковими басейновими системами до просторового планування необхідно враховувати дану специфіку.

Природна основа річкових басейнових систем пов’язана з абіогенними та біогенними процесами. Серед абіогенних процесів головну роль відіграє струминна ерозія, котра характеризується власними закономірностями та адаптацією до місцевих, перш за все геолого-тектонічних умов. Аналіз структури і законів функціонування річкових басейнових систем дозволяє запропонувати їх інтегровану модель, котра включає дві основні просторові підсистеми: 1 – підсистему стовбурних долин (СД) та 2 – підсистему елементів крони (ЕК). Це модель «крона-стовбури». За необхідністю вони доповнюються даними про перелічені вище інші складові річкових басейнових систем. Дана модель інтегрує також відомий поділ басейнових систем на долинну, схилову та привододільну частини; взаємодію поверхневих та підземних вод, перш за все ґрунтових. Також вона відповідає переходу від абіогенних до біогенних ландшафтів і відповідній басейновій конфігурації ландшафтів. Підсистема СД включає схили долин та їхні днища. Фактично її основою виступає річковий гідроморфологічний абіогенний ландшафт, система парагенетичних ландшафтів. Об’єктивно існує відповідний їх територіальний поділ, котрий можна відобразити за допомогою системи таксономічних одиниць, котра має ув’язку як із системою геоморфологічних, так і ландшафтних одиниць. Їх особливості пов’язані як зі змінами характеру долин, русел і заплав річок вздовж течії, так і з віддаленням від «ядра збурення» – річкового потоку. Підсистема ЕК включає привододільні, схилові і долинні частини. Також сюди можна віднести так звані «міжбасейнові простори».

Планування управління басейнами річок є одним з видів та складовою просторового планування. З іншого боку, об’єктивна інформація про басейнові системи також важлива для просторового планування. Господарська діяльність людини, життєдіяльність загалом пристосовується до структури і законів функціонування перших. Тобто «друга матеріальна природа» басейнів, включаючи поселення людей, певним чином співвідноситься з першою. Це можна відобразити, систематизуючи і представляючи відповідну інформацію із врахуванням моделі «крона-стовбури».

Елементи крони і однорідні ділянки стовбурних долин є зручними операційними одиницями для аналізу взаємодії суспільства та природи, просторово-економічного аналізу. Вони дають зручну можливість вести кадастр і моніторити стан об’єктів. Крім того, вони мають достатньо чітку внутрішню структуру, що вирішує питання інтеграції з підходами ландшафтного планування, темою виділення і контролю стану водних тіл/масивів, проблемою «малих річок» (котрі ідентифікуємо з елементами крони та окремими водотоками в межах стовбурних долин). Існують також питання формалізації моделі

«крона-стовбури». Зокрема, реальні елементи крони можуть мати своє продовження (нижню частину) в межах стовбурних долин. Також залишаються невеличкі міжбасейнові простори, якщо вести вододіли – межі елементів крони від гирл до найвищих точок/ліній місцевості. У формальній просторовій моделі стовбурні долини виділяються як цілісні утворення, а міжбасейнові простори дещо умовно додаються до сусідніх елементів крони прилеглими частинами. Завершення елементів крони в межах стовбурних долин аналізуються як особливі елементи останніх із врахуванням впливу всієї основної їх частини.

Інформація про «другу матеріальну природу» у географічному (просторовому, територіальному) відношенні наноситься на схему ЕК–СД. Формується відповідна ГІС. У формально-геометричному відношенні можна виділити точкові, лінійні та площинні об'єкти. У змістовному відношенні формуються шари типових рис господарства і населення, що відповідає як схемам просторового планування, так і підходам, розвинутим у суспільно-географічній науці. Сюди ж відноситься і інформація про особливості використання земель, що є первинною правовою першоосновою регулювання стосунків суспільства і природи. (Також важливим чинником інтеграції планування, управління могло би бути взаємно ув'язане ведення земельного кадастру, кадастру складових басейнових систем та водного кадастру). Наступний шар інформації повинен враховувати екологічні ризики та конфлікти. Це відповідає загальноприйнятим підходам і дає можливість організовувати управління ризиками, екологічною безпекою. Наступний важливий шар – це інформація про екологічну мережу, природно-заповідний фонд та охоронні зони (згідно ВРД ЄС та нормативних актів України). Усі перелічені шари інформації відповідають вимогам просторового, ландшафтного планування та планування інтегрованого управління водними ресурсами. А планування і управління власне і є інтелектуально-керуючою надбудовою ноoприродних геосистем, зокрема басейнових.

Як відомо, планування включає деякі логічно-послідовні етапи. Основні з них це:

1 – формулювання загальної задачі і опис-аналіз загальних передумов її вирішення;

2 – формування бази даних про об'єкт управління;

3 – оцінювання і прогнозування стану об'єкту, включаючи аналіз чинників;

4 – цілепокладання з урахуванням існуючих прогресивних положень, підходів, концепцій;

5 – проектування, програмування заходів, спрямованих на досягнення поставлених цілей;

6 – реалізація управління з визначенням конкретних виконавців, термінів та контролем ефективності.

Зв'язуючою ланкою між інтелектуально-інформаційною надбудовою та матеріальним базисом є моніторинг, у широкому його розумінні. Тому плани управління включають і планування моніторингу. Подібні етапи присутні у структурі розроблення планів управління річковими басейнами України.

УДК 504.453

Яцик А.В.[1], Гопчак І.В.[2], Басюк Т.О.[3]

[1] Український науково-дослідний інститут водогосподарсько-екологічних проблем, м. Київ

[2] Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне

[3] Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука, м. Рівне

4

НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА БАСЕЙНИ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНИ, ЯК ОСНОВА ЇХ ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ВІДРОДЖЕННЯ

Зростаючий вплив суспільства на довкілля потребує проведення комплексних досліджень з метою аналізу та оцінки антропогенних змін в басейнах малих річок України. На сьогодні річкова мережа України у більшості трансформована як за руслами, так і за басейнами. Антропоцентричний підхід до оцінки стану водного середовища з охорони водних ресурсів призвів до порушення екологічної рівноваги в річкових басейнах і

виникнення низки водогосподарсько-екологічних проблем, зокрема: разом із деградацією малих річок знизилось біорізноманіття річкової іхтіофауни і рибопродуктивність водного середовища за аборигенними видами риб, погіршилась якість води і рекреаційні характеристики, відбувається інтенсивне старіння та замулення річкової мережі. Погіршення екологічного стану природного середовища басейнів малих річок обумовлено широкомасштабними гідротехнічними меліораціями, збільшенням розораності земель, вирубкою лісів, рекреацією, розвитком промисловості, ерозією ґрунтів, радіонуклідним забрудненням територій внаслідок Чорнобильської катастрофи тощо.

Тому особливої актуальності набувають дослідження антропогенної трансформації в басейнах малих річок для встановлення залежності змін від інтенсивності антропогенних навантажень. Оцінка антропогенного навантаження на басейн річки є дуже важливою, насамперед для формування природоохоронної діяльності у річковому водозборі та встановлення показників, що найбільше впливають на її екологічний стан.

Слід зазначити, що останнім часом проблема екологічного нормування антропогенного навантаження на екосистеми річок вимагає якнайшвидшого розв'язання. На відміну від оцінки, класифікації й нормування якості води, питання з екологічного нормування висвітлено набагато гірше. У багатьох дослідженнях висвітлено вплив окремих видів чи всього комплексу господарської діяльності на ті чи інші характеристики стоку, зміну його режиму. Дані дослідження безпосередньо не стосуються екологічного нормування, але без них не можливо підійти до розгляду нормування антропогенного навантаження на басейн річки.

Для вирішення даного питання запропоновано основні принципи системи нормування антропогенного навантаження на басейни малих річок (рисунок).

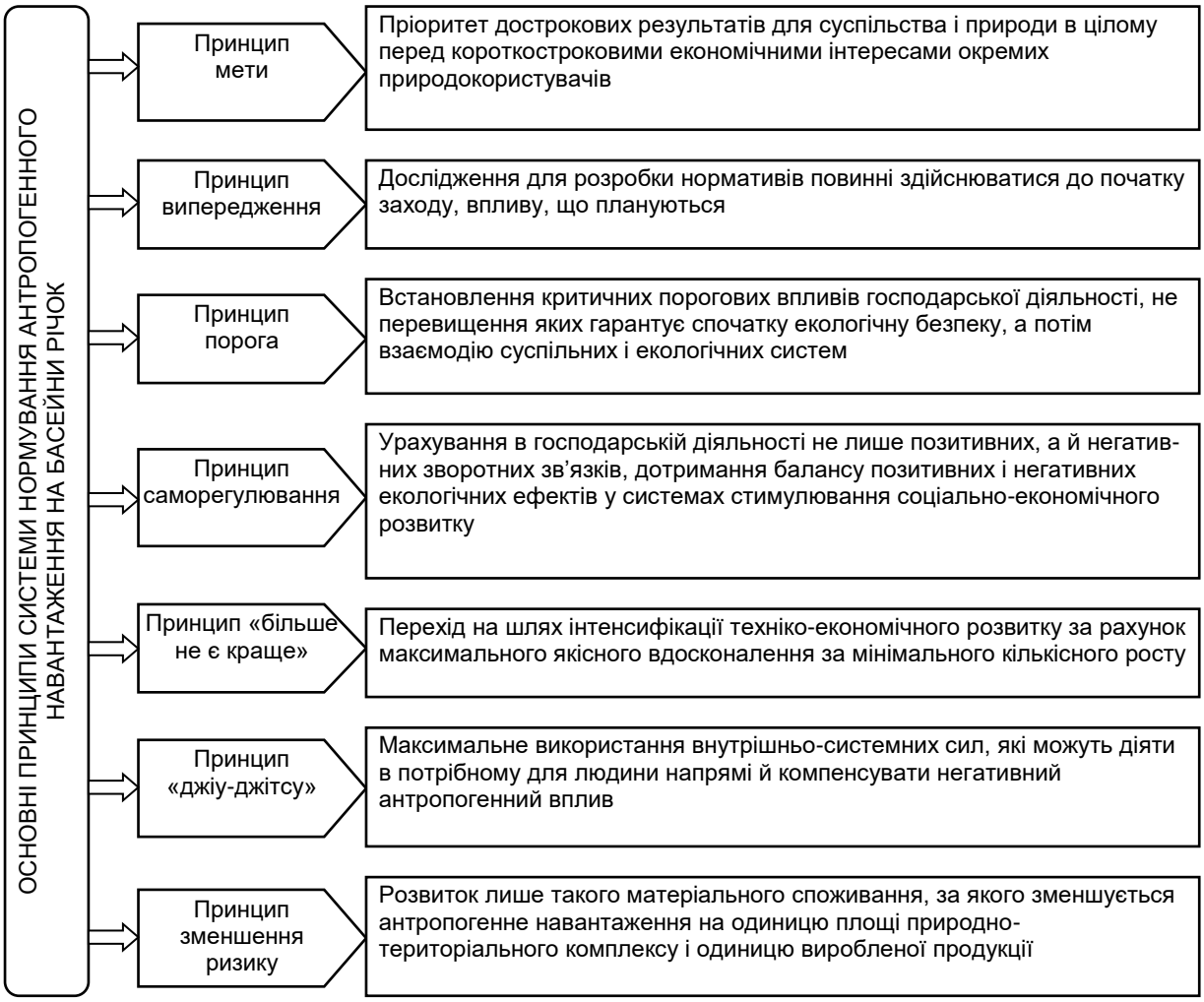


Рис. **Основні принципи системи нормування антропогенного навантаження на басейни малих річок**

Виходячи з цього, першочерговими завданнями екологічного нормування слід вважати: 1) визначення величини природоохоронних нормативів антропогенного навантаження, що ґрунтуються на принципі пороговості; 2) розрахунок наймісткіших інформативних нормативних показників, які можна використовувати при екологічному нормуванні всіх видів господарської діяльності; 3) регламентація екологічного стану екосистем, які забезпечують відтворення природних ресурсів. Наразі актуальнішим є питання про концептуальний зміст і концептуальні критерії, закладені в поняття «екологічне нормування». Структурна схема показників, які необхідно нормувати, має відображати басейновий підхід, де вплив господарської діяльності на навколишнє середовище оцінюється через використання природних ресурсів і вплив на компоненти ландшафту.

Із показників, які необхідно нормувати першочергово слід виділити ті, що характеризують: 1) збереження родючості ґрунтів; 2) підтримання екологічно необхідних витрат води у річках; 3) підтримання екологічно допустимої якості води в річках; 4) обмеження на скид у річки забруднюючих воду речовин у вигляді відносних норм забруднення на одиницю продукції; 5) підтримання природного балансу за киснем; 6) підтримання захисного покриву території; 7) обмеження обсягів водокористування тощо.

Крім того, до екологічних критеріїв оцінки господарської діяльності на басейни малих річок слід віднести показники, що характеризують кругообіг речовин та його швидкість, підтримання різноманіття видів й популяцій тварин і рослин, а також інтегральний критерій, який би поєднував усю можливу для вимірювання сукупність реакцій біосистеми на антропогенне навантаження.

Наведена система показників для екологічного нормування, як правило, не забезпечена інформацією. Вона може бути розроблена лише на основі узагальнення даних про основні форми зміни екологічних систем під впливом експлуатації того чи іншого природного ресурсу. Тому, на сьогодні, при регламентації антропогенного навантаження обмежуються лише найінформативнішими показниками, які характеризують використання земельних і водних ресурсів, а також якість води. Розрахунок антропогенного навантаження й оцінювання екологічного стану басейнів малих річок України пропонується виконувати відповідно до «Методики розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України» (2007).

Таким чином, Незважаючи на всю складність питання щодо нормування антропогенного навантаження на басейни річок, користуючись логіко-математичною моделлю «Басейн малої річки», можна встановити для кожної річки ті величини навантаження, які не призведуть до втрати самоочисної здатності її екосистеми.

УДК 556.536

Habel M., Babiński Z., Szatten D., Ciepłowski D.
Institute of Geography, Department of Revitalization of Waterways, Kazimierz Wielki University, Poland.

LONG-TERM BATHYMETRY OBSERVATION VERSUS SEDIMENT TRANSPORT SIMULATION BASED ON A CURVILINEAR GRID MODELLING APPROACH - A COMPARISON STUDY

Paper discusses the courses of vertical and horizontal riverbed changes. The aim of study was to compare evaluated effectiveness MIKE 21C modelling with morphometric GIS analyzes performed on the 19’th bathymetric maps. MIKE 21C model is based on the orthogonal curvilinear grid. The results from the MIKE 21C morphological modelling were compared with the morphometric analyzes based on Map Algebra algorithm. The tests area cover the part of lower Vistula River with groynes along the banks. The model section includes a reach of 2 km river close to Toruń (city in Northern Poland) directly surrounded by the newly constructed road bridge fitted with one pier.

In investigated part of the Vistula River sediment transport mechanism is completely dominated by the bed load (Babiński, 2005), so the influence of suspended load can be ignored in the modelling. Systematic bathymetric measurements were carried out for the background analysis. Nineteen single depth surveys were performed for the time period 10/06/2013 – 16/07/2017 (48 months, aprox. 1460 days). High-resolution DTMs (1 m x 1 m) were created from bathymetric maps. DTMs have been subjected to morphometric analyzes in ArcGIS environment bases with Raster Calculator tool. A raster calculator was used to calculate with the Map Algebra algorithm (Map Algebra syntax) on the basis of the existing raster pixel values. In this case, these are bottom/depth ordinates. The operation is about subtracting the value of the first input DEM from the second DEM raster. The raster model was converted into a vector layer with an outline of river bottom zones of specific depth difference values. Usage of the Raster Calculator tool in tests on DEMs is common and highly rated (Habel et al., 2017). During the simulation with the virtual physical models of the Meyer-Peter & Muller (1948) sediment transport model was employed to simulate the bed topography, integrated as MIKE 21C model. The initial bathymetry (from June 10th 2013) was imported into the curvilinear grid. The discharge data from gauging station in Toruń was used to calibrate the model. The samples of bottom sediments were collected and their features were determined. The simulation was performed for the same time period like a morphometric analyzes. Hourly data of the discharge were used as a boundary condition for sediment transport model.

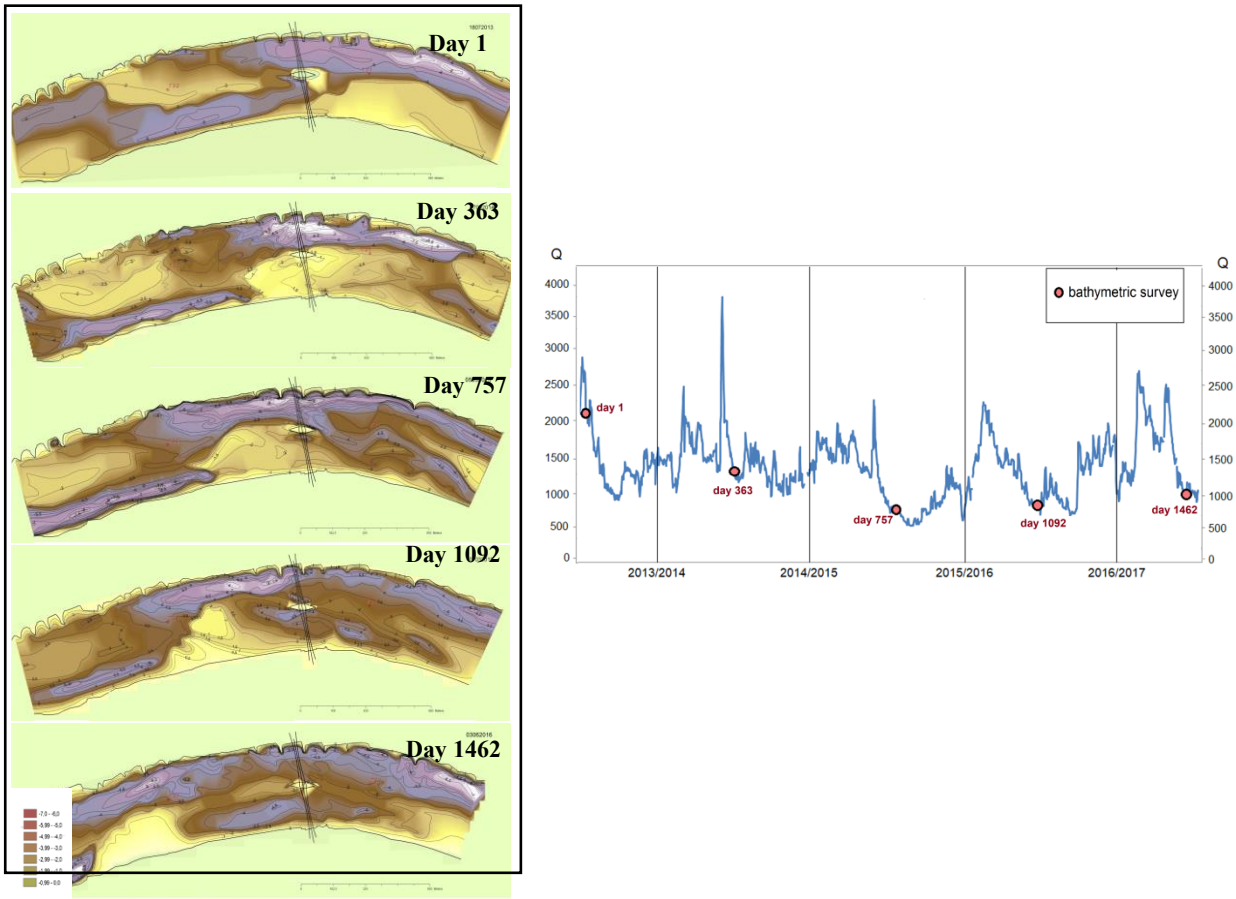


Figure 1. **Observed bathymetries (five selected from nineteen DTMs) of lower Vistula River in Toruń and hydrograph with discharges in Toruń (Q) during observation. Surveys were performed for the time period 10/06/2013 (first day) – 16/07/2017 (last day).**

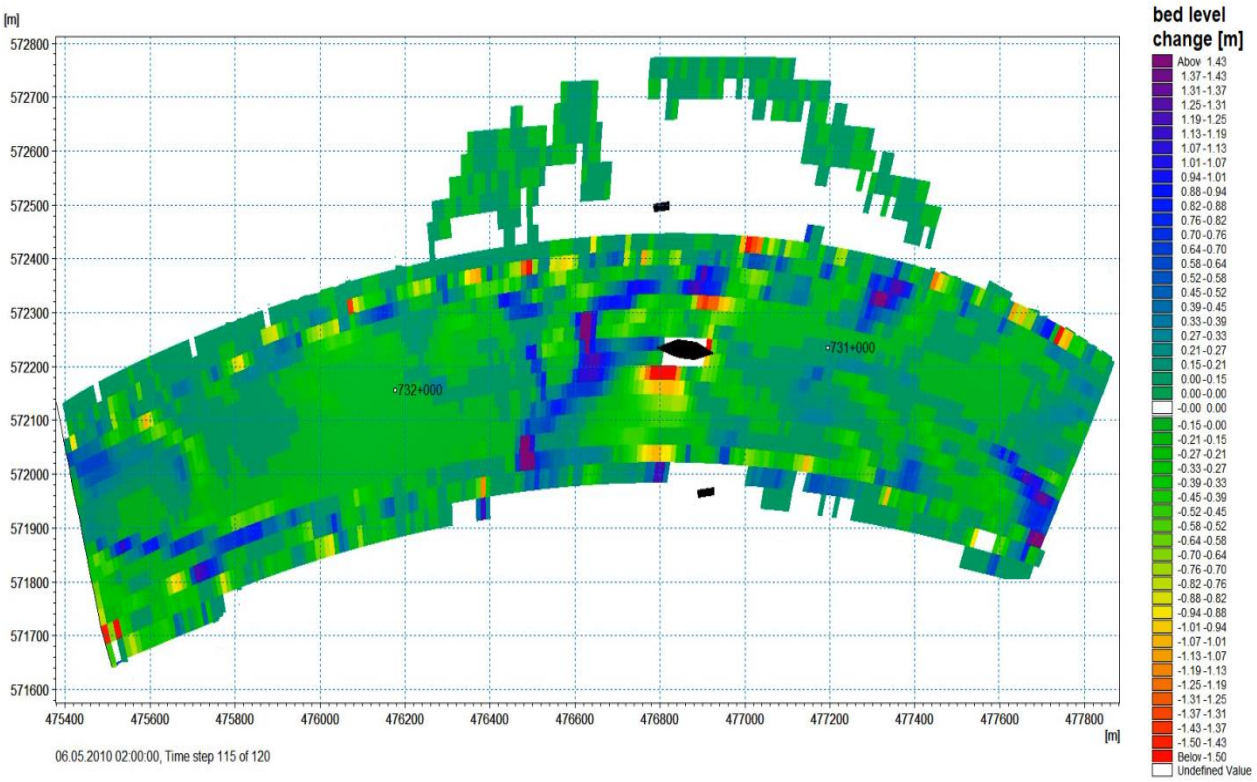


Figure 2. **The simulation result of Vistula riverbed level change for a 5-day period at a determined constant discharge of 2350 m^3s^{-1} (- bankfull discharge). The simulation based on bathymetry performed on December 16th 2014 (day 363 – Figure 1).**

Two separate investigations gaved a very similar, quantitative results. However, the differences of the qualitative results, is in favour to curvilinear grid approach. The differences between the curvilinear (MIKE 21C) and the rectilinear grid (like in Raster Calculator Map Algebra algorithm) is the curvil, which has been developed specifically to simulate 2D flow and morphological changes. Curvilinear grid lines follow the river banks lines, providing to a better resolution of the flow near the boundaries (MIKE 21C, 2011). The additional advantage of using MIKE 21C is the possibility of predicting bed deformations, pools and sandbars migration near pier with reference to the Vistula River. The results of bathymetric surveys are reflection of the momentary bed topography situation.

References

1. Babiński, Z. (2005). The relationship between suspended and bed load transport in river channels. Walling D.E. & Horowitz A.J. (ed.:) Sediment Budgets 1, IAHS Publication, 291 Proceedings of symposium S1 held during the Seventh IAHS Scientific Assembly at Foz do Iguacu, Brasil. ***2.*** Habel M., Z. Babiński and D. Szatten (2017). Using GIS to appraise structural control of the river bottom morphology near hydrotechnical objects on Alluvial rivers [in:] Simos T. E., Kalogiratou Z., Monovasilis T. (Ed.), AIP Conference Proceedings, New York : American Institute of Physics, 1906, p.170007(1-4). ***3.*** MIKE 21C (2011). *Curvilinear Model for River Morphology,* (User Guide, DHI Water & Environment).

УДК 504.06

Snizhko S[1]., Tripolska G.[3], Shmurak A.[2], Shevchenko O.[1], Grebin' V.[1], Yushchenko Yu.[4], Gopchak I.[5], Sherstyuk N.[6], Boyko V.[7], Ovcharuk V.[8],Grichulevich L.[9], Manivchuk V.[10], Denyshyk O.[11]

[1] Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv
[2] Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, Kyiv
[3]Institute of Economics and Forecasting of NAS of Ukraine, Kyiv
[4]Yurii Fedkovich National University of Chernivtsi, Chernivtsi
[5]National University of Water and Environmental Engineering, Rivne
[6] Oles Gonchar Dnipro National University, Dnipro
[7] Hydrometeorological Centre of Ukraine, Kyiv
[8] Odesa State Ecological University, Odesa
[9] NGO Black Sea woman club, Odesa
[10]Transcarpathian HMC, Ushgorod
[11]WWF Ukraine, Kyiv

TECHNICAL NEEDS ASSESSMENT OF THE WATER SECTOR TO THE ADAPTATION TO THE CLIMATE CHANGE IN UKRAINE

Ukraine is characterized by a relatively low availability of internal water resources compared to other countries in Europe: it ranked 124th among 181 countries by the amount of internal renewable water resources available per capita in 2014 (World Bank,2016). Ukraine is the 17th among 20 countries of Europe by the amount of total renewable water resources available per capita.

The water resources of Ukraine are vulnerable due to their limited total amount, uneven annual internal and external contributions to the total renewable water resources, and heterogeneous distribution of available water within the country. In addition, water quality is also a very important issue, with surface water resources (mainly river flow) contributing 97% of the total amount. In this regard, the issue of the future is crucial for Ukraine.

Climate change impacts, driven by temperature rises and shifts in precipitation patterns, could lead to changes in flood or drought frequency, water availability, and seasonality of water discharge. Such changes may have adverse effects on agricultural, energy, transport, and social sectors, dependent on water resources. To avoid the risks and damages associated with such impacts, adaptation strategies in regional water resource management have to be developed to ensure the readiness of the water-dependent sectors to meet the future challenges.

In recent years Ukraine has started to integrate into the European Union. To comply with the EU legislation requirements, the harmonization of Ukrainian national standards to European ones in economic, social, and environmental fields has to take place. In this respect, there have been initial steps made in water resource management, planning, and policy. One of the main priorities, but also a concern, is the adoption and implementation of the Water Framework Directive (WFD) goals and standards in water resource management. It requires an improvement in water quality and complex assessment of the state of riparian ecosystems. Ukraine has made some progress in the implementation of the Integrated River Basin Management approach, promoted by WFD, especially for its transboundary catchments. As cited in the WFD, water dynamics and quantity play critical roles in the functioning of aquatic systems and for reaching environment goals. Therefore, climate change as a driver of potential future changes in water resources is important and has to be studied.

In many studies (Pluntke T. at al., 2010; Snizhko S. at al., 2010; Fisher at al.,2014; Loboda N.,2015; Didovets Y. at al.,2017, 2019) is noticed the possibility of a significant impact of the climate on river water flow and water resources now and in the next future. Therefore, there is an urgent need for adaptation measures in water sector to climate change.

The use of adaptation technologies has been broadly defined as "the application of technology in order to reduce the vulnerability, or enhance the resilience, of a natural or human system to the impacts of climate change" (UNFCCC, 2005). In the water sector, site-specific solutions need to be considered within the broader context of integrated water management approaches.

What kind of water sector technologies are best suited to a country's specific climate change situation in Ukraine? Understanding technology needs is the starting point for effective action on climate change. Before investing in technologies that reduce greenhouse gas emissions and adapt to climate change impacts, it is essential to assess and analyze a country's specific needs, as relates to its specific set of circumstances. This information can then be used to set priorities and identify appropriate technologies.

To determine the priority adaptation technologies for the water sector Ukraine to climate change have to use a fundamental methodological framework developed and tested for a long time within global project "Technology Needs Assessment". This Project is funded by the Global Environment Facility and is implemented in close collaboration with the UNFCCC Technology Mechanism, being the Technology Executive Committee and the Climate Technology Centre and Network.

The Technology Needs Assessments Project supported 36 countries between 2009 and 2013, and 26 countries between 2014 and 2018. In 2018, 23 additional countries, including mainly Least Developed Countries and Small Island Developing States, have joined the project.

Ukraine joined the project in 2018. This year under auspices of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine was created National Technology Needs Assessment Team that also includes experts on water sector adaptation. They are authors of this report.

Technology Needs Assessments are designed to do precisely this type of in-depth analysis. Using national sustainable development plans as a starting point, Technology Needs Assessments strengthen countries' ability to analyze and prioritize climate technologies, guiding them towards implementation of the UNFCCC Paris Agreement. Through the Technology Needs Assessments Project, UN Environment, through UNEP DTU Partnership, helps Ukraine determine its technology priorities for adapting of water sector to climate change.

A TNA can be defined as a set of country-driven, participatory activities leading to the identification, selection and implementation of environmentally sound technologies to decrease CO2 emissions (mitigation) and/or to decrease vulnerability to climate change (adaptation). As a country-driven process it should not be conducted in isolation but rather integrated with other similar ongoing processes aiming to support national sustainable development.

The TNA process has three main objectives:

1) To identify and prioritise adaptation technologies for selected sectors/sub-sectors

2) To identify, analyse and address barriers hindering the deployment and diffusion of the prioritised technologies including enabling the framework for the said technologies

3) To articulate, based on the inputs obtained from the two previous steps, a Technology Action Plan (TAP) with suggested measures/actions presented in terms of project ideas

МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА КЛІМАТОЛОГІЯ: ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

УДК 551.5

Сніжко С.І., Круківська А.В., Шевченко О.Г.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

КАФЕДРІ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА – 70 РОКІВ

Цього року кафедра метеорології та кліматології відзначає 70-річчя своєї науково-просвітницької діяльності у складі географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Кафедру засновано у 1949 р. з метою підготовки висококваліфікованих фахівців-метеорологів і кліматологів для забезпечення потреб військової та цивільної авіації, морського флоту, сільського господарства, транспорту, які бурхливо розвивались у повоєнні роки. Проте підготовка метеорологів проводиться у Київському університеті майже з часу його заснування (1834 р.) і має глибокі історичні корені, давні традиції та славні імена, які увійшли не лише в історію університету, а й в історію світової науки.

Найголовніші етапи становлення наукового напрямку і кафедри: 1846 р. – розпочато викладання метеорології (випускник Берлінського університету, проф. Е.А. Кнорр); 1855 р. – відкрито Метеорологічну обсерваторію при Університеті Св. Володимира, яку очолив проф. Е.А. Кнорр; 1865 р. – започатковано актинометричні дослідження та дослідження атмосферної електрики (чл.-кор. РАН, проф. М.П. Авенаріус); 1888 р. – вперше організовано реєстрацію прямої сонячної радіації (проф. Р.М. Савельєв); 1892 р. – організовано Придніпровську мережу метеорологічних станцій (проф. П.І. Броунов); 1895–1915 рр. – викладання метеорології та керівництво Метеорологічною обсерваторією здійснює відомий фізик і метеоролог, акад. УАН, проф. Й.Й. Косоногов; 1920 р. – започатковано аерологічні та оптичні спостереження (акад. УАН, проф. Б.І. Срезневський); 1926 р. – Б.І. Срезневським організовано науково-дослідну кафедру геофізики та сільськогосподарської метеорології при Укрнауці; 1933 р. – створено геолого-географічний факультет Київського університету, розпочато роботу його географічного відділу (кліматичні та метеорологічні дослідження факультету очолив проф. І.К. Половко); 1944 р. – у Київському університеті створено географічний факультет; 1949 р. – на географічному факультеті створено кафедру метеорології та кліматології.

Кафедру метеорології та кліматології протягом 1949–1953 рр. очолював проф. І. К. Половко, відомий вчений з питань загальної метеорології і атмосферної електрики, кліматів Земної кулі та клімату України. У цей час на кафедрі працювали також доц. Г.Ф. Прихотько (перший директор УкрГМІ), ст. викладач, к.с.-г.н. М.І. Гук, ас. Н.С. Снесарєва. Кафедра метеорології та кліматології працювала над науковими проблемами агрокліматичного районування України, радіаційного і теплового балансу (проф. В.П. Попов, проф. І.К. Половко, доц. М.І. Щербань, к.геогр.н. П.І. Колісник), клімату і мікроклімату Києва (М.І. Щербань), суховіїв (В.І. Ромушкевич) та снігового покриву (М.М. Михайленко) на території України.

Протягом 1953–1974 рр. кафедрою завідував проф. В.П. Попов – визначний фахівець з сільськогосподарської метеорології та кліматології, розробник спеціальних ґрунтових випарників, методики агрокліматичного та фізико-географічного районування. За його керівництва на кафедрі багато уваги приділялось підготовці науково-педагогічних працівників.

З 1974 р. по 1991 р. кафедрою керував проф. М.І. Щербань – багаторічний декан географічного факультету (1968–1980 рр.), автор численних праць з питань теорії клімату і

мікроклімату природних і перетворених ландшафтів, закономірностей зміни кліматів Землі, формування навколишнього середовища. Поряд з проф. М.І. Щербанем, на кафедрі працювали доценти П.І. Колісник, Г.Д. Проценко, П.І. Кобзистий, В.І. Ромушкевич, Г.С. Воронов, Л.Ю. Науменко. До викладання метеорологічних дисциплін на кафедрі залучалися також співробітники Гідрометцентру України та УкрГМІ .

В 1991–2002 рр. кафедрою завідував д.ф.-м.н., проф. В.М. Волощук, фахівець з питань параметризації турбулентної дифузії та фізико-хімічних перетворень антропогенних газо-аерозольних домішок у граничному шарі атмосфери. Працюючи на кафедрі він разом з своїми учнями займався кліматологічними дослідженнями, розробкою напівемпіричних статистичних моделей клімату.

З 2002 р. кафедру очолює Заслужений працівник освіти України, д. геогр. н., проф. С.І. Сніжко. Його досвід роботи за кордоном (Вестфальський університет, Федеральний інститут гідрології, Гесенське міністерство охорони довкілля, Потсдамський університет (Німеччина), Кембриджський університет (Велика Британія)) сприяли налагоджуванню міжнародних зав'язків кафедри та інтеграції викладачів і випускників кафедри у міжнародний науковий та освітній простір. Було налагоджено зв'язки з провідними науковими центрами з біометеорології та урбометеорології (Фрайбурзький університет, проф. Г. Майєр; Німецька служба погоди, проф. А. Мазаракіс; Служба погоди Франції, д-р. В. Массон, Університет Британської Колумбії, проф. Т. Оке). Цими зв'язками успішно опікується доцент кафедри О. Шевченко, стипендіат Німецького товариства академічного співробітництва та національної програми «100+100+100».

Активізувалося співробітництво з європейськими кліматологами та гідрологами з питань оцінки кліматичних впливів на водні ресурси. Розпочалися спільні дослідження, результати яких опубліковані у високорейтингових міжнародних журналах реферативної бази SCOPUS. У 2019 р. відбувся захист кандидатської дисертації нашого випускника Ю. Дідовця (нині працює в Потсдамському інституті клімату), підготовленої в рамках цієї співпраці під керівництвом проф. С. Сніжка та проф. А. Бронстерта (Потсдамський університет, Німеччина). В цьому ж році у Бременському університеті успішно захистила дисертацію випускниця кафедри 2015 р. Є. Галицька. В Метеорологічному інституті товариства Макса Планка у Гамбурзі працює наш випускник О. Бобришев. Таким чином, вперше за довгу історію випускники нашої кафедри створили прецедент щодо професійного працевлаштування у західних наукових центрах і підтвердили якість української метеорологічної освіти.

В умовах досить обмеженої державної підтримки кафедра постійно знаходиться у пошуку додаткових джерел фінансування для забезпечення якості освіти. Успішним досягненням кафедри метеорології та кліматології стала перемога у конкурсі освітніх проектів європейської програми ЕРАЗМУС+. З жовтня 2015 р. кафедра стала членом міжнародного консорціуму європейських університетів з розвитку потенціалу вищої освіти за проектом 561975-EPP-1-2015-1-FI-EPPKA2-CBHE-JP «Adaptive learning environment for competence in economic and societal impacts of local weather, air quality and climate». За ці роки викладачі кафедри в рамках проекту пройшли стажування у провідних університетах Європи, розробили сучасні навчальні курси, в тому числі для дистанційного навчання. Завдяки технічній допомозі Європейського Союзу кафедра отримала дві автоматичні метеорологічні станції, в тому числі станцію фірми «VAISALA» для дослідження забруднення повітря. Розпочалося співробітництво з «Kyiv Smart City» та компанією «LUN» з впровадження інтернету речей (IoT) в побудову локальних громадських мереж моніторингу забруднення повітря. Створено сучасний мультимедійний комп'ютерний клас для наших студентів, закуплені комп'ютери для наукових досліджень.

Кафедра тісно співпрацює Гельсінським Університетом (Фінляндія), Фрайбурзьким і Потсдамським університетами (Німеччина), Кембриджським університетом (Велика Британія), Інститутом Поля Шерера (Віллігeн, Швейцарія), Інститутом атмосфери та клімату (IACETH) при Швейцарському федеральному технологічному інституті (ETHZ, Цюрих, Швейцарія). Підписано меморандум про співробітництво з глобальним проектом Pan-Eurasian Experiment (PEEX). За підтримки Фінського метеорологічного інституту проводяться роботи з впровадження моделі «Enviro-HIRLAM".

За підтримки Українського Гідрометцентру на кафедрі було відкрито навчальну синоптичну лабораторію, яка оснащена найсучаснішими професійними програмними засобами, зокрема комп'ютерною автоматизованою системою «АРМ-Синоптик», має доступ до актуальних баз метеорологічних даних, як вітчизняних, так і зарубіжних, що надає можливість викладачам кафедри на високому рівні вести практичну підготовку студентів у галузі синоптичної та динамічної метеорології.

Тривалий час штатний викладацький склад кафедри (рис. 1) становили: 2 професори, доктори наук (С.І. Сніжко, В.А. Прусов), 6 доцентів, кандидатів наук (В.І. Затула, Р.В. Олійник, Л.В. Паламарчук, О.Г. Шевченко, І.М. Щербань, А.В. Круківська). Навчальну синоптичну лабораторію очолює к.геогр.н. І.М. Олексієнко, співробітники лабораторії – Є. Порхун, Г. Свінціцька. Навчально-допоміжний персонал кафедри представляли Л.І. Лисенко, Т.П. Андреєва, І.С. Андреєва.

Рис. 1. **Кафедра метеорології і кліматології, штатні співробітники, 2014 р.**

Окрім штатних співробітників для викладання окремих навчальних дисциплін і спецкурсів залучались провідні вітчизняні фахівці у галузі метеорології та кліматології: начальник Українського Гідрометцентру к. геогр. н. М.І. Кульбіда, заступник директора Морського гідрофізичного інституту НАН України, член-кор. НАН України, д. геогр. н. О.Б. Полонський, зав. кафедри агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету, д. геогр. н., проф. А.М. Польовий, зав. відділу кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ) ДСНС та НАН України, д. ф.-м. н., проф. В.Ф. Мартазінова, зав. відділу радіаційної екології Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, д. т. н., с.н.с. М.М. Талерко, с.н.с. відділу кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди УкрГМІ, д. геогр. н., доц. В.Є. Тимофеєв, зав. відділу прикладної метеорології та кліматології УкрГМІ, к.геогр.н., с.н.с. В.О. Балабух, с.н.с. відділу фізики атмосфери УкрГМІ, к. ф.-м. н. О.Я. Скриник, проректор Одеського державного екологічного університету, д. геогр. н., проф. В.М Хохлов.

На сьогодні кафедра метеорології та кліматології готує та випускає бакалаврів у галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю за освітньою

програмою «Метеорологія», спеціалізаціями: «Загальна метеорологія», «Екологічна метеорологія» (кваліфікація 3119 – стажист-дослідник (метеорологія)) і магістрів у галузі знань 10 – Природничі науки за спеціальністю 103 – Науки про Землю за освітньою програмою «Метеорологія», спеціалізаціями: «Теоретична метеорологія»; «Прикладна метеорологія» (професійна кваліфікація 2112.1 – молодший науковий співробітник (метеорологія)). Навчальний процес проводиться згідно затверджених планів бакалаврської та магістерської підготовки, складених відповідно до вимог Міністерства освіти та науки України і Департаменту з освіти та підготовки кадрів Секретаріату Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) з метою уніфікації та підвищення рівня теоретичної і практичної підготовки метеорологів.

За час свого існування кафедра підготувала понад 600 випускників-метеорологів, які успішно працюють у підрозділах Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Міністерства екології та природних ресурсів України, Міністерства оборони України, Міністерства інфраструктури України, Державної авіаційної служби України, Національного антарктичного центру України, Державного космічного агентства України, Національного екологічного центру України, Державної екологічної інспекції України, в наукових установах Національної академії наук України, у навчальних закладах Міністерства освіти і науки України, в Кабінеті Міністрів України, в профільних комітетах Верховної Ради України, а також в інших освітніх, науково-дослідницьких, проектних, виробничих державних і приватних установах, в органах державного та регіонального управління.

УДК 631:551.50

Балабух В.О.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА ФОРМУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ КУКУРУДЗИ В АГРОКЛІМАТИЧНИХ ЗОНАХ УКРАЇНИ

Зміна термічного режиму, яка спостерігається в Україні протягом останніх десятиріч, суттєво вплинула на розвиток та формування урожайності сільськогосподарських культур, зумовила коливання валових зборів їхнього урожаю [1-3]. Тому оцінка впливу цих змін на урожайність зернових культур має велике науково-практичне значення.

Метою роботи є оцінка впливу зміни температури повітря на урожайність кукурудзи у періоди вегетаційного циклу в сучасний кліматичний період (1981-2010рр.) та виявлення їх особливостей в ґрунтово-кліматичних зонах України.

Матеріали та методи. Дослідження впливу зміни термічних умов на урожайність кукурудзи проводили за щоденними даними про за середньою за добу температуру повітря з мережі гідрометеорологічних спостережень України (187 пунктів) за 1981-2010рр. Особливості впливу температури повітря на формування продуктивності сільськогосподарських культур оцінювали за коефіцієнтами продуктивності температури η(T), отриманими з моделі Дмитренко В.П. «Погода-урожай» [4]. Для кожної фази вегетаційного циклу кукурудзи визначали середні за рік значення показників, швидкість, значимість та достовірність їхньої зміни у сучасний кліматичний період. Оцінку проводили для кожної області України та для її ґрунтово-кліматичних зон.

Отримані результати. Аналіз мінливості температури повітря протягом вегетації кукурудзи в Україні показав її суттєві зміни на всій території країни. Проте, в окремі фази вегетаційного циклу ці зміни мали регіональні особливості, які впливали на урожайність зернових культур.

Проведені дослідження показали, що на *Поліссі* у сучасний кліматичний період відмічається підвищення температури повітря протягом усього вегетаційного циклу вирощування кукурудзи, але на різних фазах циклу ці зміни мають неоднакову величину і значимість. *Практично не викликає сумнівів* підвищення температури повітря у період третього листка-викидання волоті (VI-VII), яке становило 0,8°C/10 років. *Дуже ймовірний* її

ріст на 0,6-0,7°С/10 років у період цвітіння та *ймовірне* збільшення на 0,3°С/10 років у період сівба-сходи і на 0,5°С/10 років у передпосівний період. В період молочної –воскової стиглості ріст температури становив 0,1-0,2°С/10 років, проте такі зміни для Полісся є несуттєвими, а їхня ймовірність коливається від 20 до 50%.

Змінювалась і продуктивність температури на межі XX та XXI століть: у передпосівний період і період сівба-сходи відмічалось її зростання, а для інших фаз вегетаційного циклу кукурудзи було характерне її зменшення, особливо у період цвітіння у Чернігівському і Житомирському Поліссі.

Для ***Лісостепу*** характерні такі ж закономірності зміни температури повітря у сучасний кліматичний період, як і для Полісся: підвищення протягом усього вегетаційного циклу, найбільш інтенсивний ріст у період третього листка-викидання волоті та, особливо, цвітіння – 0,7-0,9°С/10 років, дуже ймовірне та ймовірне підвищення у період сівби та сходів і незначні зміни у передпосівний період та у фазі молочної і воскової стиглості.

Інтенсивне підвищення температури у період третього листка, викидання волоті та цвітіння було дуже ймовірно та ймовірно несприятливим для кукурудзи, особливо у східному та центральному Лісостепу про що свідчить зменшення продуктивності температури в регіоні, яке сягало 7-12% за 10 років (ймовірність 85-95%). У період сівби-сходів продуктивність температури також зменшувалась, проте ці зміни були несуттєвими та малоймовірними. Натомість, у передпосівний період в Лісостепу та в період молочної - воскової стиглості у деяких областях східного і центрального Лісостепу продуктивність температури ймовірно зростала на 3-4% за 10років. Для західного Лісостепу характерне збільшення продуктивності температури майже протягом усього вегетаційного циклу кукурудзи, за винятком цвітіння, проте цей ріст був несуттєвим.

У степовій зоні України найбільш інтенсивний ріст температури повітря характерний для періодів цвітіння (0,9-1,1 °С/10 років) та третього листка-викидання волоті (0,7-0,8°С/10 років). Ці зміни практично не викликають сумнівів і в південному Степу досягають максимальних значень. Такий інтенсивний ріст температури був несприятливим для кукурудзи і приводив до зменшення продуктивності температури на 10-15% за 10 років. Внаслідок цього, умови для вирощування кукурудзи у зазначені періоди суттєво погіршувались і в північному Степу були задовільними, а в південному – незадовільними. В інші фази розвитку кукурудзи швидкість росту температури повітря була вдвічі повільнішою, а її значимість меншою за 70%. Підвищення температури в період сівба-сходи також було несприятливим для кукурудзи. Проте її ріст у передпосівний період та, особливо, у період молочної і воскової стиглості, зумовлювали ріст продуктивності культури на 3-6% за 10 років. Але умови для вирощування кукурудзи в період молочної і воскової стиглості залишались незадовільними, особливо у південному Степу.

Висновки. Ріст температури повітря, який відмічався протягом усього вегетаційного циклу зернових культур зумовив зміну продуктивності температури і погіршення урожайності кукурудзи на всій території України, особливо на півдні степової зони. Винятком є західні області Лісостепової зони, де ріст температури сприяв збільшенню урожайності культури майже протягом усього періоду її вегетації,за винятком цвітіння, хоча й був несуттєвим. Подальші дослідження потребують оцінки впливу зміни зволоження на урожайність зернових в Україні, сумісного впливу температури та опадів і плодотворності клімату.

Список літератури

1. *Балабух В. О., Малицька Л. В.* Особливості термічного режиму України в умовах змін клімату. *Геоінформатика*, 2017. №4(64). С. 5-20. ***2.*** Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / *С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Є. П. Школьний* [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: Екологія, 2011. 696 с. ***3.*** *Польовий А. М., Кульбіда М. І., Адаменко Т. І., Трофімова І. В.* Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2007. № 2. С. 76-91. ***4.*** *Дмитренко В. П.* Погода, клімат і урожай польових культур: монографія. К.: Ніка-Центр. 2010. 620 с.

УДК 551.509.32:551.583:681.518:630.43

Балабух В.О.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ

ПІРОЛОГО-КЛІМАТИЧНЕ РАЙОНУВАННЯ УКРАЇНИ

Суттєве збільшення кількості лісових пожеж та їх площі, яке відмічається в Україні протягом останніх десятиріч, значною мірою зумовлено зміною клімату, оскільки метеорологічні умови є одним із основних чинників, що сприяють їхньому виникненню і поширенню. [1-2]. Підвищення температури повітря, яке супроводжується дефіцитом вологи, негативно впливає на лісові масиви, особливо на ріст дерев, збільшення їхньої захворюваності і приводить до висихання лісів у помірних широтах та зростання пожежної небезпеки [1,3-7]. Підвищенню ймовірності виникнення лісових пожеж сприяє також збільшення тривалості теплого та вегетативного періодів, зростання грозової активності [5,6]. Збільшення кількості природних пожеж і збитків які вони завдають економіці країн, навколишньому середовищу та життю і здоров'ю людей вимагає детального дослідження умов їхнього формування та поширення, удосконалення методик моніторингу та прогнозування, які повинні враховувати кліматичні особливості регіонів.

Метою роботи є аналіз пірологo-кліматичних особливостей території України та її районування за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки за умовами погоди

Матеріали та методи досліджень. Дослідження впливу кліматичних умов на природну пожежну небезпеку в Україні проводили за щоденними даними мережі гідрометеорологічних спостережень країни (187 метеорологічних станцій) про приземну температуру повітря, кількість опадів та швидкість вітру за період 1981-2010 рр.. Для аналізу пірологo-кліматичної вразливості території України використовували дані Державного лісового агентства про лісові пожежі (їх кількість, площу та заподіяні збитки з 1993 по 2014 рр. та щоденні дані про лісові пожежі (локалізацію, кількість, площу) Української державної бази авіаційної охорони лісів з 2003 по 2014 рр. За цими даними визначали середні багаторічні значення пірологo-кліматичних характеристик на території України та їх зв'язок з кількістю та площею лісових пожеж.

Для оцінки потенційної вразливості регіонів до виникнення лісових пожеж за кліматичними умовами використано термін «напруженість». Згідно[8] під «напруженістю» мається на увазі комплекс взаємозв'язаних кліматичних чинників, що впливають на формування потенційної і фактичної горимості рослинності, сезонні закономірності, річну та міжрічну мінливість виникнення лісових пожеж. Для оцінки напруженості вибирали найбільш значимі кліматичні чинники, які впливають на виникнення лісових пожеж, здатні відобразити їх регіональні особливості та можливість визначити «бажаний» чи «не бажаний» напрям зміни показників. До них увійшли характеристики термічного режиму, режиму зволоження та вітру: максимальна температура повітря, кількість літніх днів з середньою за добу температурою повітря 15°С і вище, теплозабезпеченість та спекотність теплого періоду (сума додатних та сума максимальних температур вище 25°С за пожежонебезпечний період), теплозабезпеченість року (різниця за рік сум додатних і від'ємних середніх за добу температур повітря), кількість днів без опадів, з опадами менше 3мм, максимальна тривалість періоду з опадами менше 3 мм, середнє за пожежонебезпечний період значення комплексного показника пожежної небезпеки (КПН) В.Г. Нестерова, кількість днів з надзвичайною пожежною небезпекою (КПН>5000°С) та максимальна за добу швидкість вітру.

Врахувати вплив цих кліматичних чинників на формування потенційної горимості рослинності і, відповідно, пірологo-кліматичну вразливість територій можна за допомогою інтегрування показників, об'єднання різнорідної кліматичної інформації. Для комплексної оцінки напруженості пожежної небезпеки регіонів за кліматичними умовами застосували функцію бажаності Харрінгтона, яка широко використовується в геоекологічних дослідженнях і знайшла своє застосування при аналізі природної пожежної небезпеки [8-10].

На основі функції бажаності Харрінгтона запропоновано інтегрований показник напруженості природної пожежної небезпеки за кліматичними умовами, або Індекс Напруженості Пожежної Небезпеки (ІНПН) який об'єднує дванадцять вищезгаданих піролого-кліматичних показників, що впливають на повторюваність та інтенсивність лісових пожеж, і характеризує напруженість природної пожежної небезпеки регіонів. Індекс напруженості пожежної небезпеки (ІНПН) обчислюється за формулою:

$$ІНПН = \sqrt[n]{П_{i=1}^{n} \cdot d_i} \quad (1)$$

де n – кількість параметрів, що характеризують пожежну небезпеку; d_i – показник бажаності кожного параметру;

$$d_i = \exp[-\exp(-y_i^{'})] \quad (2)$$

де $y_i^{'}$ – нормований безрозмірний параметр;

$$y_i^{'} = a_i + a1_i y_i \quad (3)$$

де y_i – кліматичний чинник.

Значення d_i змінюються від 0 до 1. При d_i=0 спостерігаються такі умови параметру, що є найбільш несприятливими для виникнення пожеж, у той час коли при d_i=1 вони є найбільш сприятливими. Відповідно й для значення *ІНПН* характерні такі ж властивості: чим більше значення *ІНПН*, тим більш сприятливим є комплекс кліматичних показників для виникнення лісових пожеж за умовами погоди.

Величину ІНПН було обчислено для усіх метеорологічних станцій України (187 пунктів спостережень). Висока кореляційна залежність між величиною напруженості природної пожежної небезпеки за кліматичними умовами та кількістю лісових пожеж (r=0,57; p=0,005), загальною площею пожеж (r=0,48; p=0,021),), площею верхових пожеж (r=0,45; p=0,031) а також величиною збитків, які вони завдають в Україні(r=0,43; p=0,039) свідчить про можливість використання індексу напруженості пожежної небезпеки для оцінки піролого-кліматичної вразливості регіонів.

Просторовий аналіз величини ІНПН дозволив виявити просторовий розподіл напруженості пожежної небезпеки за кліматичними умовами в Україні та провести районування території країни за цим показником, тобто виділити регіони близькі за кліматичними умовами та ступенем впливу клімату на природну пожежну небезпеку.

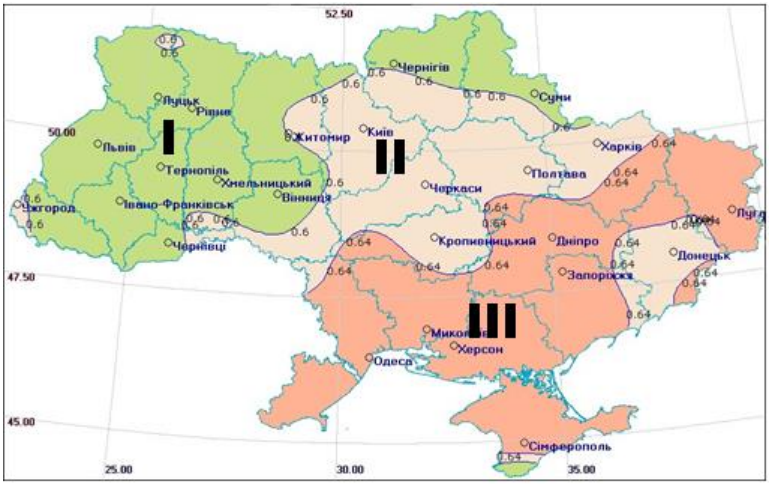


Рис.1. **Районування території України за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки за кліматичними умовами:** *I – незначна, II – помірна, III – висока*

Встановлено, що низькі значення напруженості природної пожежної небезпеки характерні для північних і особливо західних областей України. При цьому мінімальні значення ІНПН спостерігаються в Карпатах, де відмічаються несприятливі кліматичні умови для виникнення лісових пожеж і найменша їх кількість, хоча цей регіон і має найвищу лісистість в Україні. Значення ІНПН зростає з північного заходу на південний схід і досягає

максимуму на півдні країни, зокрема на півночі Херсонської області, що зумовлено суттєвим збільшенням температури повітря, зменшенням кількості опадів, зростанням тривалості бездощового періоду та збільшенням кількості днів з високим класом пожежної небезпеки за умовами погоди в цьому регіоні .

За ступенем напруженості природної пожежної небезпеки в Україні виділено три зони з незначною, помірною та великою пожежною напруженістю. Аналіз запропонованого піролого-кліматичного районування України за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки та фізико-географічного, лісотипологічного і агроґрунтового районування України показав, що вони добре узгоджується. Так, зоні з незначною напруженістю природної пожежної небезпеки відповідає зона мішаних і широколистих лісів, Карпати та Південнобережнокримська область Кримських гір, у яких відповідно до лісотипологічного районування переважають вологі ліси, а ґрунти, згідно з агроґрунтовим районуванням, мають підвищену і помірну вологість. Зоні з помірною напруженістю відповідає лісостепова зона, Донецький край та Передгірнокримська і Гірськокримська області зі свіжими лісами та агроґрунтові Ліво-, Правобережна і Закарпатська провінції. Зоні з високою напруженістю природної пожежної небезпеки відповідає степова зона з сухими, дуже сухими та штучними лісами. Найбільш вразливими є середньостепова та південно-степова підзони, особливо Бузько-Дніпровська та Дніпровсько-Молочанська низовинні області.

Таким чином**,** запропоноване піролого-кліматичного районування України за ступенем напруженості природної пожежної небезпеки добре узгоджується з фізико-географічним, лісотипологічним та агроґрунтовим і може бути використане для удосконалення моніторингу і прогнозування природної пожежної небезпеки, уточнення регламенту роботи лісопожежних служб у регіонах з метою покращення оперативного реагування на лісові пожежі.

Список літератури

1. *Zibtsev S.* Ukraine forest fire report 2010 (2010). *International Forest Fire News (IFFN)*. No. 40. P. 61–75. ***2.*** *Ходаков В. Е.*, *Жарикова М. В.* Лесные пожары: методы исследования. Херсон: Гринь Д.С, 2011. 470 с. ***3.*** Climate Change (2013): The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers. http://www.climate2013.org/spm. ***4.*** Изменение климата (2007). Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата. [под ред. Пачаури Р. К., Райзингер А. и др.]. 2007. Швейцария: МГЭИК. ***5.*** *Чаба Матиаша* Леса и изменение климата в Восточной Европе и Центральной Азии / под ред. Чаба Матиаша. Рим, 2010. 209 с. ***6.*** *Balabukh V., Malytska L.* Impact of climate change on natural fire danger in Ukraine. *IDOJARAS: Quarterly Journalof the Hungarian Meteorological Servic,* 2017. Vol.121, No 4. ***7.*** *Андреев Ю. А.* Влияние антропогенных и природных факторов на возникновение пожаров в лесах и населенных пунктах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра техн. наук. ФГУ «Всеросийский ордена «Знак Почета» НИИ противопожарной обороны. Москва, 2003. ***8.*** *Коган Р.М., Глаголев В.А.* Комплексный индекс напряженности пожароопасных сезонов на основе функций желательности. *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук*, 2014. т.16 №1(3). С. 646-649. ***9.*** *Барбашова Е.В., Чекулина Т.А., Шуметов В.Г.* Статистический подход к формированию функции желательности в задачах экономико-математического моделирования. *Вестник Орел ГИЭТ*, 2015. №2 (32). С. 94–99. ***10.*** *Беднова О.В.* Использование функции желательности Харрингтона для оптимизации многокритериальной оценки состояния лесных экосистем в условиях урбанизированной территории. *Лесной вестник,* 2011. №7. С. 35–41.

УДК 551.58

Богушенко А.О., Хоменко І.А.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

ОЦІНКА ВРАЗЛИВОСТІ МІСТ УКРАЇНИ ДО ТЕПЛОВОГО СТРЕСУ

Вступ. Наслідки змін клімату, викликані антропогенним впливом, стають більш інтенсивними і набувають екстремального характеру. Якщо не буде здійснюватися сукупне зменшення емісій, то збільшення температури перевищить 2°С. Однак, в даний час і в найближчому майбутньому, необхідне зниження викидів неможливо з різних погано

передбачуваних причин. Тому існує безперечна необхідність адаптації суспільства принаймні до деяких змін клімату. До основних потенційних негативних наслідків змін клімату відносять інтенсифікації та збільшення повторюваності хвиль тепла і холоду, тривалі дощові і посушливі періоди, почастішання небезпечних явищ погоди. Особливо схильні до впливу змін клімату міста завдяки значній концентрації населення, наявності розвиненої інфраструктури транспортної системи тощо [1]. У даній роботі детально досліджувалися вразливість міст України до теплового стресу.

Вихідна інформація. Аналіз було здійснено на основі рядів добової максимальної температури, отриманих за всі доступні періоди спостережень з сайту www.ecad.eu, і на основі сценаріїв RCP4.5 і RCP8.5 з регіональної кліматичної моделі RACMO2 за 2011-2050 рр. [2, 3] для чотирьох міст України: Київ, Одеса, Полтава, Ужгород.

Результати дослідження. Зміна кількості днів з максимальними температурами 30, 35, 40°С і вище, так званих спекотних днів, є одним з показників уразливості міста до теплового стресу [1]. В усіх чотирьох містах України спостерігається тенденція до збільшення спекотних днів.

В м. Ужгород, де спостерігається помірно-континентальний клімат з жарким літом і м'якою зимою, протягом останніх трьох десятиліть відбувається різке зростання аномально спекотних днів. Особливо сильне збільшення було зареєстровано за останні 8 років – 278 днів з температурами 30°С і вище та 33 дні – з температурами 35°С і вище, що перевищує кліматичну норму в 2,5 рази.

В м. Київ, клімат якого характеризується м’якою зимою і теплим літом, в останні два десятиліття, порівняно з кліматичною нормою, кількість спекотних днів зросла в 3 рази і перевищує 170 днів з температурами 30°С і вище і 15 днів з температурами 35°С і більше. В період 1991–2000 рр. було зареєстровано декілька днів з температурами 40°С.

В м. Одеса, клімат якого є помірно-морським з рисами субтропічного, за останні вісім років має місце збільшення кількості днів з максимальними температурами вище 30° в два рази порівняно з попередніми десятиріччями 1991–2000 рр. і 2001-2010 рр. і в чотири рази порівняно з кліматичною нормою. Зміна в кількості днів з температурами 35°С і вище немає яскраво вираженої тенденції до збільшення: за період 2001-2010 рр. таких днів виявилось в два рази більше, ніж за періоди 1991-2000 рр. і 2011-2018 рр. Максимальні температури +40°С і вище не реєструвались в місті.

Клімат м. Полтава є помірно-континентальним з прохолодною зимою і теплим (інколи спекотним) літом. Порівняно з кліматичною нормою кількість спекотних днів в останні вісім років зростає в два рази і складає понад 200 днів, а кількість днів з хвилями тепла – приблизно в 3,5 рази і сягає 148 днів. З 1991 року спостерігається тенденція до збільшення температури у місті: кожного десятиліття кількість спекотних днів і днів з хвилями тепла зростає на 30-50. Інтенсивність і тривалість хвиль тепла порівняно з періодом 1961-1990 рр. суттєво збільшується, але порівняно з попередніми роками 1921-1960 рр. лишається фактично незмінною.

Для більш детального аналізу уразливості міста до теплового стресу було виявлено хвилі тепла з використанням трьох критеріїв – 90-та, 95-та процентилі і критерій ВМО, і визначено їх інтенсивність. Інтенсивність хвиль тепла визначалась як функція тривалості хвилі і її кумулятивної температури.

В м. Ужгород порівняно з кліматичною нормою кількість днів з хвилями тепла в останні десятиліття збільшилася в 2-4 рази і в період 2011–2018 рр. сягає 80-160 днів за різними критеріями. Розподіл хвиль тепла в площині кумулятивна температура і тривалість хвилі показує, що в останні десятиліття зростає і тривалість, і інтенсивність хвиль тепла. Дані результати досить добре узгоджуються з результатами, отриманими для спекотних днів.

Хвилі тепла з 2001 р. в Києві спостерігаються набагато частіше: їх кількість в два рази більша за кліматичну норму в поточному десятилітті, і в чотири рази – в попередньому, коли відзначався максимум повторюваності кількості днів з температурами вищими за +35°С за весь період спостережень. Інтенсивність хвиль тепла, яка визначалась як функція тривалості та кумулятивної температури, була найбільшою в періоди 1901-1910, 1931-1940, 1941-1950, 2001-2010 рр.

Кількість днів з хвилями тепла в Одесі теж зростає приблизно в два рази порівняно з

минулими десятиліттями і, сягаючи 105 днів з хвилями тепла за період 2011-2018 рр., перевищує кліматичну норму приблизно в 50 разів. В останні десятиріччя інтенсивність і тривалість хвиль тепла зростає порівняно з кліматичною нормою, але практично не перевищує показники хвиль тепла з 1921 по 1950 рр.

В період 1991–2010 рр. в м. Полтава порівняно з кліматичною нормою спостерігалось зростання кількості днів з хвилями тепла на 100-200%, але зменшення в 2-3 рази порівняно з самим теплим десятиліттям 1901-1910 рр., коли за різними критеріями було виділено від 91 до 141 дня з хвилями тепла. Але лише в останні вісім років кількість днів з хвилями тепла вже перевищила показники 1901–1910 рр. на 8–10 днів, що вже дає право виділити десятиліття 2011–2020 рр. як найтепліше за всю історію інструментальних спостережень в місті. Найбільш інтенсивні хвилі тепла спостерігались в періоди 1901–1910, 1951–1960 і 2011–2018 рр.

Сценарії RCP4.5 і RCP8.5, навпаки, для трьох станцій – Київ, Полтава, Ужгород – демонструють істотне зниження в декілька разів кількості спекотних днів і кількості днів з хвилями тепла порівняно з останніми десятиріччями. За обома сценаріями кількість таких днів в середньому не перевищуватиме норму 1961–1990 рр. Виключенням стає м. Одеса, де за обома сценаріями прогнозується зростання кількості днів з температурами 30° і 35°С і вище, а також зростання кількості днів з хвилями тепла приблизно в 1,5 рази порівняно з початком XXI століття.

Висновки. В останні десятиріччя в усіх містах України, що розглядались в роботі і характеризували чотири регіони України, має місце зростання кількості спекотних днів і днів з хвилями тепла порівняно з кліматичною нормою, також відбувається інтенсифікація хвиль тепла, що вказує на збільшення вразливості міст до теплового стресу і необхідності здійснення заходів з адаптації до змін клімату.

За сценаріями RCP4.5 і RCP8.5, навпаки, має місце істотне зниження кількості спекотних днів і хвиль тепла для всіх розглядуваних міст України, виключаючи м. Одеса.

Порівняння результатів сценаріїв з фактичними даними за період 2011–2018 рр. вказує на їх погану узгодженість і демонструє, що сценарії погано відбивають сучасні тенденції в змінах клімату, що можна пояснити відсутністю достатньої кількості необхідної інформації і знання причинно-наслідкових зв'язків.

Список літератури

1. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна : монографія / О.Г. Шевченко та ін. Київ. Myflaer. 2014. – 62 с. ***2.*** Physical processes (CY23R4) / P.W. White // Technical report European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), 2001. ***3.*** HIRLAM-5 Scientific Documentation / P. Undén [et al.] // Technical report Swed. Meteorol. and Hydrol. Inst. Norrköping, Sweden, 2002.

УДК 551.583.1

Бойчук Д.О. [1], Сіденко В.П. [1], Скриник О.А. [2], Скриник О.Я. [3], Осадчий В.І. [3]

[1] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

[2] Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

[3] Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ

ІСТОРИЧНІ ДАНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В УКРАЇНІ (ДО 1850 р.)

Виявлення, обґрунтування та дослідження сучасних змін клімату як правило проводять на основі аналізу часових рядів кліматологічних показників, отриманих з виміряних значень метеорологічних величин. Особливу цінність з точки зору дослідження кліматичних змін, мають довгі часові ряди, які охоплюють і так званий «до індустріальний» період (до ~1850 р). Взагалі, чим ряди довші – тим вони цінніші, оскільки містять більший об’єм інформації щодо особливостей динаміки регіонального клімату. Проте, навіть короткі ряди історичних метеорологічних записів є цінними для наукових досліджень, оскільки вони можуть бути використані для калібрування кліматичних моделей, на основі яких здійснюють розрахунок можливих сценаріїв майбутніх змін клімату, чи створення історичних реаналізів.

Під егідою Всесвітньої метеорологічної організації було створено ряд ініціатив (як на

міжнародному, так і на національних рівнях) метою яких є врятування (data rescue) історичних метеорологічних/кліматологічних даних. Враховуючи вище зазначене, в Українському гідрометеорологічному інституті у тісній співпраці із Центральною геофізичної обсерваторією та у координації з міжнародними науковими організаціями/інституціями було проведено роботу щодо збереження (у вигляді фотокопій), оцифрування та аналізу (контролю якості) історичних записів найраніших метеорологічних спостережень, які було проведено на території сучасної України. Слід відмітити, що у дослідженнях українських кліматологів історичні (до 1850 р.) дані інколи використовувались, проте не оригінальні записи метеорологічних спостережень, а отримані з них значення кліматологічних показників (як, наприклад, середні за місяць значення температури та ін.)

Згідно з історичними довідниками метеорологічні спостереження в Україні було розпочато ще у кінці XVIII століття (1738 р. у Харкові, 1770 р. у Києві). Проте ці записи наймовірніше було втрачено в силу різних причин. На даний час, у спеціалізованому архіві Центральної геофізичної обсерваторії зберігаються дані з «до індустріального» періоду (до 1850 р.), отримані на 8-ми станціях: Київ (або Київ обсерваторія), Херсон, Харків (Харків університет), Луганськ, Одеса (Одеса університет або Одеса обсерваторія), Полтава, Дніпро (Дніпропетровськ), Кам'янець-Подільський, з найранішими спостереженнями датованими 1808 р. (Херсон). Дані зберігаються на паперових носіях (у спеціальних таблицях), записи у яких зроблені «від руки». Таблиці кліматологічних даних являють собою як оригінали (з коментарями на німецькій, французькій чи російській мовах), так і їх реконструкції (теж зроблені ручним способом). Історичні записи зроблено у застарілих одиницях вимірювання, таких як градуси Реомюра (температура повітря) чи російські лінії (атмосферний тиск).

Проведено інвентаризацію наявних даних, описано особливості їх часового розподілу та характеру вимірювань. Значення температури, тиску та опадів, що знаходилися на зроблених фотокопіях паперових носіїв, було оцифровано та перенесено в табличний (Excel) формат. Оскільки оцифрування було здійснено ручним способом, то існує висока ймовірність отримати помилки в базі даних. Тому після оцифрування було проведено контроль якості даних із залученням сучасних методів та програмних продуктів (як, наприклад, програма CLIMATOL).

Загалом, було оцифровано 291093 значень. Найбільше значень (19521) відноситься до 1843 року. Найменше значень у 1808р. – 270. У всіх станцій відсутні виміри температури та тиску в 1820, 1821 та 1822 рр. Станція з найбільшою кількістю даних – Луганськ (95746 значень). Станція з найменшою кількістю даних – Кам'янець-Подільський (13639 значень). Станція з найменшим періодом наявних даних – Кам'янець-Подільський (з 1844 по 1848 р.). За оцінкою повноти оцифрованих значень температури повітря, з урахуванням кількості спостережень, Полтава та Луганськ мають найбільше покриття періоду 1808-1850 рр., 51% та 51.8% відповідно. Найбільш неповним є Кам'янець-Подільський, який покриває лише 10.8% днів за вибраний період. За оцінкою повноти оцифрованих значень атмосферного тиску, з урахуванням кількості спостережень, Луганськ має найбільше покриття періоду 1808-1850 рр. – 48%. Найбільш неповним є Харків, який покриває лише 9.9% днів за вибраний період.

УДК 551.583:633.4

Вольвач О. В.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ЗРОСТАННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЙОГО ПОСІВІВ В ПОЛІССІ

В Україні цукровий буряк є основним джерелом сировини для цукрової промисловості, а бурячиння є цінним кормом. Суттєве значення бурякоцукрового виробництва для економіки України обумовлено тим, що цукор – це один з основних продуктів харчування. В раціоні людини на цукор припадає близько чверті енергетичних калорій. Він разом з

крохмалепродуктами, покриває потребу організму у вуглеводах, а також слугує важливим компонентом багатьох харчових продуктів, виконуючи роль консерванту. Також цукор характеризується високою транспортабельністю і придатністю до тривалого зберігання, що дає можливість формувати, як національні, так і світові продовольчі запаси.

Факт глобального потепління клімату за останні десятиліття достовірно встановлено у дослідженнях як українських, так і зарубіжних вчених. Сільське господарство - одна з найбільш важливих галузей економіки, але й одночасно найбільш залежна від кліматичних і погодних умов. Метою даного дослідження є вивчення кліматичних умов українського Полісся з точки зору їх придатності для вирощування цукрового буряку на тлі змін клімату, що спостерігаються в останні роки та прогнозуються на період до 2050 рр. за умов реалізації най песимістичного з чотирьох сценаріїв Representative Concentration Pathways – RCP8.5. Сценарій RCP 8,5 передбачає експоненціальне збільшення кількості вуглецю в атмосфері до кінця XXI ст. приблизно в 2,5 рази відносно сучасного.

Аналіз впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування та показники фотосинтетичної продуктивності посівів цукрового буряку проведено шляхом порівняння середніх багаторічних величин (за період 1980 – 2010 рр.) і величин, розрахованих за кліматичним сценарієм RCP8,5 на періоди: з 2021 по 2030 рр. (перший сценарний), з 2031 по 2040 рр. (другий сценарний) і з 2041 по 2050 рр. (третій сценарний).

Сівба цукрового буряку у Поліссі відбувається за середніми багаторічними даними у третій декаді квітня (25 квітня). Як можна бачити з табл. 1 за умов реалізації сценарію зміни клімату RCP8.5 дати сівби цукрового буряку у Поліссі будуть практично незмінними у порівнянні з базовими умовами.

Таблиця 1. **Арометеорологічні умови вегетації цукрового буряку у Поліссі в порівнянні зі сценарними умовами**

Період, сценарій	Дата сівби	Середня температура повітря за період, °С	Сума опадів за період, мм	Сумарне випаровування за період (Е), мм	Випаровуваність за період, (E_0), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E_0), відн.од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см^2 за період
1980-2010	25.04	16,0	405	420	557	0,75	1,44	171,5
RCP8.5								
2021–2030	23.04	16,0	319	364	519	0,68	1,23	177,0
2031–2040	28.04	15,4	295	373	562	0,65	1,12	182,5
2041–2050	22.04	15,7	388	398	502	0,77	1,46	186,1

За умов реалізації сценарію RCP8.5 очікується збільшення приходу ФАР протягом всього періоду дослідження: до 177,0 кДж/см^2 у перший сценарний період, до 182,5 кДж/см^2 протягом 2031 – 2040 рр. та до 186,1 кДж/см^2 у 2041 – 2050 р.р. У відсотковому співвідношенні таке збільшення не є вельми суттєвим і становить 3-8% від величини базового приходу ФАР.

Збільшення приходу ФАР зумовить відповідне збільшення величин потенційної урожайності загальної сухої біомаси посівів цукрового буряку (ПУ). При середніх багаторічних умовах вона складає 993 ц/га, в той час як протягом першого, другого та третього сценарних періодів вона збільшиться відповідно до 1114 та 1103 та 1156 ц/га (становитиме 111-116 % від середньої багаторічної).

Середня за вегетаційний період цукрового буряку температура повітря, яка становила за базовим варіантом 16,0^{o}С, в сценарні періоди очікується близькою до середньої багаторічної (15,4-16,0^{o}С).

За кліматичним сценарієм RCP8.5 очікується зменшення суми опадів за вегетацію цукрового буряку протягом всіх досліджуваних періодів. Так, протягом 2021-2030 рр. очікується сума опадів 319 мм, що менше за базову на 21%. Найменша сума опадів за вегетацію очікується протягом 2031-2040 рр., її величина становитиме 295 мм, що менше за базову на 27%. Найбільша сценарна кількість опадів за вегетацію очікується протягом 2041-2050 рр., вона становитиме 388 мм, що менше за базове значення лише на 4 %.

Таке зменшення кількості опадів погіршить умови вологозабезпеченості рослин протягом першого та другого сценарних періодів, збільшить дефіцит вологи (різниця

випаровуваності E_0 та випаровування E) до 155-189 мм, замість 137 мм, а також зменшить відносну вологозабезпеченість цукрового буряку (E/E_0) з 0,75 до 0,68-0,65 відн. од. Зменшиться й величина ГТК з 1,44 до 1,23-1,12 відн. од. відповідно.

Дещо інша ситуація очікується протягом третього сценарного періоду. Оскільки кількість опадів протягом 2041-2050 рр. зменшиться не суттєво, дефіцит вологи також зменшиться, і відносна вологозабезпеченість буде дещо більшою, ніж за базовими умовами, а саме очікується її значення 0,77 відн. од. Відповідно й значення ГТК також зросте до 1,46.

Зміна агрометеорологічних умов позначиться на роботі фотосинтетичного апарату. Інтенсивність сценарного фотосинтезу листя посіву цукрового буряку на початку вегетації буде на 12-24 мг $CO^2/дм^2$ год. вищою від середніх багаторічних значень. Найбільш високим буде рівень інтенсивності фотосинтезу в третій сценарний період (за рахунок досить сприятливого режиму зволоження), особливо в порівнянні з базовим періодом.

Значення фотосинтетичного потенціалу посіву цукрового буряку за вегетаційний період при середніх багаторічних умовах становить 423 $м^2/м^2$. Для перших двох сценарних періодів він складатиме 464-441 $м^2/м^2$, що відповідно становить 110-104% від середнього багаторічного значення. У третій більш сприятливий за вологозабезпеченістю сценарний період фотосинтетичний потенціал сформується дещо більший (490 $м^2/м^2$), він буде становити 116% від середнього багаторічного значення.

Найкраще вологозабезпечення посівів цукрового буряку в 2041-2050 рр. обумовлює найбільший рівень метеорологічно можливої урожайності загальної сухої маси (ММУ) в порівнянні як з базовим, так і з першим та другим сценарними періодами за сценарієм RCP8.5. Так, у перший сценарний період очікується ММУ 625 ц/га, тоді як за базовими даними величина ММУ становить 593 ц/га (тобто сценарний ММУ на 5% більше базового). За сценарними даними ММУ складатиме 622 ц/га (2021-2030 рр.) та 663 ц/га (2041-2050 рр.). Це відповідно на 5% та 12% більше за базову величину.

З урахуванням природної родючості ґрунту рівень дійсно можливого урожаю всієї сухої маси посіву цукрового буряку (ДМУ) складатиме в перший і другий сценарні періоди 106-105 % від середнього багаторічного. Для періоду 2041-2050 рр. він очікується на рівні 112 % в порівнянні з середнім багаторічним.

Урожай коренеплодів при їх стандартній вологості (80 %) становить при середніх багаторічних умовах 448 ц/га. В агрометеорологічних умовах першого та другого сценарних періодів він складатиме 470-473 ц/га відповідно. Для третього сценарного періоду очікується найвищій урожай – 502 ц/га.

Таким чином, зміни клімату за сценарієм RCP8.5 будуть сприятливими для цукрового буряку в Поліссі. Тому слід очікувати деяке збільшення урожаю у порівнянні з середньобагаторічними умовами.

УДК 551.588+502.6

Дворецька І.В. [1]***, Олексієнко І. М.*** [2]
[1] *Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ*
[2] *Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ*

АНАЛІЗ ПОЛОЖЕНЬ ДИРЕКТИВ ЄС У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Від початку 90-х років Європейським Парламентом та Радою було затверджено низку нормативних документів щодо зменшення впливу людської діяльності на довкілля. Такі документи отримали назву Директив Європейського Парламенту та Ради і їх перелік є надзвичайно великим, адже враховує різні аспекти: промислові викиди; якість довкілля в галузі водної політики; викиди, спричинені системами кондиціювання авто; видобуток і торгівлю природними мінеральними водами; моніторинг парникових газів; дотримання якості повітря в країнах, що розвиваються; озоноруйнівні речовини.

Загалом, унітарний підхід до оцінки якості атмосферного повітря запропоновано Рамковою Директивою 1996/62/ЄС. До цієї директиви було прийнято чотири дочірніх директиви Директива ради 96/62/ЄС від 27 вересня 1996 року про оцінку та управління якістю атмосферного повітря, Директива Ради 1999/30/ЄС від 22 квітня 1999 року щодо граничних величин двоокису сірки, двоокису азоту, окисів азоту, твердих часток та свинцю в атмосферному повітрі, Директива 2000/69/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 16 листопада 2000 року щодо граничних величин бензолу та окису вуглецю в атмосферному повітрі, Директива 2002/3/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 12 лютого 2002 року щодо озону в атмосферному повітрі та Рішення Ради 97/101/ЄС від 27 січня 1997 року про встановлення взаємного обміну інформацією та даними з мереж та окремих станцій вимірювання забруднення атмосферного повітря в межах держав-членів. Окремо було прийнято директиву 2004/107/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 15 грудня 2004 року стосовно миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю та поліциклічних ароматичних вуглеводнів в атмосферному повітрі,

Крім того, було прийнято також кілька рішень та нова Директива 2008/50/ЄС [2] за якість атмосферного повітря та чисте повітря для Європи. Остання консолідувала ряд попередніх Директив та завдань щодо деяких забруднюючих речовин, які шкідливі для здоров'я населення, і зобов'язує держав-членів дотримуватись наступних напрямків: контролювати та оцінювати якість атмосферного повітря для впевненості, що вони відповідають цілям; звітувати до Європейської Комісії та громадськості про результати моніторингу та оцінки якості атмосферного повітря; готувати та реалізовувати плани щодо якості атмосферного повітря для досягнення цілей.

На сьогодні діюча мережа спостережень державної гідрометеорологічної служби МНС України, керується РД 52, проте згідно статті 361 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Україна зобов'язалася впровадити основні положення двох європейських директив: 2008/50/ ЄС та 2004/107/ЄС/. Таким чином, *метою* проведеного дослідження стала порівняльна характеристика основних положень Директив ЄС з діючою системою моніторингу атмосферного повітря в Україні.

Згідно з Директивами 2004/107/ЄС та 2008/50/ЄС мережею спостережень за якістю атмосферного повітря передбачено вимірювання таких основних забруднюючих речовин: діоксид сірки, діоксид азоту та оксид азоту, тверді частки (PM_{10} та $PM_{2.5}$), оксид вуглецю, свинець, бензол та миш'як, кадмій, нікель, бенз(а)пірен, приземний озон, ртуть. В РД 52 згадується, що спостереження слід проводити за такими шкідливими речовинами, як пил (зважені речовини), діоксид сірки, діоксид і оксид азоту (спостереження обов'язково проводяться тільки у містах з чисельністю населення 250 тис. і більше), оксид вуглецю, які прийнято називати основними, а також різні специфічні речовини, що викидаються окремими виробництвами, підприємствами, цехами [3]. На мережі стаціонарних постів моніторингу національної гідрометеорологічної служби із зазначених у Директиві 2008/50/ЄС забруднюючих речовин, спостереження проводяться лише за вмістом пилу, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду азоту оксиду вуглецю, бензолу та свинцю.

Згідно з обома Директивами передбачено систему вимірювання, яка базується на понятті про зони та агломерації, які є базовими для оцінки якості атмосферного повітря та складання планів при перевищеннях порогових значень забруднюючих речовин. При аналізі відповідності української мережі спостережень за якістю атмосферного повітря положенням Директив окремою проблемою постає виділення поняття «зона» (згідно термінології Директиви 2008/50/ЄС це частина території держави-члена, визначена для цілей управління якістю повітря).

Відповідно до Директив, всі зони та агломерації мають обов'язково класифікуватись за концентраціями зазначених вище забруднюючих речовин на основі п'ятирічного інтервалу спостережень. Поріг оцінювання вважається перевищеним, якщо він був перевищений протягом трьох календарних років з п'ятирічного інтервалу [1, 2]. В Україні оцінка якості атмосферного повітря відбувається за значеннями ГДК: для діоксиду сірки – 0,05мг/м^3, діоксиду азоту – 0,04 мг/м^3, оксиду вуглецю – 3 мг/м^3, бензолу – 0,1мг/м^3, свинцю – 0,0003мг/м^3, що суттєво відрізняються від граничних значень, наведених у Директиві 2008/50/ЄС. Необхідно відзначити, що верхній та нижній пороги оцінювання якості

атмосферного повітря можуть відрізнятися від ГДК, наприклад для бензолу вони є набагато вищими.

Перевагою Директив, на відміну від РД 52 є можливість зменшення кількості постів, в залежності від чисельності населення у містах. Згідно Директив для кількості жителів до 250 тисяч достатньо 1-2 пости спостережень, тоді як РД 52 вимагає 1 пост на 50 тисяч жителів. Основними методами оцінювання, за Директивами 2004/107/ЄС та 2008/50/ЄС є спостереження (індикативні та фіксовані вимірювання), розрахунковий, моделювання, тощо. На відміну від РД 52, Директиви дозволяють доповнювати спостереження даними моделювання, що значно зменшує необхідну для встановлення рівнів концентрацій забруднюючих речовин кількість постів (для зон та агломерацій, в яких інформація від пунктів відбору проб для фіксованих вимірювань доповнена інформацією від моделювання або індикативних вимірювань, загальна кількість пунктів відбору проб може бути зменшена до 50% за відсутності перевищення верхнього порогу оцінювання).

Програма спостережень на діючій мережі має відмінності від Директив:

1) тривалість відбору проб (2-4 рази на добу з тривалістю одного відбору 20 хвилин), тоді як директива 2008/50/ЄС вимагає здійснювати відбір проб протягом 24 годин.

2) осереднення значень (місяць, рік), коли згідно директиви має проводитися за годину, добу, рік.

Висновки. Вимоги директив ЄС загалом спрощують проведення моніторингу атмосферного повітря на території України в порівнянні із діючим РД 52, проте, їх впровадження вимагає істотної перебудови окремих ланок мережі моніторингу національної гідрометеорологічної служби.

Список літератури

1. Директива 2004/107/ЄС Європейського парламенту та Ради від 15 грудня 2004 року щодо миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю та поліциклічних ароматичних вуглеводнів у навколишньому повітрі. Офіційний переклад. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2005. 16 с. ***2.*** Директива 2008/50/ЄС Європейського парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи. Офіційний переклад. *Офіційний вісник Європейського Союзу*. 2008. 44 с. ***3.*** Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.189-91. М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. 1991. 605с.

УДК 633.85: 551.58

Жигайло О.Л., Толмачова А.В.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВИРОЩУВАННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР В ЦЕНТРАЛЬНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Зміни клімату – одна з основних глобальних проблем. Згідно сучасних уявлень ключові зміни клімату в XX ст. пов'язані з антропогенним впливом на Земну кліматичну систему. В рази більші кліматичні зміни прогнозуються в XXI ст. за умов зростаючого антропогенного навантаження.

При зміні клімату відбувається зміна природних ресурсів. Врахуванню кліматично зумовлених природних ресурсів завжди надавалося велике значення в тих галузях економіки, які тісно пов'язані із станом погоди і клімату. Передусім, це агропромисловий комплекс, в якому витрати на виробництво сільськогосподарської продукції визначаються відповідним набором кліматично зумовлених природних ресурсів. Клімат чи не найсуттєвіший чинник, що визначає середній рівень урожайності, а також міжрічну мінливість і просторову структуру останньої.

Сільське господарство в усьому Світі має пристосуватися до нових умов глобального потепління з метою забезпечення продовольчої безпеки людства, що є абсолютно неможливим без прогнозування майбутніх чинників. Тому як ніколи актуальним стає питання визначення впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валовий збір урожаю.

Україна за обсягом виробництва олії займає одне з провідних місць у Європі. Посівні площі олійних культур у нашій державі сягають 8842,5 тис. га. Найбільші площі займає соняшник (приблизно 96 % усіх олійних культур). На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України набуває дуже важливого значення цінна білково-олійна культура – соя.

Для моделювання й оцінки змін агрокліматичних ресурсів при можливих змінах клімату було використано сучасні сценарії сімейства RCP (Representative Concentration Pathways/Репрезентативні траєкторії концентрацій), а саме сценарій *RCP 4.5*, який передбачає стабілізацію викидів парникових газів в атмосферу, середніх багаторічних кліматичних і агрокліматичних характеристик.

Дослідження формування продуктивності соняшнику і сої проводилося за допомогою моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур. З математичною моделлю було проведено чисельні розрахунки за кліматичні періоди: з 1991 до 2010 рр., що є базовим; з 2021 по 2050 рр. за сценарієм *RCP 4.5*.

Порівняння показників за сценарієм (табл.1) з показниками базового періоду показало, що при зміні клімату відбудеться збільшення приходу ФАР і температури повітря, це призведе до скорочення вегетаційного періоду соняшника на 20 днів, а сої на 11 днів. . Кількість опадів очікуються на рівні показників базового періоду. Хороші умови зволоження підтверджують розрахунки ГТК за вегетацію соняшнику. З огляду на те, що період вегетації скоротиться, скоротяться також і потреба рослин у волозі і сумарне випаровування, а тому і дефіцит вологи за вегетацію обох культур в порівнянні з базовим зменшиться на 19 мм і 25 мм відповідно.

Таблиця 1. **Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування посівів олійних культур (соняшнику і сої) при змінах клімату. Центральний регіон України**

№ з/п	Загальні показники за період вегетації	Культура			
		Соняшник (*Helianthus L.)*		Соя *(Glycine max)*	
		Кліматичний період			
		1991-2010	2021-2050	1991-2010	2021-2050
1	Сума активних температур, °С	2843	2717	2436	2280
2	Сума ФАР за період, кДж/см^2	149,2	174,0	146,2	156,7
3	Концентрація CO_2 в атмосфері, ppm	380	520	380	520
4	Тривалість вегетаційного періоду, доба	163	143	133	122
5	Сума опадів, мм	274	271	227	213
6	ГТК середнє за вегетацію, від. од.	0,98	0,95	0,98	0,95
7	Потреба рослин у воді, мм	658	608	577	535
8	Сумарне випаровування, мм	410	379	349	332
9	Дефіцит вологи за вегетаційний період, мм	248	229	228	203
10	ПУ сухої маси, г/м^2	1004	1394	915	1200
11	ММУ сухої маси, г/ м^2	784	1005	681	858
12	ДМУ сухої маси, г/ м^2	549	703	469	592
13	Фотосинтетичний потенціал за період вегетації, м^2/м^2	227,2	256,2	205,9	250,0
14	Урожай насіння, ц/га	25,0	32,1	21,4	27,0
15	Оцінка ступеня сприятливості кліматичних умов ($К_м$), від. од.	0,71	0,72	0,72	0,74
16	Оцінка рівня використання АКР ($К_е$), від. од.	0,70	0,70	0,69	0,69
17	Оцінка рівня реалізації АКП ($К_{агро.пот.}$), від. од.	0,497	0,393	0,371	0,283
18	Оцінка господарського використання ґрунтових та метеорологічних умов ($К_{агро}$), від. од.	0,699	0,546	0,499	0,396

Примітка: АКР – агрокліматичні ресурси, АЕП – агроекологічний потенціал

Зміни інтенсивності росту будуть визначатися температурами повітря, а продуктивність олійних культур буде вище за рахунок збільшення ФАР і вмісту CO_2 в атмосфері. У зв'язку з потеплінням і збільшенням вуглекислого газу зросте оцінка сприятливості кліматичних умов ($К_м$) до 0,72 від. од. для соняшника і до 0,74 від. од. для сої. Не зміниться оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів (Ке). Незначно знизяться оцінки рівня реалізації агроекологічного потенціалу ($К_{агро.пот.}$) і господарського використання ґрунтових і метеорологічних умов, але цей факт швидше за все відбудеться за рахунок скорочення періоду вегетації культур і настання більш ранніх строків збирання насіння соняшнику і зерна сої.

Зміна показників освітлення, температурного режиму і концентрації CO_2 в атмосфері за умови реалізації сценарію будуть сприяти підвищенню фотосинтетичного потенціалу роботи листя, а тому й збільшенню врожаю як насіння соняшнику, так і зерна сої. У період з 2021 по 2050 рр. (див.табл. 1) фотосинтетичний потенціал зросте до 256,2 $м^2/м^2$ і 250,0 $м^2/м^2$, а урожай буде вище базового відповідно на 7,1 ц/га і на 5,6 ц/га.

Отже, за реалізації сценарію змін клімату очікуються сприятливі агрокліматичні умови для росту, розвитку та формування урожаю насіння соняшника і зерна сої в Центральному регіоні України.

УДК 633.853.494:551.5

Кирнасівська Н.В., Васалатій Н.В.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ОЛІЇ В НАСІННІ ОЗИМОГО РІПАКУ В СТЕПУ УКРАЇНИ

На сьогодні, завдяки селекції ріпак є другою олійною культурою в світі. Олія має приємний горіховий запах, а високий вміст вітамінів і жирні кислоти роблять її цінною складовою у здоровому харчуванні. Гліцериди ненасичених жирних кислот, які є складовими ріпакової олії, мають лікувальні властивості. Олія ріпаку є також цікава як сировинний продукт для виробників біопалива, з неї також виробляють мастила, розчинники, лаки, фарби.

Структуру врожаю слід розглядати, виходячи з визначення, що вважати врожаєм ріпаку. В основному мова йде про збір олії з одиниці площі. Для нагромадження олії в насінні ріпаку важливого значення набуває забезпечення рослин вологою в період формування стручків. Тому значний вплив на вміст олії та її якість мають погодні умови. Наростання температури повітря в період дозрівання насіння (при достатній забезпеченості вологою) сприяє підвищенню вмісту олії [39].

В роботі, за допомогою чисельних експериментів на основі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів культури озимого ріпаку [1, 2], виконано кількісну оцінку динаміки накопичення олії в насінні даної культури в умовах Степу з декадним кроком в фази початок утворення стручка - повної стиглості насіння.

В результаті одержаних розрахункових даних встановлено, що початок утворення стручків у Південній частині Степу розпочинається в сьомій декаді вегетації (рис. 1).

При цьому вологість ґрунту складає 96 мм, а олійність насіння 0%. Далі, у двох наступних декадах, вміст олії в насінні де що зростає при цьому вологість ґрунту зменшується. Починаючи з десятої декади вегетації спостерігається інтенсивне накопичення олії в насінні озимого ріпаку. На кінець вегетаційного періоду в фазу повна стиглість даний показник становить 43,8 % від маси врожаю з одного гектару площі. При цьому динаміка вмісту вологи в ґрунті не міняється і при повній стиглості насіння вона становить 49 мм.

Дещо інша картина спостерігається в Центральній частині Степу (рис. 2). Встановлено, що початок утворення стручків на даній території також розпочинають в сьомій декаді вегетації. Тоді як вологість ґрунту складає 106 мм, а олійність насіння 0%. Надалі в двох наступних декадах, вміст олії в насінні де що зростає при цьому вологість

ґрунту зменшується. Інтенсивне накопичення олії в насінні озимого ріпаку починається з десятої декади вегетації. На кінець вегетаційного періоду в фазу повна стиглість даний показник становить 49,8 % від маси врожаю з одного гектару площі. При цьому динаміка вмісту вологи в ґрунті не міняється і при повній стиглості насіння вона складає 53 мм.

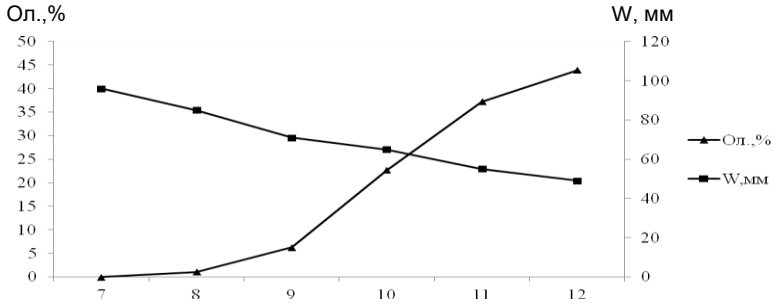


Рис.1. **Формування олії в насінні озимого ріпаку в південній частині Степу**

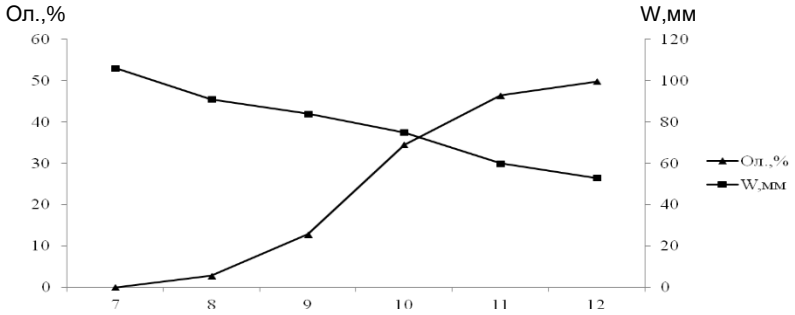


Рис.2. **Формування олії в насінні озимого ріпаку в центральній частині Степу**

У Північно-Східній частині Степу початок утворення стручків спостерігається в сьомій декаді вегетації (рис.3). При цьому вологість ґрунту складає 109 мм, а олійність насіння 0%. В двох наступних декадах вміст олії в насінні зростає ,а вологість ґрунту зменшується. Інтенсивне накопичення олії в насінні озимого ріпаку починається з десятої декади вегетації. В фазу повна стиглість даний показник становить 53,4 % від маси врожаю з одного гектару площі. А динаміка вмісту вологи в ґрунті не міняється і на кінець вегетаційного періоду вона складає 53 мм.

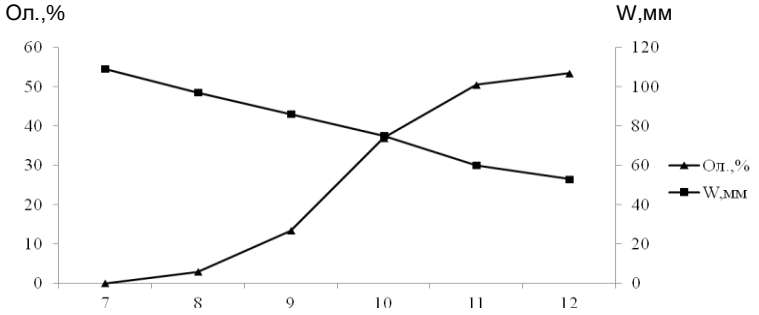


Рис.3. **Формування олії в насінні озимого ріпаку в північно-східній частині Степу**

Отже, найбільші показники олійності насіння озимого ріпаку спостерігаються в північно-східній частині Степу і становлять понад 50 % при вологості ґрунту 53 мм, найменші – у південній частині Степу – 44 % від маси врожаю з 1 га площі при вологозапасах ґрунту 49 мм.

Список літератури

1. *Полевой А.Н.* Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2004. Вип. 48. С. 206. ***2.*** *Полевой А.Н., Васалатий Н.В.* Модель формирования агроэкологических категорий урожайности озимого рапса. *Труды ГМНИЦ РФ: Гидрометеорологические прогнозы,* 2013. Вып. 349. С. 176-187.

УДК 551.583.1

Клок С.В.
Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС Украины и НАН Украины, Киев

СНЕГ, ОЦЕНКА ХАРАКТЕРА И ДИНАМИКА ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ НА УАС «АКАДЕМИК ВЕРНАДСКИЙ» (ЗАПАДНАЯ АНТАРКТИДА)

Исследования ледников полярных районов приобретают в последние годы особую значимость и актуальность в связи с глобальным потеплением климата, поскольку ледники, особенно небольших размеров, являются надежными индикаторами таких изменений. По выводам Межправительственной группы экспертов по изменению климата «...за последние два десятилетия Гренландский и Антарктический ледниковые щиты теряли массу (высокая степень достоверности). Ледники продолжали сокращаться практически во всем мире (высокая степень достоверности) – (МГЭИК, 2014: Изменение климата, 2014 г.: Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р.К. Пачаури и Л.А. Мейер (ред.)]. МГЭИК, Женева, Швейцария). Как это видно, на сегодня оценки не являются абсолютными, что подчеркивает необходимость дальнейшего продолжения данных исследований.

Снежный покров, который покрывает поверхность льда, существенным образом влияет на его характеристики, динамику нарастания или таяния, термический режим верхнего слоя и др. Это влияние, в первую очередь, обусловлено теплофизическими свойствами самого снега (теплопроводность, теплоемкость, оптические характеристики и т.д.). Хорошо известно, большую роль в этих процессах играет солнечная радиация, особенно ее коротковолновая часть, которая, в отличие от длинноволновой радиации, не поглощается полностью поверхностью снега, а проникает во внутренние слои снега и льда. Проникающие свойства солнечной радиации обусловливают достаточно активные процессы метаморфизма и таяния в снежном и ледяном покровах. В антарктических районах, при существенных колебаниях температуры воздуха и достаточно частом чередовании фазовости осадков в течение зимнего периода, в снежном покрове наблюдаются активные процессы фирнизации (укрупнения и сплавления кристаллов снега) что, соответственно, приводит к уплотнению снежной массы в целом, изменению ее вертикальной мощности, температуры отдельных ее слоев и их теплопроводящих свойств.

Снег является важной составной частью атмосферных осадков. Снежный покров не только формирует водный баланс поверхности Земли, но и существенным образом влияет на энергетический, особенно районов с большой продолжительностью его залегания. Хотя его исследование на сегодня и остается достаточно сложной задачей, тем не менее, интерес к нему становится все больше.

Данное исследование выполнено на основе многолетних систематических метеорологических наблюдений на метеоплощадке Украинской антактической станции «Академик Вернадский» (65°14' ю.ш., 64°16' з.д.), использованы инструментальные наблюдения за атмосферными осадками и снежным покровом, ограниченные периодом 1997-2018 гг. Гляциологические и массбалансовые исследования, как одни из наиболее важных гидрометеорологических наблюдений, британскими учеными выполнялись эпизодически и весьма непродолжительное время (в основном, это период 1960–1963 гг.).

На рис.1 показано распределение высоты снежного покрова на УАС. На фоне постоянной периодической (сезонной) изменчивости особый интерес представляет длиннопериодическая ее составляющая.

Подробнее медленные колебания высоты снежного покрова можно увидеть на диаграмме рис. 2, на которой более четко определяются границы периодов снегозалегания, продолжительность которых составляет, ориентировочно, 11 лет.

В проведенных исследованиях получены результаты, свидетельствующие о смещении сезонности как в распределении атмосферных осадков так и высоты снежного покрова (дат образования постоянного снежного покрова, максимального снега, схода снега). Выявленные 11-летние периоды формирования снежной толщи существенно

отличается по своей структуре: в течение одних процесс становится заметно медленнее в первой половине зимы и более интенсивный – во второй. Увеличение количества дней с осадками в жидкой фазе в первой половине зимнего сезона определенным образом оказывает влияние на формирование снежного покрова, понижая, прежде всего, его высоту и увеличия плотность.

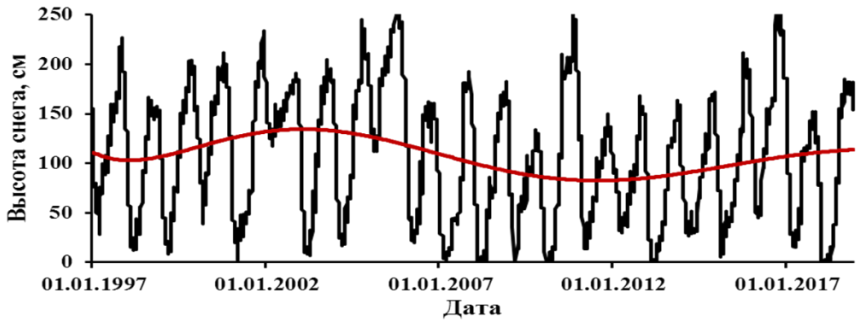


Рис. 1. **Динамика высоты снежного покрова по данным УАС «Академик Вернадский», период 1997–2018 гг.**

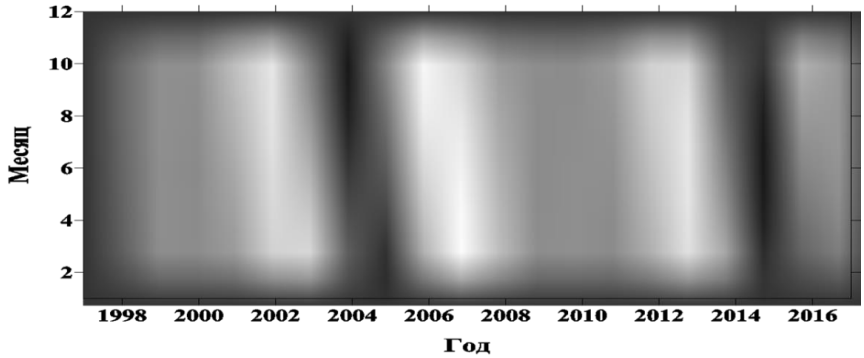


Рис. 2. **Диаграмма распределения высоты снежного покрова по данным УАС «Академик Вернадский», период наблюдений 1997-2018 гг.**

Шурфование снежной толщи выявило следующие особенности: в период снегонакопления за сезон в исследуемом районе, в среднем, образуется 6-8 постоянных слоев, хотя в отдельные неустойчивые зимы их количество может быть существенно большим - эти слои формируются в конкретные интервалы времени, под воздействием определенных синоптических процессов. Неустойчивые слои снега меньшей плотности (потенциально лавиноопасные) образуются в период максимальных приростов снега – июль-август.

УДК 633.13:551.582

Костюкєвич Т.К., Свидерська С.М.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ВІВСА В ЖИТОМИРСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Посилення економічної кризи посилило інтерес до вівса як до продовольчої культури. Це обумовлено не тільки цінним амінокислотним складом білка, наявністю в зерні вітамінів, жиру і крохмалю високої якості, але й антиалергічними властивостями вівсяних продуктів, які дозволяють широко використовувати овес для виготовлення різних видів круп (подрібненої, різаної, плющеної, шліфованої, номерний), вівсяних пластівців, борошна, толокна, кондитерських виробів, в виробництві дитячого і дієтичного харчування, а також для отримання спирту в суміші з іншими злаками або з картоплею.

В останні роки площі під посівами вівса в Україні значно зменшились. Під урожай вівса

2017 і 2018 року в Україні, за даними Держкомстату [1], було засіяно 197,8 та194,3 тисяч га відповідно, хоча ще в середині 2000-х років площа була в кілька разів більше і становила понад 450 тисяч гектарів. Відповідно, й валовий збір також знизився – до 430-480 тисяч тон, хоча врожайність вівса в останні роки зросла. Так в 2017 і 2018 роках в Україні, за даними Держкомстату [1], вона становила 23,9 і 22,5 ц/га відповідно.

Так, станом на 2018 рік найбільша врожайність вівса спостерігається в Хмельницькій області – понад 30 ц/га, трохи менш в Тернопільській та Черкаській - 26-29 ц/га, а найменша врожайність спостерігається в Дніпропетровській, Запорізькій та Одеській областях – близько 10-12 ц/га [1]. На сьогоднішній день лідерами по обсягу виробництва вівса в Україні є Волинська, Житомирська, Чернігівська та Рівненська області.

Збільшення продуктивності сільськогосподарських культур нерозривно пов'язане з проблемою оцінки агрокліматичних ресурсів території і раціональним розміщенням посівів. Зміна умов клімату неминуче тягне за собою зміну продуктивності сільськогосподарських культур і необхідність нової оцінки можливості їх розміщення, обробітку та раціонального використання змінених агрокліматичних ресурсів.

Клімат є одним із провідних факторів формування ґрунтового покриву території і визначальним чинником формування урожаю сільськогосподарських культур. Агрокліматичні ресурси території визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті тому розгляд значень агроекологічних категорій продуктивності, що відображають комплексний вплив агрометеорологічних умов на продуційний процес видається обґрунтованим. При цьому ресурси продуктивності повинні оцінюватися по відношенню до конкретної культури [2].

У зв'язку з тим, що найбільш адекватне вираження агрокліматичних ресурсів може бути реалізовано в агроекологічних категоріях врожайності, нами була проведена оцінка продуктивності території Житомирської області стосовно культури вівса за допомогою моделі, яка була розроблена на основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового [3].

В якості вихідної інформації використовувалися середні обласні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України [4].

В результаті розрахунків була отримана щодекадна і осереднення за вегетаційний період інформація про агрокліматичні умови формування чотирьох агроекологічних категорій врожайності, а саме:

- потенційна врожайність – врожайність, яка може бути отриманий в оптимальних ґрунтово-метеорологічних умовах і яка лімітується надходженням ФАР, тривалістю вегетаційного періоду і біологічними особливостями культури;
- метеорологічно-можлива врожайність – врожайність, яка може бути отримана в оптимальних ґрунтових і реальних метеорологічних умовах;
- дійсно можлива врожайність – максимальна урожайність, яка може бути отримана на конкретному полі в реальних метеорологічних і ґрунтових умовах;
- урожайність у виробництві – фактична врожайність, яка одержується в господарствах за існуючого рівня агротехніки.

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка агрокліматичних умов вирощування вівса в Житомирській області та його продуктивності. Так, значення потенційного врожаю зерна вівса становить 50,1 ц/га. Метеорологічно-можливий врожай зерна вівса досягає значення в 49,2 ц/га. Дійсно-можливий врожай зерна вівса – 39,4 ц/га. Урожай зерна у виробництві 24,2 ц/га.

Ступінь сприятливості метеорологічних умов вирощування сільськогосподарської культури характеризує співвідношення метеорологічно-можливого врожаю до потенційного. В нашому випадку це значення становило 0,98 відн. од.

Вплив на величину врожаю ґрунтових умов відображує відношення дійсно-можливого врожаю до метеорологічно-можливого – 0,64 відн.од.

Співвідношення значення врожаю у виробництві до метеорологічно-можливого врожаю дає можливість оцінити ефективність використання агрокліматичних ресурсів рослинами вівса, вона досягає 0,51 відн. од.

Відношення врожаю у виробництві до потенційного врожаю характеризує рівень реалізації агроекологічного потенціалу та становить 0,50 відн.од.

Співвідношення врожаю у виробництві до дійсно-можливого врожаю в реальних умовах можна розглядати як показник умов використання агротехніки. Так, оцінка культури землеробства культури вівса становить 0,64 відн. од..

Овес здатний формувати цінну кормову і продовольчу продукцію. Він має високий біологічний потенціал продуктивності, який може бути в повній мірі реалізований в природно-кліматичних умовах Житомирського Полісся. Ця культура здатна покрити потреби регіону в фуражному зерні та забезпечити отримання цінної дієтичної продукції. Щодо вирощування вівса, Житомирська область відноситься до зони відносно стійких врожаїв - коефіцієнт варіації становить 0,23 [5].

Таким чином, вважаючи, що ступінь відповідності кліматичних умов Житомирської області біологічним особливостям вівса, агротехніки їх обробітку визначає продуктивність цієї цінної культури, а найбільш висока врожайність культури досягається за умов максимально більш повного використання рослиною кліматичних ресурсів території вирощування, можна зробити висновок, що отримувати високі та стали врожаї вівса в Житомирській області можливо за умов дотримання відповідних агротехнічних заходів.

Список літератури

1. Державна служба статистики України. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: http://www.ukrstat.gov.ua. (дата звернення: 12.06.2019 р.). ***2.*** *Ляшенко Г.В.* Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине. Одесса : ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова», 2011. 249 с. ***3.*** *Полевой А.Н.* Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорологія, кліматологія та гідрологія.* 2004. Вип. 48. С. 195-205. ***4.*** Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України. https://meteo.gov.ua/ua/33345/hmc/hmc_main/ (дата звернення: 12.06.2019 р.). ***5.*** *Костюкевич Т.К.* Территориальные особенности изменчивости урожайности зерновых культур в Полесье Украины. *Комплексное развитие сельских территорий и инновационные технологии в агропромышленном комплексе*: Мат. II международной очно-заочной научн.-метод. и практ. Конф. (Новосибирск, 20-21 декабря 2016 г.). Новосибирск. 2017. С. 92-94.

УДК 551.515

Костирко І.О., Олійник Р.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ІНДЕКСАЦІЯ ПОСУХИ

Посуха – це стихійне лихо, яке суттєво впливає на економіку постраждалих від неї територій. Посуха, як правило, передбачає дефіцит опадів такої величини, який негативно вплине на певний регіон. На сьогодні запропоновано багато визначень щодо посухи, але кожне з них представлено з певної точки зору. Загалом, концепція посухи страждає від всеосяжного визначення, яке охоплює різні аспекти. Доцільним визначенням посухи, яке прийнято більше, ніж інші визначення, є те, що посуха спричинена періодом аномальних посушливих умов, які тривають достатньо, щоб викликати порушення рівноваги в гідрологічному циклі регіону. В останні десятиліття посуха, за частотою, ступенем тяжкості, тривалості, смертності, втрати майна та соціальних наслідків у довгостроковій перспективі була найбільшою, серед інших природних катастроф. Більше того, це явище відрізняється від інших стихійних лих тим, що воно відбувається повільно протягом відносно тривалого періоду часу, і його наслідки часто наростають із більшою затримкою, ніж інші природні небезпеки. Суворість та тривалість посухи, яка представлена показником - індексом, що включає опади, температуру, випаровуваність та інші показники водопостачання в єдине числове значення або формулу дає вичерпну картину для прийняття рішень. Такий індекс є більш легким у використанні та зрозумілим, ніж необроблені дані, і він, як правило, подається як числове значення, щоб прийняти рішення для пом’якшення наслідків. Всесвітня метеорологічна організація визначила індекс посухи як "індекс, який пов'язаний

з деякими кумулятивними ефектами тривалого та аномального дефіциту вологи". Визначено чотири основні критерії, яким повинен відповідати будь-який індекс посухи:

1) часовий період повинен відповідати існуючій проблемі (посуха);
2) індекс повинен бути кількісним показником масштабних, тривалих умов посухи;
3) індекс повинен бути застосований до проблеми, що вивчається;
4) довгий точний минулий запис індексу повинен бути доступним або обчислюваним.

Для представлення посухи розроблено численні показники, хоча жодному не властивий пріоритет перед іншими, деякі з них мають кращі показники в конкретних умовах. Наприклад, індекс посухи Палмера широко використовується в США та Австралії. Цей індекс дає кращі результати на великих рівнинах з рівномірною шорсткістю, ніж в гірській місцевості,. Палмер (Palmer W.C. Meteorologic drought // U.S. Weather Bureau. – 1965. – P. 45–58) був піонером, що визначив посуху як наслідок постійної нестачі опадів проти середніх нормальних умов у довгостроковій перспективі [1]. Індекси, що використовуються в дослідженні метеорологічної посухи, включають стандартизований індекс опадів (SPI), індекс порушення опадів (RAI) та Z індекс. Спочатку вони обчислюються для 3,6,12 та 24 місяців, а потім порівнюються. Багаточисленні емпіричні дослідження показали, що всі три показники мають однакову ефективність у визначенні ступеня тяжкості та стійкості посухи [1-23]. Існує кілька джерел інформації щодо індексів посухи, що застосовуються сьогодні у всьому світі. Найбільш поширені індекси задокументовані та пояснені Національним центром по боротьбі з посухою (NDMC) при Університеті штату Небраска-Лінкольн, США, який підтримує спеціальний (http://drought.unl.edu/Planning/Monitoring.) розділ ресурсів щодо індексів посухи. В якості подальшої діяльності ВМО та Управління ООН з ліквідації ризиків при катастрофах розглянули 34 індекси, що використовуються для оцінки впливу посухи на сільське господарство, підкреслюючи їх сильні та слабкі сторони. Матеріали засідання експертів задокументовані і представлені на веб-сайті http://www.wamis.org/agm/pubs/agm11/agm11.pdf.

Як зазначалося, жоден індикатор/індекс не може бути використаний для визначення відповідних дій для всіх типів посухи з огляду на кількість та різноманітність уражених секторів. Кращий підхід – це використовувати різні пороги з різними комбінаціями входів. В ідеалі це передбачає попереднє визначення, які показники найкраще відповідають термінам, площі, типу клімату та посухи. Для цього потрібні довгі ряди, щоб прийняття рішення на основі кількісних значень індексу мало важливе значення для відповідної та точної оцінки суворості посухи. Стан посухи слід досліджувати за допомогою декількох індексів, а рішення не приймати на основі єдиного індексу.

УДК 551.5: 631.433

Круківська А. В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

БАГАТОРІЧНІ ЗМІНИ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ТЕМНО-СІРИХ ЛІСОВИХ ГРУНТІВ МАЛОІНТЕНСИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ

Дослідження фізичних і хімічних процесів, які відбуваються у ґрунтовому покриві в умовах змін клімату і за підсиленого техногенного навантаження на них, стають дедалі актуальнішими. З точки зору кліматології, одним із важливих напрямків досліджень є вивчення ролі ґрунтів у кругообізі сполук вуглецю, у тому числі вуглекислого газу. Як відомо, ґрунти є одним із основних джерел біогенного вуглецю і потоків CO_2 в наземних екосистемах. Ґрунтова емісія CO_2, яка ще називається ґрунтовим диханням, включає процеси мікробіологічного розкладу органічних речовин, автотрофне дихання коренів рослин, ризосферної мікрофлори і дихання мікроорганізмів [1]. За рахунок масштабності цих процесів, у ґрунті міститься майже в двічі більше вуглецю ніж в атмосфері [1]. Таким чином, подальше збільшення інтенсивності вивільнення CO_2 з ґрунту може призводити до посилення існуючого дисбалансу вмісту вуглекислого газу в атмосфері з усіма подальшими прогнозованим негативними наслідками.

Значний вплив на біохімічні процеси, пов'язані з вуглецевим циклом, перш за все, на швидкість деструкції органічної речовини, здійснює термічний режим ґрунту. Тісний додатній кореляційний зв'язок між швидкістю виділення CO_2 і температурою ґрунту виявлено як у глобальному масштабі, так і для ґрунтів окремих екосистем і регіонів [2]. Отже, у контексті вивчення внеску ґрунтової ланки у регіональні зміни клімату, важливим завданням є визначення тенденцій зміни характеристик термічного режиму ґрунтів України.

У роботі досліджено закономірності багаторічної динаміки температури темно-сірих опідзолених піщано-легкосуглинкових ґрунтів. Оскільки тип землекористування і характер екосистем істотно впливає на термічний режим ґрунтового покриву, для нівелювання такого впливу використано дані стаціонарних вимірювань температури ґрунту на метеорологічній станції, спостережена ділянка якої не зазнає суттєвих активних перетворень (на прикладі ОГМС Київ).

За результатами оцінки багаторічних змін температури поверхні ґрунту виявлено підвищення середньої, максимальної та мінімальної температури майже у всі місяці року.

У цілому, динаміка максимальної температури характеризується суттєвим збільшенням міжрічних коливань, зокрема з початку 2000-х років. Середній і абсолютний максимуми більше зростають у холодний період року, особливо у січні. У теплий період максимальна температура підвищується у всі місяці (найменше у травні і вересні). За оцінкою повторюваності абсолютного максимуму температури поверхні ґрунту встановлено, що у квітні його значення найчастіше досягають 36-40°С, в травні 51-55°С, в червні 55-56°С, в липні 51-55°С, в серпні 51-55°С, у вересні 41-45°С, у жовтні 31-35°С.

Мінімальна температура у другій половині XX – на початку XXI ст. дещо підвищується у зимові місяці на фоні збільшення щорічної мінливості. За теплий період року мінімальна температура знижується у місяці перехідних сезонів (найсуттєвіше у квітні); в літні ж місяці – підвищується (найбільше в липні).

Зміни температури ґрунту на глибинах за період 1965-2016 рр. характеризуються стійкою тенденцією до підвищення протягом всього року, але найбільше середньомісячна температура на глибинах зростає взимку і в перехідні сезони (рис. 1).

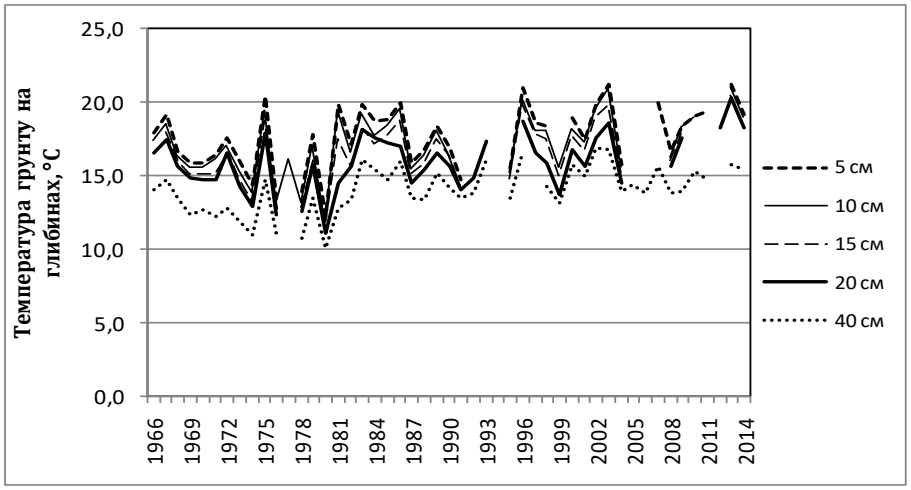


Рис. 1. **Динаміка середньої місячної температури темно-сірих лісових ґрунтів на різних глибинах у травні (ОГМС Київ)**

Результатами проведеного дослідження можуть бути використані для подальшого вивчення вуглецевого циклу у темно-сірих лісових ґрунтах України.

Список літератури

1. *Хенкс Р. Дж., Ашкрофт Дж. Л.* Прикладная физика почв. Л.: Гидрометеоиздат, 1985.150 с.
2. *Ларінова А.А., Разанова Л.Н.* Вплив температури та вологості ґрунту на емісію CO_2. Дихання ґрунту. Пущено. 1993. С. 68–75.

УДК 551; 556

***Кульбіда М.І.* [1], *Манукало В.О.* [2]**
[1] *Український гідрометеорологічний центр, Київ, Україна*
[2] *Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ*

РЕФОРМУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ВСЕСВІТНЬОЇ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ: ЦІЛІ, НАПРЯМКИ, ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Вступ. У створенні ефективних систем запобігання негативному прояву природних стихійних лих, в дослідженнях клімату та водних ресурсів важливу роль відіграють продукція та послуги (інформація, прогнози та попередження), які надають національні гідрометеорологічні служби. Основою якісного гідрометеорологічного обслуговування є дані інструментальних вимірювань, які провадять у єдині скоординовані міжнародні строки у пунктах спостережень за методиками та процедурами, уніфікованими на глобальному рівні. Досягти зазначеної уніфікованості та скоординованості у проведенні спостережень, а також отримати порівнювальні дані вдається завдяки міжнародній співпраці між гідрометеорологічними службами, яку на глобальному рівні координує і спрямовує Всесвітня метеорологічна організація (ВМО).

Створена в 1950 році, ВМО стала в 1951 р. спеціалізованою установою ООН, в мандат якої увійшли питання метеорології, оперативної гідрології і суміжних геофізичних наук. Її діяльність сприяла вільному та необмеженому обміну інформацією та продукцією, яку використовують для задоволення потреб суспільства.

На початку XXI століття світовій гідрометеорологічній спільноті стало очевидним, що діяльність цієї організації вимагає реформування з метою адаптації до таких викликів сьогодення як: погіршення стану навколишнього природного середовища; стрімке зростання населення на фоні обмеженості природних ресурсів; посилення конкуренції у сфері надання гідрометеорологічних послуг з боку приватних структур; технологічний прогрес; зростаючий розрив між розвинутими країнами та країнами, що розвиваються.

Метою доповіді є: представити інформацію про ціль, основні завдання, напрямки та очікувані результати від реформування ВМО; окреслити основні заходи, які слід вжити в Україні, щоб ефективно використати результати від реформи ВМО на національному рівні.

Доповідь підготовлено за результатами рекомендацій, розроблених групами експертів, призначених ВМО, та розглянутих на сесіях конституційних органів та цільових робочих групах цієї організації. В підготовці та розгляді рекомендацій брали участь автори доповіді.

Виклад основного матеріалу. *Ціль реформування* ВМО полягає в тому, щоб організація продовжила відповідати своєму цільовому призначенню і більш ефективно враховувала зростаючі потреби суспільства на експертні знання в області погоди, клімату та води.

В процесі реформування передбачено *вирішити такі задачі*: удосконалити координацію роботи систем спостережень та управління даними на глобальному рівні; впровадити стандартизовані методи та технології проведення спостережень та вимірювань; створити діючі механізми взаємодії з партнерами ВМО (міжнародні, неурядові та академічні організації, приватний сектор), діяльність яких пов’язана з погодою, кліматом та водою; зміцнити рівень діяльності національних гідрометеорологічних служб найменш розвинутих країн світу; забезпечити узгодженість в наданні послуг для цілей прийняття управлінських рішень і отримання соціально-економічних вигід.

Виконавчий комітет ВМО на своїй 70-й сесії (2018 р.) прийняв такі рекомендації 18-му Всесвітньому метеорологічному конгресу (червень 2019 р.) щодо *заходів з реформування* ВМО.

Всесвітній метеорологічний конгрес проводить сесії раз в два роки (чергову та позачергову). Зараз сесії (лише чергові) проводять один раз в чотири роки.

Для забезпечення цілісного підходу до встановлення стандартів створюють дві нові технічні комісії: Комісію із спостережень, інфраструктури та інформаційних систем та

Комісію з обслуговування і застосувань в області погоди, клімату, води та відповідних областях навколишнього середовища. Зараз існує вісім технічних комісій: Комісія з основних систем, Комісія з приладів і методів спостережень, Комісія з гідрології, Комісія з атмосферних наук, Комісія з авіаційної метеорології, Комісія із сільськогосподарської метеорології; Спільна технічна комісія ВМО та Міжнародної океанографічної комісії з океанографії та морської метеорології, Комісія з кліматології. Передбачено, що дві нові технічні комісії повинні почати роботу як можна скоріше, а існуючі технічні комісії припинять свою роботу наприкінці перехідного періоду (2020 р.).

Для надання сприяння інтеграції існуючих у ВМО науково-технічних програм та координації наукових досліджень створюють Раду з досліджень.

Для надання незалежних стратегічних рекомендацій щодо виникаючих викликів та перспективних можливостей створюють Наукову консультативну групу експертів, до роботи в якій передбачено залучити провідних вчених.

Запропоновано низку поправок до кола обов'язків шістьох регіональних асоціацій ВМО, які посилять організаційні та ресурсні можливості асоціацій щодо зміцнення потенціалу національних гідрометеорологічних служб на регіональному рівні та поліпшення регіональної співпраці.

Позачергова сесія Комісії з гідрології, яка відбулась в лютому 2019 р., підготувала рекомендації 18-му Всесвітньому метеорологічному конгресу, які передбачають виведення гідрологічної діяльності з повноважень нових комісій та створення двох нових структур: Міжурядової гідрологічної асамблеї та Координаційної групи з гідрології. Завданням Асамблеї стане підготовка, розгляд та формування пропозицій із стратегічних питань (як правило – довгострокових) з розвитку гідрологічного напрямку діяльності. Координаційна група забезпечить організацію поточної діяльності, у тому числі, взаємодію з приватним сектором, урядовими та неурядовими організаціями, ООН, іншими міжнародними організаціями і науковою спільнотою.

Очікувані результати від реформування діяльності ВМО: поліпшення управління всіх структурних одиниць організації; розширення можливостей країн-членів брати участь в роботі організації; підвищення ефективності взаємодії ВМО з організаціями-партнерами; впровадження цілісного підходу до вивчення системи Земля - метеорологія, кліматологія, гідрологія, океанологія, якість повітря, парникові гази, космічна погода; безшовне обслуговування з орієнтацією на різні небезпечні явища з врахуванням специфіки впливу на окремих кінцевих користувачів; широка кліматична перспектива - спостереження, обслуговування, наука, адаптація та пом'якшення впливу; більш ефективне залучення гідрологічного обслуговування в інші види діяльності організації; зміцнення наукової підтримки роботи ВМО; організована та керована співпраця з приватним сектором; оптимальне використання ресурсів країн-членів та Секретаріату ВМО, що дозволить підвищити рівень підтримки регіональної діяльності.

Заходи, які треба здійснити в Україні в контексті реформування ВМО. Для отримання максимальної користі від реформування ВМО в Україні слід провести відповідну роботу щодо: інформування вищого керівництва держави про цілі, завдання та очікувані результати реформи з акцентом на зростаюче значення гідрометеорологічного обслуговування в забезпеченні безпеки та сталого розвитку суспільства; активізувати діяльність з боку центрального органу виконавчої влади, який формує/реалізує державну політику в сфері гідрометеорологічної діяльності, щодо активного залучення бюджетного фінансування та ресурсів міжнародних фінансових інституцій для потреб гідрометеорологічної служби; забезпечення активної участі представників України (з гідрометеорологічної служби, наукових та учбових закладів) в роботі нових структур ВМО, окремих експертних груп; активізації взаємодії з приватним сектором з метою залучення фінансових ресурсів для здійснення гідрометеорологічної діяльності.

УДК: 57.017:581.9(292.3)

Левчик Н.Я.[1], Дзюба О.І.[1], Ковтонюк О.В.[2], Любінська А.В.[1]
[1] Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ
[2] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

СТРАТЕГІЯ ВИЖИВАННЯ РОСЛИН *COLOBANTHUS QUITENSIS* (KUNTH) BARTL. В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ УМОВАХ ІСНУВАННЯ (АНТАРКТИДА ТА ВИСОКОГІР'Я КАРПАТ) ЗА ДОПОМОГОЮ АЛЕЛОПАТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ

Сучасні дослідження у галузі метеорології та кліматології перебувають у центрі інформаційних повідомлень засобів масової інформації, наукових звітів, оскільки вони спроможні пролити світло на майбутнє нашої планети та перспективи життя на ній, з огляду на реальні та потенційні кліматичні зміни. Ця місія надзвичайно благородна і необхідна на сьогоднішній день. Внаслідок глобальних кліматичних змін відбуваються незворотні процеси в світі живої природи. На жаль, зникають цінні види, як рослин, так і тварин. У місцях із помірним кліматом з'являються поодинокі особини представників тропічної та субтропічної флори і фауни, які з часом впевнено закріплюються на цій території. Такі зміни привносять певний дисбаланс у сталі фітоасоціації, оскільки рослини можуть бути інвазійними «зеленими агресорами».

Біологи, фізіологи рослин пильно слідкують за цими процесами, оскільки питання стійкості, усвідомлення механізму його формування у рослин є ключовим в умовах навколишнього середовища, що змінюється. Важливим і неоцінним в цьому процесі є вивчення рослин, зростаючих на територіях з екстремальними та надекстремальними умовами для життя. Такими є умови в Антарктиді та у високогірних регіонах Карпат.

Тому метою наших досліджень було вивчення стратегії виживання рослин таких територій *Colobanthus quitensis* через їх алелопатичну активність, як через виділення метаболітів у ґрунт, так і біологічно-активних сполук надземої маси. *Colobanthus quitensis* (перлинниця антарктична або колобантус товстолистий родина Caryophyllaceae) (Kunth) Bartl. – населяють побережжя Антарктиди та високогір'я Карпат (гора Пожижевська), у яких вегетативні та генеративні фази онтогенезу проходять в стресових умовах постійно діючих низьких температур, що робить їх надзвичайно цікавими для дослідження адаптаційних механізмів [4]. Дослідження проводили за методикою А.М. Гродзінського (1987) [1]. Для тестування активності надземної маси готували 1 добу водні витяжки концентраціях 1:10, 1:50, 1:100. Тест-культурами слугували огірок звичайний *Cucumis sativus* L. сорт «Конкурент», редис посівний *Raphanus sativus* Pers., пшениця яра *Ttiticum vulgare* L., амарант *Amaranthus paniculatus* L.

Низькі від'ємні температури – надзвичайно потужний стресовий фактор. Максимальна морозостійкість не є конститутивною властивістю рослин – вона індукується дією низьких позитивних температур, яка називається холодовою акліматизацією. Холодова акліматизація включає широке коло метаболічних змін, обумовлених репрограмуванням на рівні геному [2].

До низьких позитивних та негативних температур рослина може пристосуватись шляхом різних біохімічних процесів та зміни ультраструктури клітин. Наявність видів рослин, які зберігають життєздатність при стресових значення температур, свідчить про те, що їм властиві певні системи, які забезпечують адаптацію до несприятливих умов існування. Сприйняття низьких температур як сигналу про насування до стресових значень цього фактору дає старт тим складним процесам, внаслідок розвитку яких формується адаптованість рослини до холоду та морозу. Рослини, які зростають в умовах постійно діючих стресових температур, є стрес-толерантами. Вони не відчувають конкурентного тиску з боку інших видів рослин, які просто не володіють здатністю переносити настільки сильні температурні впливи [3].

За результатами наших досліджень рослини *C. quitensis* з Антарктиди є алелопатично активними по відношенню до рослин культурної флори. Зокрема, на проростки амаранту здійснювалась найсильніша стимулююча дія, незалежно від концентрації витяжки, від 128,5

до 140,1%, дещо нижча стимуляція спостерігалась на проростках пшениці - від 103,8 до 120,0%, на проростках огірка дія практично не помітна, на відміну, на проростках редису зафіксовано суттєве пригнічення від 61,6 до 79,7%.

Рослинам високогір'я Карпат також властива алелопатична активність, проте з дещо відмінним потенціалом та характером дії. Так, спостерігалась суттєва пригнічуюча дія на проростки пшениці (від 67,7 до 96,2%) та амаранту (від 78,7 до 85,9%). Проте стимулювання проростків огірка зафіксовано при концентрації витяжки 1:10 (130,3%) та 1:100 (145,0%), та редису 1:10 (119,6%) та 1:50 (121,9%). На відміну при концентрації витяжки 1:50 зафіксовано суттєве пригнічення (68,0%) на проростках огірка, а при концентрації витяжки 1:100 (32,3%) на проростках редису. Таку особливість в дії можна пов'язати із різницею вмісту біологічно-активних сполук у досліджуваних рослин, які накопичуються індивідуально у рослин *C. quitensis* різних популяцій внаслідок певної відмінності погодно-кліматичних умов Антарктиди та високогір'я Карпат.

Висновки:

- досліджено стратегію виживання рослин *C. quitensis* в суворих погодно-кліматичних умовах Антарктиди та високогір'я Карпат, оцінено їх алелопатичний потенціал ;
- виявлено, що водорозчинні компоненти екстрактів рослин *C. quitensis* Антарктиди та високогірних Карпат мають алелопатичну активність, яка може проявлятися як в інгібуючій, так і стимулюючій дії. Сила цієї дії залежить від концентрації самого екстракту та виду тест-рослини ;
- найбільш чутливими до стимулюючої дії біологічно активних сполук рослин *C. quitensis* виявились проростки амаранту та огірка, до інгібуючої дії – проростки пшениці та редису ;
- встановлено, що рослини *C. quitensis* є алелопатично активними, незалежно від місць зростання, проте із різним індивідуальним потенціалом дії. Різницю в характері дії рослин *C. quitensis* на тест культури можна пояснити особливостями накопичення біологічно-активних нутрієнтів в надземній масі та у виділеннях прикореневого ґрунту рослин в зв'язку із певною різницею погодно-кліматичних умов Антарктиди та високогір'я Карпат.

Список літератури

1. *Гродзинский А.М., Головко Э.А., Горобец С.А.* и др. Экспериментальная аллелопатия / Под ред. А.М. Гродзинского. К.: Наук. Думка, 1987. 236 с***. 2.*** *Гродзинский Д. М.* Адаптивная стратегия физиологических процессов растений. К.: Наук. Думка, 2013. 302 с. ***3.*** *Гродзінський Д.М.* Сім демонів рослинного світу. К.: Принт Сервіс. 2018. 406 с. ***4.*** *Кравець О.А., Таран Н.Ю., Стороженко В.О.* Пластичність морфогенезу та особливості репродукції рослин *Colobanthus quitensis* та *Deschampsia antarctica* в Антарктичному регіоні. Український антарктичний журнал. №10-11. (2011/2012). С. 302-305.

УДК 167:630:551.582 (584)

Ляшенко Г.В., Ляшенко В.О., Сукманський О.І.
Одеський державний екологічний університет, Одеса, Україна

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА ТЕРИТОРІЯХ З НЕОДНОРІДНИМ РЕЛЬЄФОМ

Важливість досліджень агрокліматичних ресурсів з метою оптимізації розміщення сільськогосподарських культур до сьогоднішнього часу не втрачають своєї актуальності, що пов’язано зі зміною клімату і сортового складу культур. Особливого значення набувають такі дослідження для територій з різними типами рельєфу, де в залежності від елементів рельєфу просторовий перерозподіл ресурсів світла, тепла, вологи та морозо- і заморозконебезпечності на незначних відстанях може перевищувати їх зональну мінливість.

В минулому столітті Г.Т. Селяніновим, І.А. Гольцберг, З.А. Міщенко, О.Н. Романовою, В. Шахнович, М.І. Щербань, Obrebska-Starkova B., Primauet M. Bernard визначено механізми

формування мікрокліматів та розроблено методи розрахунку мікрокліматичної мінливості показників агрокліматичних ресурсів. Надалі дослідження в цьому напрямку набули розвитку в різних країнах світу.

Не зважаючи на результати численних фундаментальних досліджень в агро- і мікрокліматології, при визначені можливості й ефективності вирощування цінних сільськогосподарських культур на конкретних землях дані про агрокліматичні ресурси, які надаються в агрокліматичних довідниках та атласах, виявляються недостатньо інформативними. Повстає необхідність в додаткових аналітичних дослідженнях і мікрокліматичних розрахунках, які виконуються за розробленою З.А. Міщенко та Г.В. Ляшенко методологією.

До методологічних аспектів оцінки агрокліматичних ресурсів на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею, особливо, з розчленованим рельєфом, відноситься послідовність проведення досліджень, спрямованих на отримання детальної інформації про агрокліматичні умови. Це методичні питання визначення складових агрокліматичних ресурсів, які впливають на розвиток й продуктивність поширених сільськогосподарських культур або культур, які пропонуються до розміщення на конкретній території. А це, в свою чергу, зумовлює необхідність в аналізі вимог культур до світла тепла, вологи, морозо- і заморозконебезпечності.

Визначення показників агрокліматичних ресурсів, які відзначаються значною просторовою мінливістю в залежності від типу, форми й елементів рельєфу, виконується із застосуванням аналітичного підходу і базується на отриманих раніше результатах. Особлива увага надається методичним питанням аналізу геоморфологічної ситуації конкретної території. Треба звернути увагу на деяку різницю у трактовці терміну «Тип рельєфу», яка у мікрокліматичних дослідженнях дещо відрізняється від загально географічної, а типи рельєфу визначаються за показником глибини вертикального розчленування рельєфу і крутості схилів.

Для визначення мікрокліматичної мінливості показників ресурсів тепла і вологи, умов морозо- і заморозконебезпечності виділено шість типів рельєфу – рівнинний, слабкопагорбкуватий, пагорбкуватий, горбистий, низькогірський, гірський з глибиною вертикального розчленування рельєфу відповідно до 20 м, 20-60 м, 60-100 м, 100-140 м, 140-180 м, більше 180 м. Із форм рельєфу розглядаються рівнина, схили, вододільні плато, долини. Як елементи рельєфу або місцеположення розглядаються експозиція і крутість схилів. За проведеними раніше дослідженнями було виявлено, що на незначній території площею до 100 тисяч га (площа середнього адміністративного району) може відзначатися до 1500 елементів рельєфу.

Певні методологічні питання повстають при визначенні агрокліматичних ресурсів для конкретних місцеположень. Підставою для цих розрахунків безумовно є інформація агрокліматичних довідників. При цьому дуже важливо визначити місцеположення метеорологічної станції, так як за методикою мікрокліматичних розрахунків усіх агрокліматичних показників підставою є дані рівнинних земель. Найбільша увага в мікрокліматичних розрахунках надається встановленню параметрів мікрокліматичної мінливості агрокліматичних показників для різних типів, форм й елементів рельєфу. Треба зазначити, що всі встановлені раніше для різних природних зон і регіонів параметри вимагають уточнення шляхом експедиційних досліджень або спеціальних агрокліматичних розрахунків.

Для оцінки просторової мінливості показників ресурсів світла і вологи запропоновані параметри у вигляді коефіцієнтів K'_{Qf}, K'_{w}, які характеризують відношення величин цих показників на ділянках з різними елементами рельєфу і на рівному місці (фонова інформація) – $\frac{Q'_f}{\overline{Q_f}}$, $\frac{W'}{\overline{W}}$.

Вплив елементів рельєфу на мінливість показників умов заморозко- і морозонебезпечності $\Delta T'_{min}$, $\Delta N'_{бп}$ характеризується різницею між величинами тривалості беззаморозкового періоду і середнім із абсолютних мінімумів температури повітря взимку на ділянках з різними елементами рельєфу та на рівному місці $T'_{min} - \overline{T_{min}}$, $N'_{бп} - \overline{N_{бп}}$.

Усі параметри мікрокліматичної мінливості представлені у вигляді універсальних таблиць. При цьому необхідно зазначити, що параметри мікрокліматичної мінливості також змінюються в залежності: суми фотосинтетично активної радіації - від географічної широти місцевості, запаси продуктивної вологи - від типу (зони) зволоження, тривалість беззаморозкового періоду і середній із абсолютних мінімумів - від типу рельєфу, що визначається глибиною його вертикального розчленування. Визначення показників агрокліматичних умов здійснюється за формулами (1–4):

$$Q_f^{'} = K_{Qf}^{'} \cdot \overline{Q_f} \quad (1)$$

$$W^{'} = K_w^{'} \cdot \overline{W} \quad (2)$$

$$T_{min}^{'} = \overline{T_{min}} \pm \Delta T_{min}^{'} \quad (3)$$

$$N_{бп}^{'} = \overline{N_{бп}} \pm \Delta N_{бп}^{'} \quad (4)$$

де $\Sigma Q_f^{'}, W^{'}, T_{min}^{'}, N_{бп}^{'}$ – відповідно сума фотосинтетично активної радіації (ФАР), показник зволоження, середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморозкового періоду в різних місцеположеннях (на різних елементах рельєфу); $K_{Qf}^{'}$, $K_w^{'}, \Delta T_{min}^{'}, \Delta N_{бп}^{'}$ – відповідно параметри мікрокліматичної мінливості суми фотосинтетично активної радіації, показника ресурсів вологи, умов морозо- і заморозконебезпечності; $\overline{Q_f}$, $\overline{W}$, $\overline{T_{min}}$, $\overline{N_{бп}}$ – суми фотосинтетично активної радіації, запаси продуктивної вологи, середній із абсолютних мінімумів температури повітря взимку і тривалість беззаморозкового періоду на рівнинній місцевості.

УДК 551.509.313+551.580

Мартазинова В.Ф.
Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС Украины и НАН Украины

МЕТОД ПЛАВАЮЩЕГО АНАЛОГА, ДВУХМЕСЯЧНАЯ КВАЗИПЕРИОДИЧНОСТЬ КРУПНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ДОЛГОСРОЧНОМ ПРОГНОЗЕ ПОГОДЫ

В данной работе изложен подход к определению аналогичности атмосферных процессов на Северном полушарии. Метод аналогов является одним из наиболее известных методов долгосрочного прогноза, в котором предполагается возможность аналогичного развития двух различных атмосферных процессов. Этому методу в процессе развития методов долгосрочного прогноза погоды всегда отводилась большая роль. Трудно сказать, кто и когда начал применять принцип аналогичности, но, по-видимому, впервые долгосрочный прогноз погоды с учетом аналога был составлен в 1911 г. Б.П. Мультановским.

Традиционный подход к аналогу текущим атмосферным процессам состоит в следующем: если на некотором участке земной поверхности в течение некоторого промежутка времени наблюдается синоптический процесс, аналогичный в прошлом на той же территории и в те же календарные сроки, то текущий процесс будет развиваться аналогично. Однако, как показано в работе Э. Лоренца (1982 г.), подобрать аналогичный процесс, пользуясь традиционным определением аналогичности, практически невозможно. Если два процесса на каком-то промежутке времени аналогичны, то в дальнейшем они относятся друг к другу как случайные.

В то же время использование принципа аналогичности для долгосрочного прогноза на сегодняшний день остается заманчивым, представляется естественным и продолжает привлекать внимание своей кажущейся простотой и физической очевидностью.

Новый подход в данной работе к принципу аналогичности снимает традиционные требования аналогичности (ТА) процессов над одной и той же территорией и требует лишь геометрического подобия двух планетарных высотных фронтальных зон (ПВФЗ) и при

этом не ограничивает их совпадения во времени и пространстве, позволяя тем самым расширить исследования периодичности атмосферных процессов во времени и пространстве на Северном полушарии. Такой подход получил название **метода плавающего аналога (ПА).** Аналогичность атмосферных процессов на среднем уровне тропосферы Северного полушария исследовалась методом плавающего аналога на трехмесячном интервале. Расстояние смещения полей-аналогов по долготе не превосходило половины расстояния между климатическими центрами действия, а по широте оно не превосходило расстояния между зимним и летним положением ПВФЗ.

На каждом временном шаге для ПА рассчитывалась матрица максимального подобия синоптических процессов на Северном полушарии. Такой подход позволил поучить наилучшие корреляционные связи и выявить двухмесячную квазипериодичность синоптических процессов на Северном полушарии (рис.1). Отличие авто корреляционных функций ПА и ТА хорошо видно из рисунка. Однако, выявленные аналогичные атмосферные процессы двухмесячной квазипериодичности для каждого сезона имеют свое географическое положение со смещением по широте и долготе относительно исходных синоптических процессов, как показано в Табл.1. Двухмесячная квазипериодичность атмосферной циркуляции позволила расширить рамки предсказуемости моделей прогноза от 8 дней до двух месяцев и это легло в основе моделирования детализированного прогноз поля давления и поля температуры намесят с месячной заблаговременностью.

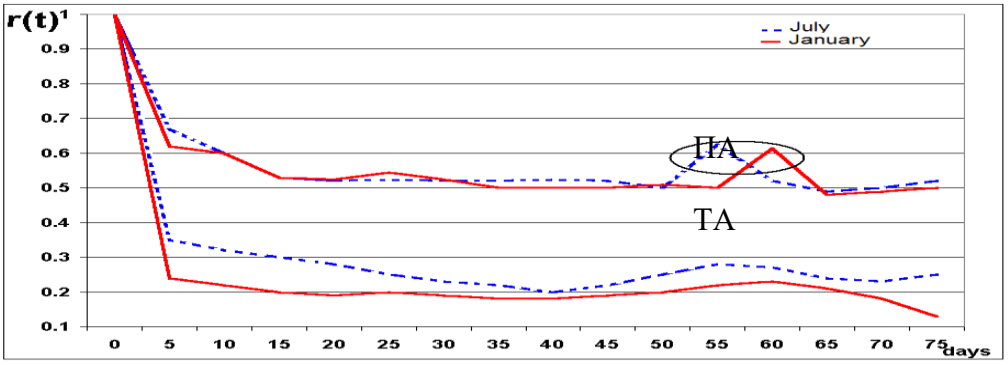


Рис.1. **Автокорреляционная функция поля 500мб на Северном полушарии для ТА и РА**

Таблица 1. **Положение двухмесячной квазипериодичности синоптических ситуаций на Северном полушарии (Мартазинова,1986 г.)**

Month	Month analogy	Position		Month	Month analogy	Position	
		Δλ	Δφ			Δλ	Δφ
January	November	0^0	-10^0	July	May	-10^0	0^0
February	December	0^0	-10^0	August	June	-5^0	$+20^0$
March	January	0^0	-10^0	September	July	-10^0	$+20^0$
April	February	-5^0	-5^0	October	August	0^0	$+15^0$
May	March	-5^0	-10^0	November	September	$+10^0$	$+15^0$
June	April	-5^0	-15^0	December	October	$+5^0$	$+15^0$

Модель долгосрочного прогноза давления, температуры с учетом двухмесячной квазипериодичности атмосферной циркуляции для полусферы использует разложение метеорологических полей в ряд по сферическим функциям и имеет следующий общий вид:

$$H_l(\theta,\lambda) = H_l^{'}(\theta,\lambda) + H_l^{''}(\theta+\Delta\theta,\lambda+\Delta\lambda),$$

где $H_l^{'}(\theta,\lambda)$ - сезонная составляющая года-аналога (фон прогноза); $H_l^{''}(\theta+\Delta\theta,\lambda+\Delta\lambda)$ - погодная составляющая прогноза; $\Delta\theta$ и Δλ определяются сезонным географическим положением двухмесячной квазипериодичностью атмосферных процессов.

Предложенные модели прогнозов позволяют получить прогноз погоды на месяц, на средние сроки и детализированный прогноза погоды внутри месяца, как для отдельного региона, так и для всего Северного полушария. Для распознавания полей давления на стихийные синоптические ситуации рассчитаны эталоны этих состояний, которые используются при построении детализированного прогноза погоды. Практика составления долгосрочных прогнозов погоды в оперативном режиме отмечается более 20 лет по территории Атлантико-Европейского сектора и по территории Украины.

Успешность и надежность данного метода прогноза определяет его оправдываемость. Оправдываемость средней месячной температуры воздуха и давления на территории Украины составляет выше оценки климатических прогнозов. Наиболее вероятная абсолютная ошибка прогноза температуры составляет (0-0,5)^{0}С.

Список літератури

1. *Мультановский Б. П.* Влияние центров действия атмосферы на погоду Европы. *Геофиз. Сб.* 1915. Т.11. Вып. 3. ***2.*** *Лоренц Э.* Некоторые аспекты предсказуемости поведения атмосферы. *Долгосрочные и среднесрочные прогнозы погоды*. М. : Мир. 1982. С.7-10. ***3.*** *Зверев Н.И.* Руководство по месячным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат. 1972. 366 с. ***4.*** *Груза Г.В., Рейтенбах Р.Г.* О применении принципа аналогичности в исследованиях предсказуемости атмосферных процессов и в решении задач прогноза. *Метеорология и гидрология*. № 11. 1973. С.22-30. ***5.*** *Багров Н.А.* О принципе аналогичности и его использование в практической работе. Т*руды ЦИП*. Вып. 132. 1964. С.41–47. ***6.*** *Livezey R. E., Barnston A. G.* An operational multifield analog prediction system for the USA seasonal temperature. Part 1: System design and winter experiments. // J. Geophys. Res. 1988. v. 93. P. 10953 – 10974. ***7.*** *Martazinova V.* The method of the floating analog, two-month quasi-periodicity of the atmospheric processes and long-range weather forecasting. APCC Seminar Reports. 2006. http://www.apcc21.net/common/download.php?filename=sem/CLIMATe%20CHANGE.pdf

УДК 551.584

Матвієнко М.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ МІСЬКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА В ХАРКОВІ

Згідно прогнозів, в найближчі десятиліття більше половини населення світу проживатиме в містах. Швидкі темпи урбанізації призводять до заміни природного ландшафту штучними поверхнями і тим сприяють формуванню особливого клімату міських територій, що проявляється у зміні температури, вологості, швидкості і напрямку вітру, кількості опадів. Як свідчать дослідження, в місті формується особливий мікроклімат, якщо у ньому проживає понад 300 тис. осіб [2]. Найвідомішою мікрокліматичною відмінністю великого міста є острів тепла (ОТ).

Місто Харків розташоване в північно-східній частині території України. Це друге за кількістю мешканців місто країни з населенням 1, 4 млн. осіб та площею - 370 км². Дослідження мікрокліматичних відмінностей Харкова, проведене ще у 1980-х роках Бабіченко В.М. [1],показало наявність температурної аномалії в центральній частині міста. Оскільки, на існування та інтенсивність ОТ впливає значна кількість чинників, а його наявність посилює негативний вплив спеки на мешканців міста (що особливо актуально в умовах глобальної зміни клімату), то виникає гостра потреба в новітніх дослідженнях острова тепла міста Харкова.

Для проведення даного дослідження було використано дані Центральної геофізичної обсерваторії про температуру повітря метеорологічних станцій Харківської області за період 1950–2018 рр. та 10 стаціонарних постів спостереження за забрудненням повітря м. Харкова за 2004–2013 рр.

Одним зі способів підтвердження існування ОТ та отримання його кількісних характеристик є співставлення тренду температури повітря в місті та температурного тренду регіону, в якому воно розташоване. Якщо для обраного міста, перший із зазначених трендів перевищує другий, то можна з певністю стверджувати про існування в цьому місті острова тепла [2]. Розраховані значення різниць між середньорічними температурами

повітря Харкова та метеорологічних станцій області коливаються з року в рік в межах від -0,4°С (1965 р). до +0,5°С (2015 р.), проте характеризуються стійкою тенденцією до зростання (рис. 1). Очевидно, що причиною швидшого зростання температури повітря в Харкові, порівняно з метеорологічними стаціями області є те, що за 1950-2018 рр. місто суттєво збільшилося як за своїми розмірами (площа міста зросла на 22%), так і за кількістю населення – у 2 рази.

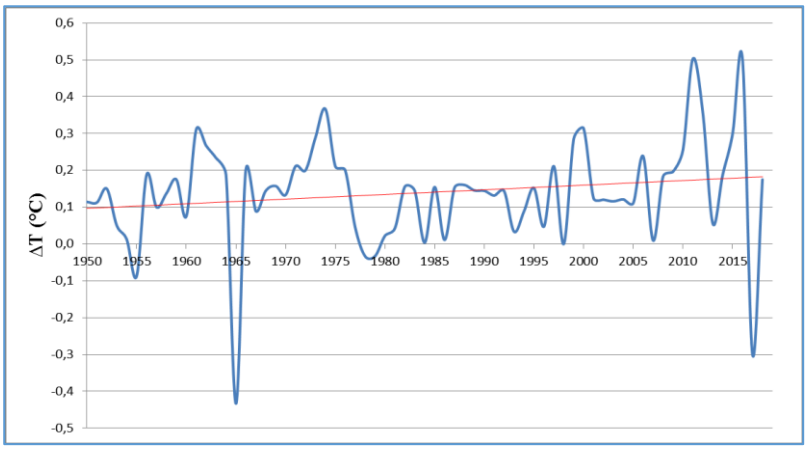


Рис.1. **Різниці середньорічних температур повітря в Харкові та області**

Для встановлення відмінностей температурного режиму в межах міста, було взято результати вимірювань температури на двох постах спостереження за забрудненням – № 11 (знаходиться поблизу центра міста) і 18 (віддалений від центру міста, розташований в районі невисокої житлової забудови). Для обраних постів було прораховано різницю температур (ΔT_{11-18}) окремо для 7 год. і для 19 год. При дослідженні відмінностей температурного режиму було встановлено, що вищі температури в центрі міста, порівняно з околицями спостерігаються у ранкові години (у строк спостереження 7 год). Повторюваність додатних різниць температури між центром та околицями о 7 год становить майже 60 %. В той час як о 19 годині повторюваність таких випадків лише 44,4 %. Що цілком закономірно, адже, максимальний розвиток острову тепла в добовому ході спостерігається в нічні та передранкові години. Найбільша повторюваність перевищень температури повітря в центрі міста припадає на діапазон від 0,1 до 2,0°С – о 7 год вона становить 46,7 % випадків, а о 19 год – 35 %.

При співставленні рядів середньодобових температур, які отримані шляхом осереднення даних строкових спостережень за температурою повітря на обох постах, можна побачити, що найбільша повторюваність різниць (як додатних, так і від'ємних) також припадає на діапазон 0,1–2,0°С, і дуже рідко різниці сягають вище 4,0°С і нижче -4,0 (рис. 2).

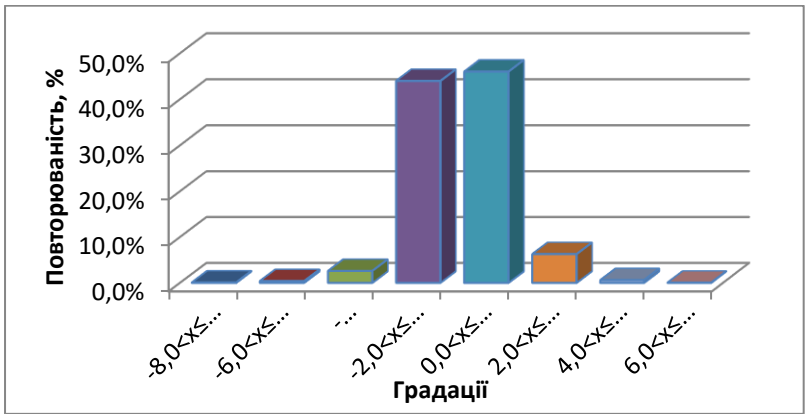


Рис. 2. **Повторюваність різниць середньодобової температури в центрі Харкова та на його околиці (ΔT_{11-18}) за 2004-2013 рр.**

Міський острів тепла на температурних картах часто відображується у вигляді системи концентричних ізотерм з центром над найбільш прогрітою частиною міста. Для розрахунку просторового розподілу приземної температури нами був використаний ряд даних усіх десяти постів о 07.00 та 19.00 год за 2004–2013рр. Були розраховані середні значення температури повітря за теплий і холодний періоди року. За допомогою програми ArcMap, були побудовані карти, на яких за допомогою ізотерм, відображені особливості просторового розподілу температур по території міста для обох періодів.

Осереднення даних середньомісячних температур за 2004–2013рр. свідчить, що у теплий період року над центром міста температура повітря є вищою на 1,0–1,2°С, ніж в інших районах. А у холодний період року – над житловими і промисловими районами проте цей максимум не є таким значними і сягає 0,2–0,4°С. Що може бути пояснено зміною співвідношення між впливом різних чинників на формування острову тепла у різні сезони – взимку зростає роль додаткового надходження антропогенного тепла, а в теплий період за значної повторюваності ясних днів підвищується вплив радіаційного чинника.

Список літератури

1. Климат Харькова / под ред. В. Н. Бабиченко. Ленинград: Гидрометеоиздат. 1983. 216 с. ***2.*** *Ландсберг Г. Е.* Климат города. [Пер. с англ. А. Я. Фредмана] / Под. ред. А. С. Дубова. Ленинград : Гидрометиоиздат. 1983. 248 с.

УДК 551.58

Митник Т.Г. [1], Доніч О.А. [2], Гальперіна Т.О. [1], Ковальська Л.Г. [1]
[1] Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ, Україна
[2] Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського ДСНС України, Київ, Україна

АНАЛІЗ ЗМІНЮВАННЯ КЛІМАТОЛОГІЧНИХ СТАНДАРТНИХ НОРМ ОКРЕМИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН ЗА ПЕРІОДИ 1981-2010 рр. та 1961-1990 рр.

Вступ. Сімнадцятий Всесвітній метеорологічний конгрес ВМО (2015 р.) вніс зміни у визначення кліматологічних стандартних норм. Тепер це визначення застосовують до 30-річного періоду, який завершується роком, що закінчується цифрою «0», а не до 30-річних періодів, що йдуть один за одним і не перетинаються (1901-1930 рр.,1931-1960 рр., 1961-1990 рр, 1991-2020 рр. і т.п.), як це було раніше. Період 1961-1990 рр. збережений як стандартний опорний період для довгострокового оцінювання змін клімату.

Метою дослідження було проаналізувати відхили останніх кліматологічних стандартних норм основних метеорологічних величин за період 1981-2010 рр. по території України від кліматичних норм за стандартний опорний період 1961-1990 рр. Порівняння норм відбувалось із застосуванням стандартних методів кліматологічного оброблення. Опрацьовано дані 179 метеорологічних станцій гідрометеорологічної служби, які провадили безперервні спостереження з 1961р. по 2010 р.

У тезах наведено результати аналізу змінювання сезонних та річних кліматологічних стандартних норм метеорологічних величин: температури повітря (°С), парціального тиску водяної пари (гПа), кількості опадів (мм) та швидкості вітру ($м \cdot с^{-1}$).

Температура повітря. Практично по всій території України сезонні норми температури повітря за період 1981-2010 рр. вищі за норми 1961-1990 рр. Тільки на окремих метеорологічних станціях норми знизилися або не змінилися, що ймовірно пов'язано з особливостями їх фізико-географічного розташування.

Найбільш суттєво норми температури повітря збільшилися взимку, на окремих станціях північних областей України зростання середньої багаторічної температури повітря в зимовий період становить 1,3–1,5 °С, а норми за січень на станціях, розташованих на півночі Чернігівської, Сумської та Київської областей, зросли на 2,6–2,9 °С. У літній період найбільше зростання температури повітря (на 0,8–1,1 °С) відмічено на станціях Одеської, Закарпатської та Чернівецької областей, найменше —на станціях Луганської області (на

0,1–0,7 °С). У перехідні періоди, особливо восени, зростання температури відбувалося не так інтенсивно.

Норми **парціального тиску водяної пари** у всі сезони на переважній більшості станцій України зросли. Найбільше зростання парціального тиску водяної пари відбулося влітку на півдні України, на окремих станціях Херсонської, Донецької областей та Криму норма збільшилася на 1,3-1,6 гПа; найменше норми збільшилися на станціях Чернігівської, Житомирської, Сумської областей (0,1-1,0 гПа).

Річні норми температури повітря та парціального тиску водяної пари збільшилися по всій території України. Норми температури повітря найбільше зросли в північних областях України, найменше — в південних та в Криму. Річні норми парціального тиску водяної пари збільшилися по всій території України в середньому на 0,3 гПа.

Норми **кількості опадів** майже по всій території України збільшилися восени та зменшилися взимку. В інші сезони та за рік розподіл різниць норм кількості опадів має складний та неоднорідний характер. За даними реперних кліматичних станцій України було розраховано співвідношення (у відсотках) між нормами для сумарної кількості опадів за сезони і рік. Однозначні висновки щодо змінювання норм кількості опадів можна зробити лише для двох сезонів: за зимовий період на всіх реперних кліматичних станціях (за винятком станцій Ковель та Луганськ) норми кількості опадів зменшилися, восени ж на всіх реперних станціях (за винятком високогірної станції Плай) — зросли. Навесні та влітку деякі реперні кліматичні станції відмічають збільшення, інші — зменшення норм кількості опадів; відхили норм перебувають в межах ±10 %. Змінення норм річної кількості опадів на реперних кліматичних станціях відображає характер змінювання норм в цілому по території України.

Норми **швидкості вітру** в усі сезони на переважній більшості станцій зменшилися. Швидкість вітру за рік по території України за період 1981-2010 рр. в середньому знизилася на 0,5 м·с$^{-1}$, що становить 16 % від середньої по Україні за період 1961-1990 рр. Однак на окремих станціях середня швидкість вітру за рік зменшилася на 1,0–1,3 м·с$^{-1}$. Якщо розглядати регіони України, то найбільше середня швидкість вітру за рік зменшилася на станціях Донецької області (в середньому на 0,8 м·с$^{-1}$), Волинської, Кіровоградської, Харківської областей (у середньому на 0,7 м·с$^{-1}$), а найменше — на станціях Закарпатської та Чернівецької областей (у середньому на 0,2 м·с$^{-1}$).

На рис. 1 і 2 зображено розподіл по території України різниць (відхилень) норм температури повітря за зимовий період та кількості опадів за осінній період.

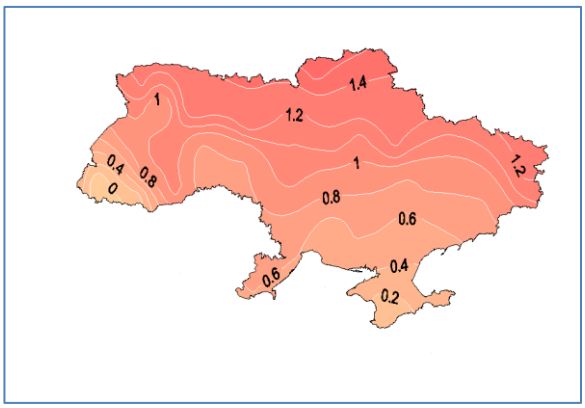


Рис. 1. **Розподіл різниць норм середньої температури повітря за зимовий період**

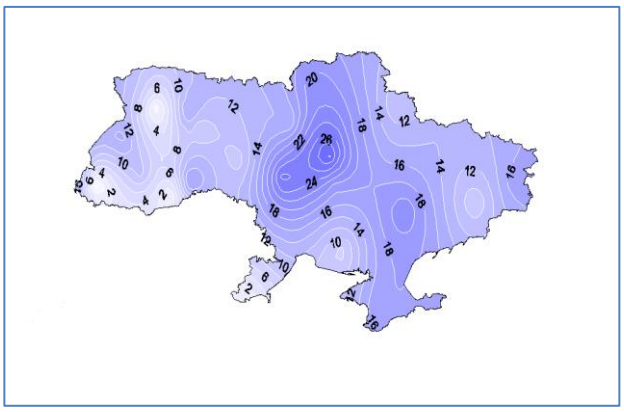


Рис. 2. **Розподіл різниць норм сумарної кількості опадів за осінній період**

На рис.1 чітко видно широтний характер зростання норм температури повітря в зимовий період. Найбільше вони зросли на півночі України, найменше — в Криму і Закарпатті.

Восени по всій території України (рис. 2) спостерігається збільшення норм кількості опадів, за винятком окремих районів Рівненської та Волинської областей, де кількість опадів дещо зменшилася. Зменшення опадів відмічено також на високогірній станції Плай, хоча на

інших станціях Закарпатської області норми кількості опадів зросли. Найбільше зростання норм спостерігається в центральних областях України; зокрема, за даними метеорологічних станцій Черкаської області норми збільшились на 18-31 мм, Кіровоградської – на 19-27 мм.

Висновки. Порівняння стандартних кліматичних норм метеорологічних величин за періоди 1981-2010 рр. та 1961-1990 рр., свідчить про те, що сезонні та річні норми температури повітря і парціального тиску водяної пари в цілому по території України збільшилися, а норми швидкості вітру — зменшилися. Змінювання норм кількості опадів по території України неоднозначне: на одних станціях вони збільшилися, на інших не змінилися або зменшилися. Інтенсивність змінювання норм метеорологічних величин як по сезонах, так і по території України різна. Результати порівняння стандартних кліматичних норм метеорологічних величин за періоди 1981-2010 рр. та 1961-1990рр. свідчать про досить інтенсивне змінювання клімату України.

УДК 551.524.35: 551.583.14

Мкртчян О.С., Шубер П.М.
Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів

АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ МЕТЕОСТАНЦІЙ ЗАХОДУ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕВОЛЮЦІЙНОГО АЛГОРИТМУ

Кліматичні зміни є вкрай актуальною глобальною проблемою, до якої прикута увага людства. Важливе значення має виявлення та аналіз регіональних проявів цих змін, які насамперед виявляються у зростанні температурних показників. Нами проаналізовані часові ряди середньої місячної та річної температури повітря, з використанням програмного забезпечення Eureqa, в якому реалізовано методику «еволюційного пошуку». Суть даної методики полягає в тому, що програма довільно генерує випадкові рівняння і значення параметрів, співставляє велику кількість (до кількох мільярдів) таких рівнянь з реальними даними (на основі обрахунку похибок та кореляції), і відбирає ті з рівнянь, які краще узгоджуються з даними. Далі у відібрані рівняння вносяться випадкові модифікації, і нове «покоління» рівнянь знову співставляється з даними для відбору найбільш відповідних рівнянь. Цей процес продовжується до настання конвергенції, коли наступне «покоління» рівнянь вже не показує суттєво кращу відповідність з даними у порівнянні з попередніми «поколіннями». Даний процес є подібним до процесу природного відбору, коли в кожному поколінні виживають найбільш пристосовані організми та передають свої гени у спадок наступному поколінню. Аналогом пристосованості до середовища в даному випадку є узгодженість з даними [1].

Програма працює з даними у табличній формі, де колонки відповідають окремим змінним. Також вона здатна ефективно працювати з часовими серіями, коли в одній з колонок містяться значення змінної, а в другій – дата, якій відповідають ці значення. Користувач задає набір математичних операторів та функцій, з яких програма як з цеглинок будує рівняння, підбираючи довільним чином їхні параметри. На виході, як правило, отримуємо декілька відносно простих рівнянь, які найкраще узгоджуються із заданими даними. При цьому, серед низки рівнянь різного рівня складності з приблизно однаковими показниками похибок та кореляції слід надавати перевагу більш простим – таким, що містять менше параметрів та включають змінні з нижчими показниками степеню (принцип «бритви Оккама»).

В нашому дослідженні проаналізовано динаміку показників температури повітря за період 1960 – 2014 р. для низки метеостанцій заходу України. Для 9 метеостанцій в межах Львівської області використано дані метеорологічних щорічників Державного комітету СРСР з метеорології та дані архівів метеостанцій (табл. 1). На основі цих даних побудовано ряди середньорічних температур повітря. Також було використано часові ряди відкритих даних Глобальної мережі історичної кліматології (Global Historical Climatology Network, GHCN) для метеостанцій Львова, Чернівців та Ужгорода [2], які було попередньо оброблено та узагальнено з використанням програмного середовища R.

Результати аналізу рядів середньорічних температур метеостанцій Львівської області виявили виражений лінійний тренд до зростання температур для усіх 9-ти метеостанцій. Середні темпи зростання температури (обраховані за лінійним коефіцієнтом регресії) становили від 1°C / 40 років (метеостанція Турка) до 1°C / 29 років (метеостанція Броди). Водночас, значення кореляції та похибки для квадратичної моделі не відрізнялись помітно від таких для лінійної. Це означає, що достовірною є лінійна модель, тоді як більш складна квадратична (що відповідає прискореному зростанню температур) не є на зазначених даних достатньо обґрунтованою.

Ряди середньомісячних температур повітря за цей же період проаналізовано для метеостанцій Львів, Чернівці та Ужгород, для яких наявні найбільш повні часові ряди у архіві GHCN. Для Львова на рівні конвергенції 100% отримано 3 моделі, які виявили лінійний, квадратичний та кубічний тренд. Коефіцієнт при моделі з лінійним трендом склав 0,00318 (відповідає підвищенню температури на 1°C кожні 26,2 років). Коефіцієнт при квадратичному члені складав від $4{,}97*10^{-6}$, тоді як коефіцієнт при кубічному тренді – $8{,}08*10^{-9}$.

Для Чернівців на рівні конвергенції 100% отримано 3 моделі, які виявили лише лінійний тренд. Коефіцієнт при моделі з лінійним трендом складав від 0,0035 до 0,0043 (відповідає підвищенню температури на 1°C кожні 23,8 та 19,4 років, відповідно). Для Ужгорода отримано 8 моделей, по 2 з яких показали тренд першого (лінійний), другого, третього і четвертого ступенів. Коефіцієнти при моделі з лінійним трендом становили 0,00227 та 0,00228 (відповідають підвищенню температури на 1°C кожні 36,6 років).

Отже, для жодної із зазначених метеостанцій не було виявлено суттєвої відмінності у коефіцієнтах кореляції та значеннях похибки між моделями різних порядків. Це означає, що використані ряди дозволяють стверджувати лише про тенденцію до зростання температур повітря за період 1960–2014 р., проте не дають підстав говорити про прискорене (чи сповільнене) їх зростання.

Щодо регіональної диференціації показників, наразі можливо лише стверджувати про тенденцію до більш помітного зростання температур для станцій, розташованих східніше (Чернівці, а також Броди Львівської області), і менш помітного потепління – для розташованих західніше (Ужгород, а також турка Львівської області).

Таблиця 1. **Результати аналізу температурних рядів метеостанцій Львівської області**

Метеостанція	Коефіцієнт кореляції лінійної моделі	Середня квадратична похибка лінійної моделі	Лінійний коефіцієнт	Коефіцієнт кореляції квадратичної моделі	Середня квадратична похибка квадратичної моделі
Славське	0.67	0.39	0.03234	0.73	0.33
Турка	0.52	0.55	0.02486	0.53	0.53
Дрогобич	0.59	0.59	0.03075	0.60	1.76
Мостиська	0.60	0.58	0.03046	0.62	0.56
Стрий	0.58	0.58	0.02781	--	--
Львів	0.63	0.50	0.03793	0.66	0.48
Рава Руська	0.60	0.54	0.03213	0.63	0.52
Кам’янка Бузька	0.65	0.43	0.03031	0.65	0.43
Броди	0.62	0.57	0.03489	0.62	0.57

Отже, еволюційні алгоритми є перспективним інструментом аналізу часових рядів кліматичних показників. В майбутньому планується розширити сферу даного дослідження за рахунок більшої кількості метеостанцій і більш широкого територіального охоплення, дослідження сезонних відмінностей у багаторічній динаміці температурних показників, дослідження часових рядів інших кліматичних параметрів (кількостей опадів, тощо).

Список літератури

1. *Keim B.* Download your own robot scientist // Wired. 2009. https://www.wired.com/2009/12/download-robot-scientist/ ***2.*** *Menne M.J., Durre I., Vose R.S., Gleason B.E., Houston T.G.* An overview of the Global Historical Climatology Network-Daily Database // Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. 2012, V. 29. P. 897–910.

УДК 551.583.16

Олійник Р. В., Костирко І. О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРНОЇ АНОМАЛІЇ 2010 РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вступ. Температурні аномалії, а саме хвилі тепла, викликають інтерес, як об'єкт наукових досліджень, не тільки у кліматологів. Хвилі тепла призводять до загострення хронічних захворювань та підвищення смертності у людей, зокрема, в якості прикладу, можна навести хвилю тепла, що виникла у липні-серпні 2010 року в Східній Європі та західній Росії, де спостерігалася сильна спека, яка призвела до понад 55 000 смертей. Крім того, лісові пожежі посилили вплив посухи і призвели до 25% скорочення річного виробництва врожаю та загальної втрати для місцевої економіки понад 15 млрд. доларів [2]. Хвиля тепла (ХТ) 2010 року була більш інтенсивною, у порівнянні з температурними аномаліями реконструйованими, за останні півтора тисячоліття [7]. В 2011 році Всесвітня Метеорологічна Організація оприлюднила заяву, яка підтверджує, що 2010 рік, разом з 2005 та 1998 роками [8], був найтеплішим роком зафіксованим на основі трьох незалежних глобальних баз даних. Що стосується просторового та часового розподілу температурних аномалій, то 2010 рік характеризувався великою мінливістю в усьому світі і протягом усього року. Виходячи з усього вище вказаного, важливими є дослідження прояву температурної аномалії на території України, зокрема, і в 2010 році..

Методика. Для ідентифікації ХТ використовуються температурні пороги, які будуються на основі 30-річних часових рядів щоденних максимальних температур. Ідентифікації ХТ відбувається за трьома критеріями – порогові температурні значення, інтенсивність (перевищення порогового значення) та тривалість події [1, 5].

В даному дослідженні температурний поріг визначався як 90-й процентиль щоденних максимальних температур, орієнтований на 31-денне вікно, для референтного періоду 1981-2010рр. на основі методу SMA. Оцінка ХТ проводилася за допомогою двох типів індикаторів (індексів) хвиль тепла: абсолютні індекси (HWN-щорічне число хвиль тепла; HWD-тривалість найдовшої щорічної хвилі тепла; HWF-щорічна сума днів, що входять до хвиль тепла; HWA- найгарячіший день найгарячішої події протягом року; HWM-середня величина всіх річних хвиль тепла)[3-4] та відносні індекси (HWMI- індекс мангітуди хвиль тепла; HWMId -добовий індекс магнітуди хвиль тепла) [5-6].

Основна частина. В результаті проведеного дослідження було встановлено, що всі досліджувані індекси підтвердили високу аномалію температурного режиму, практично на всій території України, вказавши на те, що влітку 2010 року, хвиля тепла була екстремальною кліматичною подією референтного періоду 1981-2010рр. При цьому значення всіх розглянутих індексів мали тенденцію до зростання із заходу до північного сходу країни, у напрямку до епіцентру досліджуваної події (рис.1.).

Індекс HWMI (рис.1.) дає можливість оцінити ступінь важкості спостережуваної хвилі тепла за допомогою шкали інтенсивності [5]. Так, на крайньому північному сході країни спостерігалася хвиля тепла, для якої HWMI=11.1,що згідно запропонованої шкали відповідає дуже екстремальній ХТ. На більшій частині України (сході, півдні та центрі) зафіксована екстремальна хвиля тепла, а на заході країни хвилі тепла переважно сягали нормальної та помірної інтенсивності.

Висновки. Детальне дослідження температурного режиму влітку 2010 року показало, що температурна аномалія практично охопила всю територію України. Отримані кількісні показники цього явища виявилися екстремальними для періоду спостереження 1981-2018 рр. При цьому значення всіх розрахованих індексів хвилі тепла мали виражену тенденцію до зростання із заходу до північного-сходу країни в напрямку епіцентру теплової події.

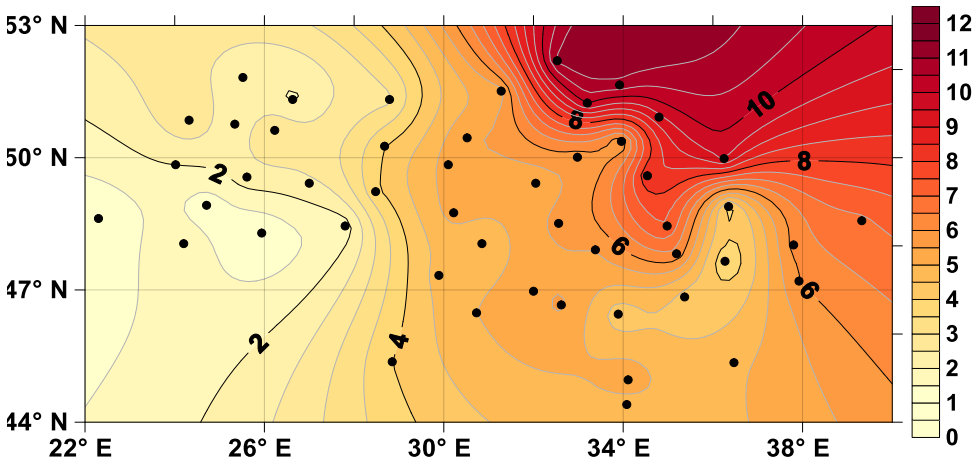


Рис.1. **Оцінка аномального літа 2010 року на території України відносним індексом HWMI**

Список літератури

1. *Alexander, L. V., and Coauthors*, 2006: Global observed changesin daily climate extremes of temperature and precipitation. J. Geophys. Res., 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290. ***2.*** *Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., and García-Herrera, R.*The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe, Science, 332, 6026, doi:10.1126/science.1201224, 2011. ***3.*** *Fischer, E. M., and S. Schar*, 2010: Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. Nat. Geosci. 3, 398–403, doi:10.1038/ngeo866. ***4.*** *Perkins, S. E., and L. V. Alexander*. On the measurement of heat waves, J. Clim., 26, p.4500–4517(2012) ***5.*** *Russo S. et al.*, Magnitude of extreme heat waves in present climate and their projection in a warming world. Journal of Geophysical Research: Atmospheres v.119, p.1-13. (2014). ***6.*** *Russo S., Sillmann, J. & Fischer, E.* Top ten european heat-waves since 1950 and their occurrence in the coming decades. Environmental Research Letters 10, 1–16 (2015). ***7.*** *Sedláˇcek, J., Martius, O., and Knutti, R.* Influence of subtropical and polar sea-surface temperature anomalies on temperatures in Eurasia, Geophys. Res. Lett., 38, L12803, doi:10.1029/2011GL047764, 2011. ***8.*** WMO (2011): 2010 equals record for world's warmest year. Press release No. 906, http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_906_en.html (Retrieved on 9 February 2011).

УДК. 910.2

Осипов В.В., Безбах В.П., Руденко В.В.
Український гідрометеорологічний інститут, Київ, Україна

СИСТЕМАТИЧНІ ПОХИБКИ ВИМІРЮВАНЬ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ

Кількість атмосферних опадів, виміряних за допомогою будь-якого опадоміру, як правило, менше, ніж кількість дійсно опадів, унаслідок системних помилок, пов'язаних з конструкцією приладу.

Для опадоміра Третьякова (опадомір О-1), який широко використовуються на українських метеостанціях, до переліку основних систематичних похибок належать (у порядку їхньої значимості): аеродинамічна (втрати через деформацію вітрового поля над отвором опадоміру), втрати опадів на змочування внутрішньої поверхні опадоміра, процеси випаровування й конденсації, а також замітання в опадомір снігу з поверхні снігового покриву під час сильних заметіль.

Спроба впровадити розроблені методики для коригування опадів за окремі строки вимірювань, що була розпочата на масової мережі станцій гідрометслужби СРСР на початку
1970-х років, зазнала невдачі через дві причини [1]. По-перше, незважаючи на максимально можливі спрощення необхідних розрахунків, методика коригування залишалася занадто громіздкою і трудомісткою для спостерігача. По-друге, спрощення схеми розрахунків неминуче призводило до збільшення випадкової похибки виправленого значення кількості опадів. У результаті було прийнято рішення про введення в поточні дані про опади

поправки, що компенсує тільки одну із систематичних похибок, а саме - втрати опадів на змочування. Ця поправка на змочування вводиться з 1 січня 1966 року та діє на сьогодні на всіх метеостанціях України у відповідності з діючими настановами [2]. Усі інші систематичні похибки до тепер залишаються не врахованими в поточних спостереженнях за опадами.

За даними досліджень, що проводилися за підтримки Світової метеорологічної організації, втрати для опадоміру Третьякова з лопатями вітрового захисту становили 8-41% для снігу та 3-28% для дощу (середня швидкістю вітру 1-4,2 м/с) [3].

Наразі, для опадоміра Третьякова розроблено декілька методів корекції даних спостережень. Для виконання такої корекції необхідні допоміжні дані, зокрема швидкість вітру над прийомним отвором опадоміру під час випадання опадів, розмір крапель, інтенсивність випадання опадів, температура і вологість повітря й характеристики місця установки опадоміру. Хоча температура повітря й робить деякий вплив на заниження кількості опадів, що потрапляють у контейнер опадоміру, цей вплив не такий значний, як вплив швидкості вітру на висоті установки приладу.

Отже, завдання цієї роботи – порівняння різних методик корекції даних спостережень за опадами та оцінка втрат обліку опадів на метеостанціях України.

Список літератури

1. *Богданова Э. Г., Голубев В. С., Ильин Б. М., Драгомилова И. В.* Новая модель корректировки измеренных осадков и её применение в полярных районах России. *Метеорология и гидрология*. 2002. № 10. С. 68–94. ***2.*** Настанова гідрометеорологічним станціям і постам: КД 52.4.8.03–11. Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2011. Вип. 3. Ч. 1. Метеорологічні спостереження на станціях. 279 с. ***3.*** WMO. Solid precipitation measurement intercomparison: final report. WMO/TD-No. 872. 1998. URL: http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo-td_872.pdf

УДК 551.55.554

Ошурок Д.О., Скриник О.Я., Осадчий В.І.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ, Україна

ПРИВЕДЕННЯ ВИМІРЯНИХ ЗНАЧЕНЬ ШВИДКОСТІ ВІТРУ ДО УМОВ ВІДКРИТОГО ГОРИЗОНТУ

На сьогоднішній день, найбільш об’єктивним та повним джерелом інформації про характеристики вітру в Україні є дані регулярних вимірювань на мережі метеорологічних станцій. Проте вітер характеризується значною просторово-часовою мінливістю, оскільки формується під впливом багатьох чинників. Найголовнішим серед них є структура баричного поля, що визначає характер глобальної та регіональної циркуляцій. Також велику роль відіграють і локальні фактори такі як рельєф місцевості та тип/характер підстильної поверхні (тип рослинності чи землекористування). Зважаючи на це, виникає питання про репрезентативність виміряних на метеорологічних станціях значень швидкості та напряму вітру для характеристики вітрового режиму оточуючих територій, адже покази вимірювальних приладів на різних станціях в певний момент часу можуть значно відрізнятись, навіть якщо вони розміщені в одній фізико-географічній області. Крім того, виміряне значення швидкості залежить від висоти розміщення приладу, яка на деяких станціях може суттєво відрізнятись від стандартного рівня (10 м).

Метою роботи є приведення даних про швидкість вітру на метеорологічних станціях України до умов відкритої місцевості та стандартного рівня вимірювань за період 1981-2010 рр. Вирішення поставленої задачі є важливим для проведення коректної інтерполяції та побудови Атласу вітроенергетичних ресурсів України.

Репрезентативність станцій щодо вимірювань характеристик вітру може бути оцінена за допомогою кута закритості горизонту β та опису найближчого оточення метеомайданчиків, які представлені у [1]. При співставленні даних про середню багаторічну швидкість вітру на станціях та відповідних даних про середній для всього горизонту кут β виявлено сильний зв’язок, про що свідчить статистично значущий коефіцієнт кореляції

Пірсона рівний -0.58. Проте інформацію про закритість горизонту на станціях неможливо безпосередньо використати у розрахунках.

З другої сторони відомо, що вертикальний профіль швидкості вітру в приземному шарі атмосфери змінюється за логарифмічним законом, і за умов нейтральної термічної стратифікації може бути виражений у вигляді [2]:

$$u = \frac{u_*}{k} \ln \frac{z}{z_0} \qquad z \geq z_0 \tag{1}$$

де u – швидкість вітру на висоті z, u_* – динамічна швидкість (швидкість тертя), параметр який залежить від величини турбулентних пульсацій компонент вітру, k – стала Кармана (~0.4), z_0 – параметр шорсткості підстильної поверхні, який визначається типом її покриття (рослинністю чи забудовами). Слід зауважити, що величина z_0 суттєво визначає профіль швидкості у приземному шарі атмосфери, що охоплює декілька десятків метрів, де вплив підстильної поверхні відіграє велику роль [2].

У ході виконання дослідження було встановлено залежність z_0 від величини β використовуючи інформацію на 10-ти метеорологічних станціях. Параметр шорсткості визначений на основі класифікації місцевості за різними типами підстильної поверхні (представленої у [3]) та за даними про середню висоту перешкод та відстань до них. Також проаналізовано знімки місцевості (отриманих з сервісу Google Earth), що послужили допоміжною інформацією. Залежність між параметрами z_0 та β (рис. 1) має нелінійний характер, і може бути апроксимована функціональною залежністю:

$$z_0 = 1 - e^{\frac{-\beta^2}{a^2}}, \tag{2}$$

де підгоночний параметр a рівний 11.23. При цьому коефіцієнт детермінації R^2 дорівнює 0.959.

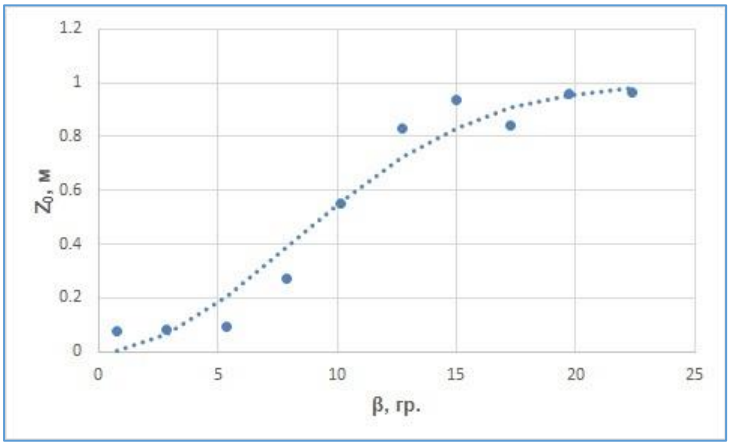


Рис. 1. **Залежність параметру шорсткості z_0 від закритості горизонту β**

Коригування швидкостей вітру виконувалось за формулою [4]:

$$u_r = u_s \frac{\ln(60/z_0)}{\ln(z_s/z_0)} \frac{\ln(10/z_{0(r)})}{\ln(60/z_{0(r)})}, \tag{3}$$

де u_s – виміряна швидкість вітру на висоті z_s, а u_r є приведеною швидкістю до висоти 10 м та при заданому значенні $z_{0(r)}$. У роботі $z_{0(r)}$ прийняте рівним 0.1, яке і відповідає умовам відкритої місцевості. Формула (3) отримана з припущення, що на верхній межі приземного шару (~60 м) зміни шорсткості підстильної поверхні не впливають на просторовий розподіл швидкості вітру у радіусі кількох кілометрів [5].

На основі розрахованих нових рядів строкових значень швидкості вітру отримано осереднений за 30 років розподіл цієї величини на території України. Зазначимо, що даний просторовий розподіл є більш однорідним порівняно з тим, що отриманий на основі даних мережі регулярних спостережень. Крім того, середня за площею швидкість вітру є вищою на величину близько ~0.5 м/с.

Список літератури

1. Історія та фізико-географічний опис метеорологічних станцій України. Кліматологічний довідник / за ред. О. Косовця та Н. Швень. Київ. 2011. ***2.*** *Зилитинкевич С.С.* Динамика пограничного слоя. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1970. ***3.*** Estimating the roughness of cities and sheltered country / Davenport A.G., Grimmond C.S.B., Oke T.R., Wieringa J. *Preprints of the Twelfth American Meteorological Society Conference on Applied Climatology*. Asheville, NC, United States: 2000. pp. 96-99. ***4.*** Wieringa J. Representativeness of wind observations at airports. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 1980. Vol. 61, No 9, pp. 962-971. ***5.*** Wieringa J. Roughness-dependent geographical interpolation of surface wind speed averages. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 1986. pp. 867-869.

УДК 551.558.1

Панова Я.Л., Міщенко Н. М.
Кафедра військової підготовки Одеського державного екологічного університету, Одеса

ТРИГЕРНІ МЕХАНІЗМИ КОНВЕКЦІЇ ЯК ПРЕДИКТОРИ ЇЇ ПРОГНОЗУ

Атмосферна конвекція є явищем погоди, якому завжди буде приділятися особлива увага дослідників. Причини цього неважко зрозуміти ознайомившись зі спектром потенційних наслідків, які зумовлюють конвективні явища. Надзвичайно широке коло споживачів, зацікавлених у завчасному надходженні інформації про такі явища як гроза, град, шквал, раптові підтоплення, торнадо, тощо, спонукає дослідників до пошуку нових, якомога ефективніших методів їх прогнозування.

Варто зауважити, що цифри, які характеризують збитки від атмосферної конвекції, дійсно вражають. Наприклад, у 2017 році, збитки лише від граду на території США становили близько 1 мільярда доларів. За даними NOAA, у 2011 році, який став рекордним за наслідками конвективної діяльності, загинуло більше 550 людей, а загальні збитки склали 28 мільярдів доларів.

Територія України у цьому сенсі не є виключенням і також зазнає відчутних збитків внаслідок конвективної діяльності, проте систематизовані дані про них відсутні. Як правило, у повідомленнях в ЗМІ обмежуються констатацією наслідків негоди, зрідка наводиться приблизний обсяг збитків. У якості найбільш яскравих прикладів можна навести грозу 28.07.2016 року на Закарпатті, коли було пошкоджено майже 8 тисяч будинків, 14 закладів охорони здоров'я та 35 закладів освіти у 76 населених пунктах, постраждали 1200 гектарів сільськогосподарських угідь, зруйновані дороги місцевого значення. Загальна сума збитків становила близько 88 мільйонів гривень.

Головне джерело даних для прогнозу конвективних явищ – дані температурно-вітрового зондування – знаходиться у незадовільному стані, оскільки наявна мережа аерологічних станцій та періодичність зондування не забезпечують необхідними вихідними даними більшість території України. Дворазове (00 та 12 СГЧ) радіозондування атмосфери проводиться лише на ст. Київ (33345), а денне (на момент максимального розвитку конвекції), крім неї, на ст. Кривий Ріг (33791) та ст. Шепетівка (33317).

Саме тому визначення прогностичних ознак, які «сигналізують» про можливість виникнення глибокої конвекції, є актуальним завданням.

Метою дослідження є ідентифікація окремих тригерних механізмів конвекції для оцінки можливості їх використання в якості предикторів інтенсивної конвективної діяльності.

Характеристика вихідних даних і «стартові умови». Для проведення дослідження залучались дані радіозондування атмосфери у пункті Київ (33345), Львів (33393), Одеса (33837) та Кривий Ріг (33791) за строки 00 та 12 СГЧ в теплий період року з 01.04.2016 по 30.09.2018 р. Подальша обробка даних проводилася з використанням програмного забезпечення RAOB (The universal RAwinsonde OBservation program). Крім цього,

використовувалися прогностичні дані GFS для подальшого розрахунку похідних величин від полів вітру і вологості у граничному шарі атмосфери.

Протягом вказаного періоду над зазначеними пунктами було відібрано 62 випадки утворення грози. Для одержання кількісних показників конвекції застосовувалися три типи адіабатичного підйому частинки *SB* (*Surface Based*), *ML* (*Mixed Layer*) та *MU* (*Most Unstable*), що дозволяло уникнути ефекту «просіювання» можливості глибокої конвекції через особливості вертикального розподілу температури і вологості повітря.

Матеріали досліджень і характеристика одержаних результатів.

Як відомо, для реалізації глибокої конвекції повинні мати місце три її складові: нестійка стратифікація, тепло і волога у нижньому шарі атмосфери і тригерний механізм.

Перша складова оцінюється або якісно (за результатами взаємного розташування кривих стратифікації і стану), або кількісно – за значеннями індексу *CAPE*. Проте за результатами розрахунку зазначеного індексу у дні з грозою і побудови відповідних гістограм з'ясовано, що його значення у переважній більшості випадків не «сигналізують» про можливість її утворення. Зокрема, значення *CAPE* переважно знаходяться у межах діапазонів від 0 до 1500 Дж/кг для *SB* та *MU* типів підйому, від -100 до 1000 Дж/кг – для *ML* типу підйому. При цьому *CAPE* зі значеннями понад 2000 Дж/кг спостерігається лише у 6% випадків. Таким чином, з моменту проведення радіозондування відбуваються процеси, які трансформують стратифікацію атмосфери у шарі конвекції.

Тепло і вологість повітря, які є другою складовою глибокої конвекції, досить легко діагностуються за даними радіозондування у шарі конвекції, а величина денного прогріву у граничному шарі атмосфери – за прогностичними даними або за допомогою розрахункових методів. Проте ці величини (особливо вологість повітря) не є сталими в періоди розвитку конвекції через можливість утворення їх мезомасштабної адвекції у граничному шарі атмосфери. Ці фактори будуть суттєво впливати на інтенсивність розвитку конвекції і за певних умов можуть відігравати роль третьої складової конвекції – її тригерного механізму.

Умова нелокальної нестійкості повітря (NcI), виконання якої зумовлює «невиведення» теплого і вологого повітря з граничного шару атмосфери (ГША) до певного моменту, виконується лише за умови знаходження індексу *CIN* у певному діапазоні. Значення цього діапазону, яке коливається у межах від -60 до -20 Дж/кг·К, дозволяє з одного боку накопичити необхідні запаси тепла і вологи у ГША, а з іншого – подолати теплому і вологому повітрю шари з від'ємними значеннями енергії плавучості (затримуючий шар). Характерно, що за результатами радіозондування і побудови гістограм для кожного з типів адіабатичного підйому частинки одержані значення *CIN*, на відміну від значень *CAPE*, у більшості випадків дають уявлення про наявність потенціалу для розвитку конвекції у дні з грозою.

Таким чином, інтенсивне надходження вологи на нижніх рівнях виступає одним з тригерних механізмів конвекції, а прогноз вертикальної структури і часового ходу адвекції вологи має ознаки її інформативного предиктора (особливо в період інтенсивного денного прогріву підстильної поверхні) при виконанні попередніх умов.

Для доведення цього будувалися графіки часового ходу адвекції вологості повітря на рівнях землі, 975, 925 та 850 гПа для кількох синоптичних ситуацій, коли спостерігалася гроза в вищевказаних пунктах радіозондування атмосфери. Результати засвідчили, що періодам формування грози передують періоди збільшення вологи у ГША, а тривалість додатніх значень адвекції вологи прямо впливає на тривалість грози. Цей процес зумовлює трансформацію стратифікації атмосфери у нижньому шарі за рахунок збільшення плавучості повітря. Можливість такого процесу на даних інстументальних вимірювань може бути підтверджена лише за рахунок збільшення частоти радіозондувань атмосфери, що в Україні є недоступним. Тому, у якості прикладу, подібний процес проілюстрований на підставі даних радіозондування атмосфери на ст. Штутгарт (Німеччина), яке виконується з 6-годинним інтервалом.

Отже, прогноз конвективних явищ на підставі кількісних показників конвекції, розрахованих за даними радіозондування атмосфери за 00 СГЧ у 70-80% випадків зумовлює «помилку пропуску». Це відбувається через неврахування процесів, які відбуваються у період між проведенням зондування і максимальним розвитком конвекції.

Запропонований підхід показує нижньорівневу адвекцію вологи як інформативний предиктор глибокої конвекції і, найголовніше, можливість його прогнозу з використанням прогностичних даних чисельного моделювання атмосфери різних прогностичних центрів.

УДК 551.58: 633.2

Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

ПРОДУКТИВНІСТЬ ЛУЧНОЇ ТА СТЕПОВОЇ РОСЛИННОСТІ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ

Сучасний стан фітоценозів, які репрезентують фіторізноманіття степової та лучної рослинності, свідчить про їх високу здатність до стійкого та довготривалого існування, але під впливом антропогенних факторів різноманітність рослинного світу зменшується. Щоб зберегти це різноманіття необхідне виявлення факторів, які спричиняють зникнення дикорослих фітоценозів. Важливим питанням сучасних проблем збереження біорізноманіття, раціонального використання рослинних ресурсів та оптимізації їх стану в умовах глобального потепління є збереження існуючих рослин та збагачення їх асортименту культурами, які були б пристосовані до екстремальних факторів зміни агрокліматичних показників [1, 2].

Наприкінці минулого і початку поточного століття відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління. Під впливом зміни клімату змінюються агрокліматичні умови росту і формування продуктивності усіх фітоценозів. Тому для потреб обґрунтування оптимальних схем природокористування, для збереження дикорослих фітоценозів степових та лучних територій необхідна оцінка їх продуктивності в умовах змін клімату.

Кліматичні зміни на майбутнє розраховуються з використанням кліматичних моделей. різних рівнів складності. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів. В цьому дослідженні для кліматичних розрахунків використовується набір сценаріїв – Репрезентативні траєкторії концентрацій (Representative Concentration Pathways – *RCP,* а саме *RCP* 4,5 та *RCP* 8,5.) [3].

Аналіз впливу змін клімату на режим агрокліматичних показників розвитку і формування продуктивності лучних і степових фітоценозів виконувався порівнянням середніх багаторічних величин (за період 1980–2010 рр.) і величин, розрахованих за кліматичними сценаріями *RCP*4,5 та *RCP*8,5 по десятиріччях: 2021–2030 рр. (перший період), 2031–2040 рр. (другий період), 2041–2050рр. (третій період). Розглядались такі величини: тривалість періоду відновлення вегетації – цвітіння трав, середня температура за цей період, сума опадів, сумарне випаровування, випаровуваність, відносна вологозабезпеченість, гідротермічний коефіцієнт Г.Т. Селянинова (ГТК), сума фотосинтетично активної радіації (ФАР).

Розрахунки продуктивності трав виконувались за моделлю А.М. Польового за трьома видами урожайності: потенційна урожайність (ПУ), яка визначається надходженням сонячної радіації; метеорологічно можлива врожайність (ММВ) забезпечується температурним режимом та режимом зволоження території; дійсно можлива врожайність (ДМВ) забезпечується природною родючістю ґрунту, природна врожайність (УВ). Одночасно розраховувався баланс гумусу у ґрунті та співвідношення надземної і підземної частини рослин..

За обома сценаріями в період початок вегетації – цвітіння трав очікується збільшення надходження сонячної радіації а це, в свою чергу, сприятиме збільшенню формування ПУ трав. В перший період ПУ очікується на рівні 580, в другий – 562, а в третій – 559 ц/га. Від середнього багаторічного значення (474 ц/га) це буде становити 118–122 %.

За сценарієм RCP4.5 середня за період початок вегетації – цвітіння трав температура повітря, яка при середніх багаторічних умовах становила 12,9°С, в сценарні періоди очікується в два перші періоди на 0,4–0,6°С нижче середньої. В третій період вегетація

трав буде проходити на фоні температури, що на 1,3°С нижче середньої багаторічної. Сума опадів за період початок вегетації – цвітіння трав у два перші сценарні періоди на 5–16 % вище базової величини. Умови вологозабезпечення рослин покращаться, а дефіцит вологи зменшиться від 69 до 20–30 мм. Зросте величина ГТК до 1,48–1,94 відн. од. В третій період кількість опадів буде меншою, вона становитиме 95 % від середнього значення. Дефіцит вологи в цей період буде меншим порівняно з середнім (на 21 мм), а відносна вологозабезпеченість буде не значно меншою, ніж в перші два сценарних періоди, але на 0,1 відн. од. вище від середньої багаторічної.

За сценарієм RCP8.5 температура повітря очікується в два перші періоди, майже на рівні середньої багаторічної, в третій період вона на 0,1–1,2°С нижче середньої багаторічної. Кількість опадів у перший сценарний період на 5 % нижче базової величини. У другий і третій періоди сума опадів очікується на рівні 112–119 % від базової. Покращаться умови вологозабезпеченості рослин, при цьому дефіцит вологи (E_0 – E) зменшиться від 69 до 19–25 мм. Відносна вологозабезпеченість трав (E/E_0) суттєво зросте з 0,66 до 0,84–0,86 відн. од. Величина ГТК у дві перші декади вона очікується на рівні 1,57–1,58 відн. од. В третій період, ГТК буде становити 2,11 відн. од. (середня багаторічна величина ГТК знаходиться на рівні 1,3 відн. од.).

За обома сценаріями динаміка площі листя в сценарні періоди буде аналогічна динаміці площі листя при середніх багаторічних даних.

За сценарієм *RCP*4.5 покращення вологозабезпеченості трав в два перші сценарні періоди обумовить більш високий рівень ММУ всієї сухої маси трав в порівнянні з третім сценарним періодом. Очікується, що рівень ДМУ всієї сухої маси трав складатиме в перші два періоди 142–150 % від середнього багаторічного, а для третього періоду він буде на рівні 126 % в порівнянні з середнім багаторічним. Урожай надземної маси трав при їх вологості 16 % буде вищим середнього багаторічного в усі три періоди. Очікується, що співвідношення надземної частини біомаси до підземної буде на рівні 0,56. Баланс гумусу на ділянках степової рослинності очікуватиметься позитивним. Він буде дещо нижчим в порівнянні з балансом гумусу при середніх агрометеорологічних умовах.

*За сценарієм RCP8.*5 площа листя травостою буде формуватись аналогічно динаміці площі листя при середніх багаторічних агрометеорологічних умовах. У дві перші декади вегетації інтенсивність фотосинтезу листя трав буде знаходитись на досить високому рівні. За розрахунками урожай надземної маси трав при їх вологості 16 % в порівнянні із розрахунками за сценарієм *RCP4.5* у перші два періоди очікуватиметься зменшення на 0,8–0,9 т/га. Співвідношення надземної частини біомаси до підземної очікується на рівні 0,56. На ділянках степової рослинності баланс гумусу за сценарієм RCP8.5 очікуватиметься позитивним. але дещо нижчим в порівнянні з балансом гумусу при реалізації сценарію *RCP*4.5.

В умовах змін клімату за реалізації сценаріїв в різні періоди по десятиріччях будуть відбуватись неоднозначні зміни умов формування продуктивності лучних і степових трав. Зміна волого-температурних показників спричинить незначне збільшення площі листя трав, що, в свою чергу, буде сприяти збільшення біомаси трав. В цілому агрометеорологічні умови формування врожаїв трав за кліматичними сценаріями будуть складатися кращими за умови реалізації сценарію *RCP*4.5. Врожаї трав будуть вищими, вищим буде баланс гумусу і зросте співвідношення надземної і підземної частини рослин.

Результати дослідження добре узгоджуються з розробками Н.І. Базилевича відносно результатів середніх багаторічних величин продуктивності лучної і степової рослинності.

Список літератури

1. *Шищенко П .Г.* Глобалізація та деверсфікація функцій сучасних ландшафтних систем в контексті різноманіття. *Проблеми ландшафтного різноманіття України* . К., 2000. С.17-20. ***2.*** Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. /*Н.И. Базилевич.* М.: Наука. 1993. 293 с. ***3.*** Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України /за ред. С.М. Степаненка та А.М. Польового. Одеса.: ТЕС. 2015. 520 с.

УДК 551.58

Попова Л.О., Хоменко І.А.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

РОЛЬ АТМОСФЕРНОГО БЛОКІНГУ У ВСТАНОВЛЕННІ АНОМАЛЬНО СПЕКОТНОЇ ПОГОДИ НАД ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ

Вступ. В останні десятиріччя над територією Європи почастішали випадки аномально спекотної погоди, які у сучасній науковій літературі отримали назву хвиль тепла. Особливу небезпеку становлять інтенсивні хвилі тепла. Так, інтенсивна хвиля тепла 2003 року призвела до 70 000 смертей, а хвиля тепла 2010 року спричинила 55 000 смертей через аномальну спеку і високу забрудненість повітря та завдала збитків на 15 мільярдів доларів США.

Інтенсифікація і почастішання аномально спекотної погоди найчастіше пов’язані зі встановленням сталої антициклональної погоди, причиною якої є атмосферний блокінг, що супроводжується аномаліями в полях метеорологічних величин, а саме висоти ізобаричної поверхні 500 гПа, температури на рівні 850 гПа, температури поверхні моря і характеристик вологості ґрунту [1].

Метою даної роботи є оцінка ролі атмосферного блокінгу у формуванні інтенсивних хвиль тепла, що мали місце в період 1999-2018 рр. з 1 травня по 30 вересня на території України, а також виявлення супроводжувальних хвилі тепла явищ, які в подальшому можна використовувати для ідентифікації механізмів, що вимушують встановлення аномально спекотної погоди.

Вихідна інформація. База даних містила ряди добової максимальної температури повітря з травня по вересень для дев'яти станцій України за різні періоди спостережень, До аналізу також було залучено дані об'єктивного аналізу NCEP/NCAR і карти середньомісячних аномалій приземної температури, температури поверхні моря, кількості опадів і геопотенціальної висоти ізобаричної поверхні 500 гПа.

Використана методика. Хвилі тепла виділялися як 6 і більше послідовних днів, в які максимальна температура перевищувала критерій ВМО на будь-якій зі станцій спостережень. Для ранжування хвиль тепла за інтенсивністю було використано індекс HWMId, – індекс інтенсивності хвилі тепла [2].

Виявлення атмосферного блокінгу здійснювалося за стандартним алгоритмом, запропонованим Тібальді-Мольтені [3] і модифікованому в роботі [4] для сітки з кроком 2.5° за широтою та довготою.

Запропонований алгоритм виявлення блокуючих процесів ідентифікує системи високого тиску, що утворюються під час обвалення хвиль Россбі і період існування яких становить принаймні 5 днів.

Результати дослідження. За розглянутий період на території України було виявлено 179 хвиль тепла на 9 станціях.

За розглядуваний період було виділено 10 епізодів з інтенсивними хвилями тепла на підставі двох умов: відсотку займаної хвилею тепла площі і максимального значення індексу інтенсивності хвилі тепла HWMId.

У восьми випадках з десяти інтенсивні і тривалі хвилі тепла були пов’язані з обваленням хвиль Россбі, причому залежність між інтенсивністю епізоду і безперервністю блокування не простежується. З усіма випадками аномально спекотної погоди були пов’язані значні додатні аномалії в полі середньомісячної температури, температури поверхні Чорного моря і від’ємні аномалії в полі опадів.

Безпрецедентної інтенсивності хвиля тепла в Україні була зареєстрована в 2010 році, коли в усій північній півкулі спостерігалася аномально спекотна і суха погода, причиною якої в Європі було встановлення антициклону протягом 55 днів. На території України хвиля тепла проявилася в самому кінці блокування з кінця липня до середини серпня, охопивши 71% території і перевищивши в усіх регіонах порогове значення індексу інтенсивності – 24 – практично в два рази. Аномалії геопотенціальною висоти 500 гПа коливалися в межах 60-

80 м, а критерій Тібальді-Мольтені демонстрував безперервність блокування в східних і південних областях України.

Найбільш яскраво вираженою в полі критерію Тібальді-Мольтені і аномалій висоти АТ-500 була найменш інтенсивна хвиля тепла з максимальним значенням індексу HWMId – 24,37, що займала територію Центральної, Південної і Західної України і спостерігалася з 6 по 20 червня 1999 р. Атмосферний блокінг мав місце над територією України протягом 10 днів. Середньомісячні аномалії геопотенціальної висоти в червні досягали +100 дам, а аномалії температури – більше, ніж 4°С.

Значення індексу HWMId для інших хвиль тепла, які було зареєстровано над територією України в періоди 11-28.07.2001 р., 3-22.07.2002 р., 15.05-2.06.2007 р., 17-30.8.2007 р., 30.06-11.07.2012 р. і 3-16.08.2015 р., коливалось в межах від 25,03 до 32,46. Впродовж більшої частини періодів, коли спостерігались ці епізоди, критерій Тібальді-Мольтені демонстрував безперервність просторово-часового розподілу. Значення аномалій геопотенціальної висоти АТ-500 для всіх випадків не перевищували 80 м.

В двох випадках хвиль тепла (12 – 24 серпня 2008 р. і 21 липня – 9 серпня 2012 р.) в полі критерію Тібальді-Мольтені атмосферний блокінг не виявлявся. Впродовж обох епізодів аномалії геопотенціальної висоти ізобаричної поверхні 500, за виключенням липня 2012 р., також не відзначались. Епізод 12 – 24 серпня 2008 р. був яскраво виражений в полях усіх інших притаманних атмосферному блокінгу відзнак, а саме в полях середньомісячних аномалій приземної температури (до 2°С), кількості опадів (зменшення становило 25%) і температури морської поверхні, які складали для Чорного моря 1,5°С. Епізод 21 липня – 9 серпня 2012 р. також був пов'язаний з суттєвим підвищенням температури поверхні Чорного моря (на 2,5°С) та температури повітря (на 2°С), але на відміну від першого епізоду не супроводжувався значною посухою: в серпні 2012 р. спостерігається навіть надлишок опадів порівняно з багаторічними середніми значеннями. Такі результати свідчать не про відсутність процесу блокування в цих випадках, а лише вказують на формування блокінгу за інших умов, а не за умови обвалення хвиль Россбі.

Висновки. Випадки інтенсивних хвиль тепла, які спостерігалися над територією України в період з 1999 по 2018 рр. і включали тривалі епізоди аномально спекотної погоди, розглядалися як процеси обвалення хвиль Россби. У 8 епізодах з 10 критерій Тібальді-Мольтені вказав на наявність блокування в атмосфері, хоча не завжди в полі даного індексу проявляються самі інтенсивні хвилі тепла. У виявлених епізодах блокування критерій Тібальді-Мольтені демонстрував добру безперервність просторово-часового розподілу. У 9 з 10 епізодів отримані результати добре узгоджувалися з полями аномалій геопотенціальних висот, а також з іншими ознаками, які супроводжують атмосферне блокування.

Список літератури

1. *Demirtaş M.* (2017) High impact heat waves over the Euro-Mediterranean region and Turkey - in concert with atmospheric blocking and large dynamical and physical anomalies Anadolu Univ. J. of Sci. and Technology A – Appl. Sci. and Eng. 18 (1), 97 – 114. ***2.*** *Russo S., J. Sillmann and E.M. Fischer* (2015) Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades. Environ. Res. Lett.10, 124003 ***3.*** *Tibaldi S. and F. Molteni,* 1990. On the operational predictability of blocking. Tellus, 42A, 343-365. ***4.*** *Trigo R. M., I. F. Trigo , C. C. DaCamara and T. J. Osborn* (2004). Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses. Climate Dynamics (2004) 23: 17-28.

УДК 551.574.42

Пясецька С.І., Гребенюк Н.П.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК МІЖ ОКРЕМИМИ МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ У ДАТИ ВІДКЛАДЕННЯ ОЖЕЛЕДІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА МІСЯЦІ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ ПРОТЯГОМ 2001-2013 рр. ТА ЇХ ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ

Для визначення імовірного стану клімату в Україні постає необхідність його передбачення шляхом прогнозу ряду метеорологічних величин та особливо окремих несприятливих природних явищ. Вивчення змін клімату є актуальним завданням сучасної метеорології та кліматології, розв'язання якого сприятиме довгострокомому ефективному плануванню економічнного розвитку регіонів України. Для побудови прогнозу імовірності синоптичних ситуацій аномальних погодних умов та явищ необхідно визначити зв'язок між окремими метеорологічними величинами, які спостерігаються під час їх виникнення. Одним з методів дослідження є метод математичної статистики із побудовою кореляційних функцій між ними.

Для аналізу було обрано наступні місяці: січень, лютий, березень, листопад та грудень, коли відкладення ожеледі є найбільш типовими і кількість випадків найбільша. Для цих місяців було отримано кореляційну залежність між парами метеорологічних величин, які спостерігаються на станціях для кожної метеорологічної станції окремо. Зважаюси на об′єм вибірки було встановлено рівень значущості, який становить К±0,6. Було отримано області, де найбільше спостерігалось значущих кореляційних залежностей між окремими комбінаціями пар метеорологічних величин у дати початку відкладень ожеледі.

Взимку у *січні* встановлено декілька варіантів пар кореляційних залежностей між окремими метеорологічними величинами, де коефіцієнт кореляції був статистично значущим. Найбільш розповсюдженою є залежність між добовою температурою повітря (середньою, максимальною та мінімальною) та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною) яка є додатньою. Така залежність встановлена на станціях Лівобережжя України та у центрі. Встановлено статистично значущу від'ємну кореляційну залежність між температурою повітря (середньою, максимальною, мінімальною) та тиском на рівні моря, що виявилось у Донецькій та Луганській областях поодиноко, а найбільше у АР Крим. Визначено статистично значущий від'ємний звязок між швидкістю вітру (середнього та максимального з 8 строків спостережень) з відносною середньою вологістю повітря на станціях Закарпатської, Львівської та Івано-Франківської областей. У *лютому* було встановлено 2-а види пар комбінацій метеорологічних величин. Перша пара метеорологічних показників - температура (середня, мінімальна) та відносна вологість повітря (середня, максимальна). Для цієї пари було отримано статистично значущий додатний коефіцієнт кореляційного зв'язку. Територіально він має місце на станціях, які розташовані у Сумській, Харківській, Луганській, Донецькій, Запорізькій областях та АР Крим, а також у Полтавській та Дніпропетровській. Інша залежність склалась між швидкістю вітру (середня) та відносною середньою вологістю вітру, коефіцієнт кореляції між якими був від'ємним. Станції на яких була виявлена така комбінація спостерігались у Криму та на Закарпатті. У Одеській області на декількох станціях спостерігався значущий від'ємний зв′язок між температурою повітря (середня, максимальна, мінімальна) та висотою снігу. У *грудні* у цілому встановлено 2-а види пар комбінацій метеорологічних величин у дати початку відкладення ожеледі, кореляційний зв'язок між якими є статистично значущим. Перша з них додатний і включає у собі температуру повітря (середня, максимальна, мінімальна) та відносну вологість повітря (середня, максимальна). Такий зв'язок здебільшого спостерігався на станціях у Чернігівській, Сумській, Харківській та Луганській областях, а також у Полтавській та Дніпропетровській. Другий виявлений зв′язок - між температурою повітря (середня,мінімальна) та висотою снігового покриву. Він є статистично зачущим і має від'ємний знак. Він спостерігається на станціях у Донецькій області та на Закарпатті. Також встановлено статистично значущий від′ємний зв′язок між швидкістю вітру (середня) та середньою відносною вологістю повітря (АР Крим), а також

між висотою снігу та тиском на рівні моря (Одеська область), обидва поодиноко.

Навесні у *березні* протягом 2001-2013 рр. було встановлено 6 варіантів пар комбінацій метеорологічних величин, кореляційний зв'язок яких виявився статистично значущим. Переважно такий зв'язок був від′ємним. Перший варіант такого зв'язку між температурою повітря за добу (середня, максимальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна), який був поширений на станціях у Івано-Франківській, Львівській, Вінницькій, Дніпропетровській, Запорізькій Донецькій, Одеській, Херсонській областях та АР Крим. Другий варіант зв′язку між температурою повітря за добу (середня, максимальна, мінімальна) та висотою снігового покриву, який було виявлено на заході країни, а також на Одещині. Третій варіант статистично значущого зв′язку було виявлено між тиском на рівні моря та відносною середньою вологістю повітря (Дніпропетровщина). Четвертий варант є з'вязок між середньою швидкістю вітру та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною), який виявлено у АР Крим та на Івано-Франківщині. Встановлено додатний статистично значущий зв'язок між добовою кількістю опадів та висотою снігу (поодиноко на Запоріжжі), а також між добовою кількістю опадів та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною), який в окремих випадках спостерігався у Луганській області.

Восени у *листопаді* було виявлено 8 варіантів статистично значущих кореляційних зв'язків між парами метеорологічних величин причому 7 з них були від'ємними і лише у одному варіанті додатними. Перший варіант від′ємного статистично значущого кореляційного зв'язку встановлено між температурою повітря (максимальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна), який спостерігався у АР Крим, а також окремих областей західної України. Другий варіантом подібного від′ємного зв′язку був між температурою повітря та тиском на рівні моря (АР Крим, Київська область). Третій варіант - зв'язок між швидкістю вітру (середня, максимальна з 8 строків) та тиском на рівні моря, який встановлено в окремих східних, центральних та південних областях. Інший статистично значущий від'ємний зв'язок встановлено між швидкістю вітру (середня) та відносною вологістю повтря (середня) у АР Крим. Також встановлено від'ємний статистично значущий зв'язок між температурою повітря (середня, максимальна. мінімальна) та висотою снігу (Київська, Чернігівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Луганська області). Інші два від'ємні значущі зв'язки було встановлено між добовою кількістю опадів та тиском на рівні моря та між добовою кількістю опадів і максимальною швидкістю вітру вибраною із 8 строків. Перша з цих двох статистично значущих залежностей спостерігається на станціях в областях у напрямку з півночі від Чернігівської та Київської областей, через центр (Черкаська, Вінницька області) на південь (Одеська область), а друга на станціях південного регіону у Одеській, Херсонській та Кіровоградській областях. Наступний варіант статистично значущого кореляційного зв'язку додатного за знаком встановлено між кількістю опадів за добу та швидкістю вітру (середня, максимальна із 8 строків). Така залежність спостерігалась поодиноко на окремих станціях у Черкаській та Миколаївській областях.

УДК 551.580

Рибченко Л.С., Савчук С.В.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

ВИЗНАЧЕННЯ ЗМІН СКЛАДОВИХ РАДІАЦІЙНОГО РЕЖИМУ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ В УКРАЇНІ У ПЕРІОДИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ЇХ ВПЛИВУ НА СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЕКОНОМІКИ КРАЇНИ

Промениста енергія Сонця основне і практично єдине джерело тепла для поверхні Землі та атмосфери, а також один із основних кліматоутворюючих факторів. Сонячна радіація залежить від астрономічних чинників – висоти Сонця і тривалості дня.

В умовах нинішнього коливання та зміни клімату набуває значення визначення перетворень, що відбуваються із формуванням складових радіаційного режиму сонячної радіації та їх динамікою протягом періоду спостережень.

Мета роботи – дослідити зміни тривалості сонячного сяйва, прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації, альбедо й радіаційного балансу за теплий і холодний період року та за рік 2001-2015 рр. відносно 1991-2000 рр. Оцінити зміну радіаційного режиму у періоди інтенсивних засух 1991-2015 рр. відносно 1961-1990 рр. Провести моніторинг ресурсів геліоенергетики.

Проведено статистичний аналіз на основі побудованих таблиць та карт тривалості сонячного сяйва, прямої, розсіяної, сумарної сонячної радіації, альбедо й радіаційного балансу за періоди 1991-2000 рр. і 2001-2015 рр. та відхилення між ними. Проведено оцінку змін радіаційного режиму за статистичним аналізом у періоди інтенсивних засух 1991-2015рр. відносно норми 1961-1990 рр. Здійснено моніторинг ресурсів геліоенергетики за спеціалізованими показниками.

За результатами проведеного аналізу складових радіаційного режиму сонячної радіації підстильної поверхні за 2001-2015 рр. відносно 1991-2000 рр. відбулось значне перетворення складових радіаційного балансу та тривалості сонячного сяйва. Найбільш істотні зміни відмічені зі складовими сумарної радіації. Спостерігалось суттєве збільшення прямої радіації протягом теплого періоду та за рік, зумовлюючи зростання сумарної радіації, що не завадило скороченню розсіяної радіації у її складі. На Закарпатській низовині та в Українських Карпатах спостерігається зменшення обох складових сумарної радіації – прямої і розсіяної майже протягом року. Тривалість сонячного сяйва відзначалась підвищенням протягом окремих місяців теплого періоду та за рік.

Альбедо підстильної поверхні характеризувалось неістотними змінами протягом теплого та холодного періоду в 2001-2015 рр. відносно 1991-2000 рр.

Відмічалось коливання радіаційного балансу по всій території. Слід зазначити про схожість розподілу значень радіаційного балансу з сумарною радіацією для більшості регіонів. Спостерігалось деяке зменшення балансу протягом холодного періоду та підвищення у теплому. Річний радіаційний баланс для більшості території підвищився.

Найбільші зміни складових радіаційного режиму в 2001-2015 рр. відносно 1991-2000рр. відмічались на північному заході, північному сході та центрі країни, що призводило до зростання засух у теплу пору року на більшості території.

В умовах засухи відбувається реформування тривалості сонячного сяйва, прямої, розсіяної та сумарної сонячної радіації, альбедо і радіаційного балансу підстильної поверхні. Значна зміна стану підстильної поверхні у періоди весняних і осінніх засух, за часто оголеного ґрунту, призводить до коливань відбивної спроможності підстильної поверхні (альбедо). Істотно підвищується тривалість сонячного сяйва та надходження прямої радіації за умови зміни стану підстильної поверхні, що призводить до коливань у формуванні сумарної радіації та радіаційного балансу.

За середніх умов у вегетаційний період 60 % радіаційного балансу витрачається на випаровування, 30 % – на турбулентний обмін повітря у нижніх шарах атмосфери і 10 % на нагрівання ґрунту.

Розвиток засухи зумовлює перерозподіл витратної частини радіаційного балансу. Витрати тепла на випаровування в окремі періоди зменшуються до 40 %, а іноді до 30 %, а на турбулентний обмін зростають до 50 % і більше. За умов тривалої бездощової погоди і високої температури повітря (35-40° С) на нагрівання приземного шару повітря витрачається до 70 % радіаційного балансу.

За 1991-2015 рр. на території країни засухи спостерігались протягом 22 вегетаційних періодів, 13 з них відзначались суттєвою інтенсивністю. Особливістю цих засух за 1991-2015рр., які спостерігались на більшій частині території за окремі періоди, є найістотніші відхилення окремих складових радіаційного режиму, що відмічались на півночі, північному сході та сході країни. У деякі періоди засух найбільші додатні відхилення тривалості сонячного сяйва і прямої сонячної радіації відмічались за заході та на Закарпатті (травень 2000 р.). Окрім того, засухи відмічалась у Житомирській, Сумській, Чернігівській, Київській, Вінницькій, Хмельницькій області, де у попередні роки вони майже не спостерігались. Найбільш інтенсивні засухи відзначались: у липні-серпні та на початку вересня 1992 р., липні та вересні 1994 р., з травня по липень 1996 р., з червня до середини серпня 1999 р., у квітні-червні та жовтні 2000р., у липні-серпні 2001 р., липні-серпні 2002 р., квітні-серпні

2003 р., осіння засуха з кінця серпня та до третьої декади жовтня 2005 р., з квітня до другої декади травня та у липні-серпні 2010 р., у вересні-жовтні 2011 р., у квітні-травні 2013 р., у червні-серпні 2015 та охоплювали більшість областей.

Дослідження посушливих явищ має важливе науково-теоретичне та практичне значення для їх врахування при визначенні умов адаптації землеробства до зміни агрометеорологічних показників. Негативний вплив засух призводить до значних збитків при вирощуванні традиційних сільськогосподарських культур на певних територіях.

Перетворення складових радіаційного режиму у надходженні сонячної радіації за сучасних умов, що призводить до збільшення небезпечних посушливих метеорологічних явищ, зумовлює позитивний вплив на розвиток кліматичних ресурсів геліоенергетики в останньому десятиріччі XX ст. та на початку XXI ст.

За період 1991-2015 рр. відмічалось збільшення геліоенергетичних ресурсів сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. Відбувалось подальше підвищення річної суми прямої та сумарної сонячної радіації за 2001-2015 рр. щодо 1991-2000 рр. Відмічено зростання тривалості сонячного сяйва. У потоці сумарної радіації спостерігався збільшений потік прямої радіації, що характеризує зростаючий потенціал конкурентоспроможності для запровадження геліоенергетики. Ресурси сонячної радіації не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи для використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються високим потенціалом на території Криму, Степу, на сході Лісостепу та в окремих районах Полісся. Обмеження, щодо впровадження, стосуються західного Лісостепу, Закарпаття та гірських районів Українських Карпат. Моніторинг сонячної радіації за 1961-2015 рр. підтверджує зростання можливостей використання геліоенергетики на початку XXI ст. в Україні.

Кліматичні зміни, що відбуваються на планеті та на території України, як її частини, зумовлюють необхідність адаптування суспільства до них. Суттєві коливання складових радіаційного режиму сонячної радіації протягом окремих періодів призводить до необхідності їх врахування у деяких галузях економіки, в першу чергу це стосується сільськогосподарського виробництва та відновлюваних джерел енергії.

УДК: 551.501.45

Савенець М.В.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

КОНТРОЛЬ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВІДХИЛЕНЬ ДАНИХ РАДІОЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ

Радіозондування атмосфери на сьогодні залишається основним джерелом інформації щодо стану метеорологічних умов над земною поверхнею та використовується у чисельних методах прогнозу погоди, дослідженні хімічного складу та клімату вільної атмосфери, прогнозу хмарності, стабільності атмосфери та особливостей рефракції електромагнітного випромінювання; забезпечує діяльність цивільної авіації та військової артилерії [1-4].

Точність вимірювання метеорологічних величин під час радіозондування атмосфери суттєво нижче точності наземних метеорологічних вимірів, що пов’язано з великою кількістю джерел різноманітних похибок та значною кількістю пропусків. У результаті цього виникає потреба розвитку методів комплексного контролю якості аерологічної інформації, що реалізовується у декілька етапів [5,6]. Проблемним етапом є виявлення помилкових значень в області екстремальних відхилень. Найбільш популярним підходом є визначення сталих граничних показників, за межами яких потенційно помилкові дані видаляються, тоді як інша частина підлягає подальшому горизонтальному, часовому, вертикальному та гідростатичному контролю [6]. Подібну методику застосовано автором для даних українських станцій у попередніх дослідженнях [7]. Проте, під час використання подібних методів виявлено два основні недоліки: видалення реальних значень поза межами

граничних показників у результаті аномальності погодних умов, та зменшення чутливості горизонтального, часового та вертикального контролю зі збільшенням відхилень від середніх значень. Таким чином, видаляються реальні аномальні показники, що є важливими для визначення ймовірностей настання екстремальних умов у нормативах будівництва, метеорологічному забезпеченні польотів, кліматичних дослідженнях, тощо. З урахуванням подібних недоліків, розроблено новий метод контролю екстремальних відхилень даних радіозондування атмосфери.

У дослідженні використано дані спостережень 9 аерологічних станцій України за період 1973–2018 рр. Метод контролю розроблено для 4 строків 00, 06, 12, 18 UTC та 17 стандартних ізобаричних рівнів. Аналіз проведено для висоти ізобаричного рівня, температури повітря, відносної вологості, зональної і меридіональної складових вітру. Підготовчим етапом до проведення контролю екстремальних відхилень є контроль на фізично-допустимі межі, що дозволяє одразу видалити усі значення фізично неможливі у природі.

В основі розробленого методу контролю екстремальних відхилень покладено «плаваючі» граничні показники, що обчислюються для заданого параметру на заданому ізобаричному рівні. Такий підхід з максимальною чутливістю дозволяє врахувати особливості різних аерологічних характеристик. Теоретичним підґрунтям є побудова статистичних розподілів вибірок. Зі збільшенням відхилень будуть спостерігатися зменшення числа випадків потрапляння у градацію статистичного розподілу. На певній відстані від моди статистичної вибірки повторюваність значень у градації дорівнюватиме 0, тобто відсутність випадків потрапляння величини у градацію. Ці межі визначаються як «плаваючі» граничні показники, а частину розподілу між ними будемо називати «тілом» розподілу. Таким чином, усі значення, що потрапили до «тіла» не будуть перевірятися контролем екстремальних відхилень та перейдуть до подальшої перевірки іншими видами контролю, зокрема горизонтальним, що повинен проводитися наступним. Проте, існують такі значення, що виходять за межі «тіла» розподілу та потребують детальної уваги на випадок діагностики їх як реальних екстремальних відхилень. Подібний підхід суттєво зменшує область між лівою та правою границями, дозволяючи позбутися недоліку, пов’язаного з недостатньою чутливістю подальших видів контролю до значних відхилень.

Для різних аерологічних характеристик характерна різна ширина «тіла» розподілу. Найменший розкид значень у відносної вологості, найбільший у характеристик вітру та температури нижньої стратосфери. Більш того, у строк 00 розкид значень усіх показників у тропосфері зазвичай більший, ніж у строк 12. Для відносної вологості та висоти ізобаричного рівня характерна асиметричність «тіла» розподілу, тобто різні абсолютні значення граничних показників. Таким чином, різниця у значеннях граничних показників аерологічних характеристик, добовий хід ширини «тіла» розподілу та асиметричність лівої та правої межі обумовлюють доцільність використання «плаваючих» граничних показників для виявлення помилок у екстремальних відхиленнях.

Після визначення «тіла» розподілу вибірок, знаходяться усі значення поза межами граничних показників, що вважаються потенційно помилковими. Найбільша кількість виходів характерна для температури повітря, найменша – для відносної вологості та висоти ізобаричного рівня. На цьому етапі, з метою позбутися недоліку, пов’язаного з видаленням реальних значень під час аномальних погодних умов, застосовано алгоритм їх перевірки: перевіряються усі значення сусідніх станцій за цей строк спостережень на заданому рівні (спрощений горизонтальний контроль); усі значення на заданій станції за цей строк спостережень рівнем вище та рівнем нижче (спрощений вертикальний контроль); усі значення на заданій станції та ізобаричному рівні у попередній та наступний строки спостережень (часовий контроль).

Якщо аномальність можливого помилкового значення знаходить підтвердження, значення залишається у вибірці. У іншому випадку, значення вважається помилковим та видаляється. Підтвердженням вважається випадок, якщо значення виміряної величини на сусідній станції, сусідньому вертикальному рівні, або сусідньому строку спостережень, не відрізняється від можливого помилкового більше ніж на ±0.5σ. З метою уникнення хибних висновків (наприклад, за несправності датчика, у результаті чого на сусідніх вертикальних

рівнях отримані екстремальні відхилення), підтвердженням вважається наявність трьох випадків аномальних відхилень із набору «сусідні станції – сусідні строки спостережень – сусідні ізобаричні рівні».

Розроблений метод контролю за загальний період досліджень дозволив відкинути твердження про помилковість 568 значень. Для відносної вологості відсутні виходи за межі «тіла» розподілу в області позитивних відхилень, що пов'язано із близькістю фізично-допустимої межі стану насичення у 100% до загальної групи значень статистичного розподілу. Найбільші підтверджені відхилення досягли 6.2σ та -6.4σ для складових вітру.

Список літератури

1. *Киселев В.Н., Кузнецов А.Д.* Методы зондирования окружающей среды (атмосфера). Санкт-Петербург, из-во РГГМУ. 2004. 429 с. ***2.*** Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. WMO-No8. Seventh edition. 2008. 681 p. ***3.*** *Harrison R.G.* Meteorological Measurements and Instrumentation. Wiley Blackwell. 2015. 278 p. ***4.*** *Богаткин О.Г.* Авиационная метеорология. Санкт-Петербург, РГГМУ. 2005. 328 с. ***5.*** *Алдухов О.А., Черных И.В.* Методы анализа и интерпретации данных радиозондирования атмосферы. Контроль качества и обработки данных. Обнинск, ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД». Т.1. 2013. 307 с. ***6.*** *Collins W.G.* The Operational Complex Quality Control of Radiosonde Heights and Temperatures at the National Centers for Environmental Prediction. Part I: Description of the Method. *J. of Appl. Meteorol.* 2001. V. 40, N 2. P. 137–151. **7.** *Дворецька І.В., Савенець М.В.* Розробка баз аерологічних даних для території України. *Фізична географія та геоморфологія*. 2017. Вип. 85. С. 130–136.

УДК 551.515

Свінціцька Г.І.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ХВИЛІ ТЕПЛА ЛІТНЬОГО СЕЗОНУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Вступ. Хвиля тепла (англ. Heat wave – HW) – це метеорологічний феномен, що належить до явищ синоптичного масштабу та проявляється у вигляді аномально спекотної, сухої погоди, що зберігається протягом певного періоду і охоплює значні території. Потужні хвилі тепла призводять до значної кількості людських жертв – ХТ 1995 р. в Чикаго спричинила понад 600 випадків смертей [3], ХТ червня–серпня 2003 р. в Європі – 52 000 смертей [4], ХТ 2010 р. у Москві лише в липні призвела до зростання кількості смертей на 4800 осіб, порівняно з липнем 2009 р. [5]. Також ХТ негативно впливають на сільське господарство і низку інших галузей економіки.

Матеріали та методи досліджень. На сьогоднішній день не існує єдиного універсального визначення хвиль тепла. Всесвітньою метеорологічною організацією рекомендовано хвилею тепла вважати період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря на 5°С за цей день по даній станції за період 1961–1990 рр. [1]. Шевченко О.Г. та Сніжко С.І. [1] обґрунтували зручність використання даного визначення ХТ для вивчення проявів цього явища на території України.

Для реалізації задач даного дослідження були використані дані Центральної Геофізичної Обсерваторії про максимальну температуру повітря за кожен день календарного літа з 1961 по 2015 рр. по 50 метеорологічних станціях України.

Основна частина. В результаті аналізу рядів температури повітря за розглянутий період було ідентифіковано 1127 випадків хвиль тепла та встановлено, що найбільша їх кількість спостерігалася на станції Рахів - 42, найменша – Генічеськ – всього 3 випадки, що, очевидно, пов'язано з пом'якшуючим впливом моря. При цьому в північних та західних областях в середньому кількість випадків вища, ніж в південних областях, а в центральних та східних – вище ніж в північних та західних. Середня тривалість ХТ змінюється від 6 днів в Донецьку до 10 днів в Києві та Сімферополі. Максимальна тривалість ХТ дуже відрізняється на різних станціях – від 7 днів (Генічеськ) до 37 (Семенівка).

Найтривалішою хвилею тепла для більшості досліджуваних станцій була ХТ липня–

серпня 2010 р. Також ця хвиля тепла була і найбільш інтенсивною і характеризувалася максимальною інтенсивністю від 35,3°С (Керч) до 255,7°С (Семенівка). Лише в західних областях України найбільш інтенсивними були ХТ 2012 та 2015 років. Аналіз синоптичної ситуації над територією України з 25 липня по 20 серпня 2010 р. [2] свідчить, що протягом більшої частини цього періоду (а саме – від його початку і до 15 серпня) територія України перебувала під впливом тилової частини антициклону, центр якого розташовувався над Європейською частиною Росії і несуттєво змінював своє положення.

Аналіз часової динаміки показує (рис.1), що кількість випадків ХТ в сучасний період (1991–2015 рр.) та за кліматичну норму суттєво відрізняється: майже на всіх досліджуваних станціях кількість випадків ХТ в сучасний період більш ніж удвічі вища. В Сімферополі, де за кліматичну норму спостерігалась лише 2 хвилі тепла, в 1991–2015 рр. їх кількість зросла в 10 разів. На станціях Генічеськ, Керч та Одеса взагалі з 1961 по 1990 рр. не зафіксовано жодного випадку хвиль тепла, що свідчить про стрімке зростання їх кількості саме впродовж останніх років, підтверджуючи зміни клімату та глобальне потепління.

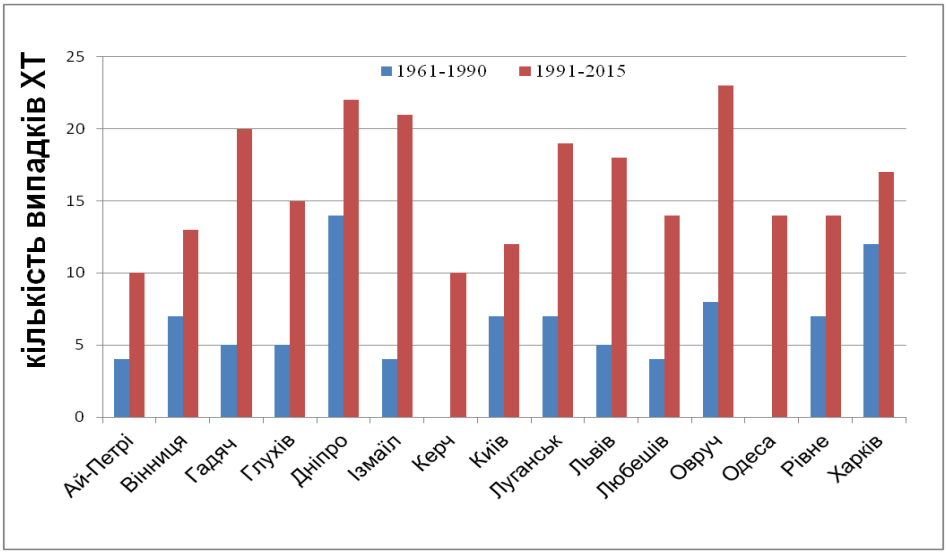


Рис. 1. **Повторюваність випадків ХТ у літні місяці за періоди 1961-1990 рр. та 1991-2015 рр.**

Висновки. За розглянутий період було ідентифіковано 1127 випадків хвиль тепла. Аналіз часової динаміки показав, що кількість випадків ХТ була найвищою в 2006–2010 рр. Суттєво відрізняється кількість випадків ХТ в сучасний період та за кліматичну норму: майже на всіх досліджуваних станціях кількість випадків ХТ в сучасний період більш ніж удвічі вища, на окремих станціях (Сімферополь, Маріуполь) в 1991–2015 рр. спостерігалося – в 10 разів більше хвиль тепла, ніж за кліматичну норму. Найтривалішою та найінтенсивнішою хвилею тепла за літній сезон за 1961–2015 рр. майже для всіх станцій України була ХТ кінця липня-серпня 2010 р. Лише в західних областях найбільш інтенсивними були хвилі тепла 2012 та 2015 років.

Список літератури

1. *Шевченко О.Г., Сніжко С.І.* Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2012. № 10. С. 57–63. ***2.*** *Шевченко О.Г.* Характеристика хвилі тепла літнього сезону 2010 р. на території України. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2012. Вип. 262. С. 59-70. ***3.*** *Dematte J.E.* O'Mara K., Buescher J., Whitney C.G., Forsythe S., McNamee T., Adiga R.B., Ndukwu I. M. Near-Fatal Heat Stroke during the 1995 Heat Wave in Chicago. *Annals of Internal Medicine*. 1998. № 129 (3). P. 173-181. ***4.*** *Larsen J.* Setting the record straight: More than 52 000 Europeans died from heat in summer 2003. Earth Policy Institute URL: http://www.earth-policy.org/Updates/2006/Update56.htm – назва з екрану. ***5.*** *Rahmstorf S., Coumou D.* Increase of extreme events in a warming world. PNAS. 2011. Vol. 108 (44) URL: www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1101766108

УДК 551.515.4+551.509.56(477-25)

Симонець Т.С., Затула В.І.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА СУЧАСНА ПРАКТИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ГРОЗ НА АЕРОДРОМІ КИЇВ/ЖУЛЯНИ

Гроза виникає у нестійко стратифікованих шарах тропосфери з великими вертикальними градієнтами температури та дуже вологим повітрям. За таких умов формуються інтенсивні висхідні рухи, які спричиняють утворення та розвиток потужних купчастих і купчасто-дощових хмар. Для останніх властиві велика електрична активність, сильні турбулентність та обмерзання, висока водність, град, шквалисте посилення вітру. Саме тому повітряне судно має уникати польотів в районах їх розвитку.

Основні риси грозової діяльності на території України добре відомі. Звернемо увагу на менш відомі її особливості, які мають важливе значення з погляду метеорологічного обслуговування авіації. До таких слід віднести зростання кількості гроз в найбільших містах, в яких розміщені, або до яких тяжіють найбільші аеропорти. В Україні також спостерігається слабка тенденція до посилення грозової діяльності зі зростанням людності міст. Зокрема, прямо залежать від людності найбільших міст країни (з населенням понад 300 тис. осіб) середнє число днів з грозою (коефіцієнт детермінації 0,074) та середня тривалість грози (коефіцієнт детермінації 0,055).

Найбільший інтерес становлять характеристики грозової діяльності в районі аеродромів. Останнім часом опубліковано такі дані для декількох АМСЦ (авіаційних метеорологічних станцій цивільних) України.

Нижче буде представлено оцінки грозової діяльності на аеродромі Київ/Жуляни (АМСЦ «Київ») за період 2009-2018 рр., що визначається необхідністю узагальнення сучасної практики спостереження та прогнозування грозової діяльності після введення в експлуатацію автоматизованого метеорологічного радіолокаційного комплексу «Метеор-МетеоЯчейка» в міжнародному аеропорті «Бориспіль». Крім того, нижче будуть обговорюватися тільки грози в районі аеродрому, тобто близькі грози. Зауважимо також, що початок і закінчення грози фіксувалися традиційним способом за допомогою наземних метеорологічних спостережень.

Як відомо, над континентами помірних широт різко переважають грози теплого періоду року. Протягом 10 років розглядуваного періоду на АМСЦ «Київ» за межами теплого періоду року спостерігалися тільки два випадки грози: у березні та листопаді (по 1 випадку). Левова частина (91,3 %) випадків грози припала на період з травня по серпень, коли підстильна поверхня прогрівається особливо сильно.

У добовому ході максимум грозової діяльності також відмічається після досягнення найбільшого прогрівання підстильної поверхні, тобто після 12-ї години за місцевим часом. Після 21-ї години грозова діяльність швидко стихає. У нічний час і ранкові години гроз майже не буває, що особливо добре проявляється в периферійні місяці періоду грозової активності. Так, протягом 2009-2018 рр. у березні, жовтні та листопаді внаслідок недостатнього прогрівання підстильної поверхні нічні і ранкові грози на АМСЦ «Київ» не відмічалися взагалі. І, навпаки, денні грози в районі аеродрому є типовим явищем. Загалом, протягом періоду дослідження відмічався 271 випадок денних гроз, що становить 71,5 % від загальної їх кількості.

Грози в районі аеродрому Київ/Жуляни тривають від менше 1 години (короткочасні грози) до 5 годин. Більш тривалі грози на аеродромі не відмічалися. У річному ході найчастіше спостерігалися грози тривалістю менше 1 години – 64,1 %, 1-2 години – 28,8 %, 2-3 години – 5,0 %, 3-4 години – 1,8%. Грози тривалістю 4-5 годин відмічаються рідко і на їх частку припадає тільки 0,3 % усіх випадків з грозою.

Найбільшу тривалість грози на аеродромі Київ/Жуляни зафіксовано в ніч з 26.07 на 27.07.2011 року. Тоді гроза розпочалася о 22:04 і закінчилася о 02:30 та тривала 4 години 26 хвилин. Найменш тривала гроза спостерігалася 5 серпня 2018 року – 11 хв. (13:14-13:25).

Аналіз синоптичних умов утворення гроз показав, що переважну більшість їх становили внутрішньомасові грози: 240 випадків (63,3 %). Крім того, 87 випадків гроз (23,0 %) було пов'язано з холодними фронтами, 35 випадків (9,2 %) – з теплими фронтами і ще 17 епізодів (4,5 %) становили грози на фронтах оклюзії.

Внутрішньомасові грози зумовлені конвекцією і виникають як у теплих повітряних масах, внаслідок прогрівання підстильної поверхні переважно у малоградієнтному полі підвищеного або зниженого тиску, так і в холодних масах, які перемішуються на теплу поверхню. Максимальне число таких гроз (по 40 випадків) зафіксовано в 2010 і 2012 роках.

Грози фронтального походження виникають при значному вертикальному розвитку купчасто-дощових хмар, зазвичай інтенсивнішому, ніж у випадку внутрішньомасових гроз. У цьому випадку уже не ізольовані купчасто-дощові хмари, а цілі їх пасма витягуються уздовж лінії фронту. Грозові суперкомірки зазвичай розвиваються на холодних фронтах і фронтах оклюзії за типом холодного фронту при сильній нестійкості і великих зсувах вітру при слабкому його обертанні. На передній лінії фронту за значного і тривалого розвитку поривів вітру можуть виникати і багатокоміркові лінійні грози.

Як уже зазначалося, серед гроз фронтального походження домінують явища, які розвинулися на холодному фронті. Максимальна кількість випадків останнього типу грози відмічалася у 2010 і 2011 роках (15 та 14 випадків відповідно). Найбільша кількість гроз, пов'язаних з теплим фронтом, спостерігалася у 2014 р. (10 випадків), а пов'язаних з фронтом оклюзії – у 2010 р. (4 випадки).

Найбільшу небезпеку для авіації становлять випадки особливо сильної і тривалої грози. В районі аеродрому Київ/Жуляни найбільш небезпечними є грози, що пов'язані з холодним фронтом. Зокрема, випадок особливо сильної грози у вечірні години 14.06.2018 р. спостерігався на тлі проходження холодного фронту з хвилями 1 роду, який повільно зміщувався на північний схід зі швидкістю 20 км/год. Великі контрасти температур у зоні фронту (8-13°С) в поєднанні з вологою повітряною масою і утворенням хвильового збурення на захід поблизу Києва створили умови для утворення як сильних зливових опадів з грозами, так і граду та шквалів.

Важливим компонентом метеорологічного забезпечення цивільної авіації є складання і доведення до споживача як загальних, так і спеціалізованих прогнозів погоди. Прогнозування грози у виробничих підрозділах Державного підприємства «Український авіаційний метеорологічний центр» здійснюється переважно за допомогою розрахункових методів Уайтінга, Ягудіна, Лебедєвої та Седлецького. Оцінка справджуваності цих методів за допомогою автоматичної системи «Метеоексперт» показала, що найкращі результати забезпечують методи Ягудіна (79,8-91 %) і Седлецького (80,7-91,5 %). Дещо нижчу справджуваність показав метод Лебедєвої (77,4-87 %) і незадовільну – метод Уайтінга (54,5-62,5 %).

Для визначення ступеня нестійкості атмосфери і, як наслідок можливості розвитку різного роду конвективних явищ, прогностичними центрами на основі даних аерологічних спостережень та певних чисельних прогностичних моделей розраховуються декілька видів індексів, що характеризують умови конвекції. Нами було оцінено можливості прогнозування грози з допомогою таких параметрів: індексу нестійкості *Ki* (число Уайтінга), а також індексів *VT* (Vertical Totals), *CT* (Cross Totals) та *TT* (Total Totals). Встановлено, що в 2018 р. справджуваність прогнозів грози за параметром *Ki* перевищила 92 % (із 26 випадків грози – 24 правильних прогнозів), за параметром *TT* – майже 58 % (15 правильних прогнозів). Справджуваність прогнозів грози за іншими двома індексами виявилася меншою 30 %.

Таким чином, представлені вище матеріали становлять великий інтерес для обслуговування другого в Україні міжнародного аеропорту, послугами якого у 2018 р. скористалося понад 2,8 млн. пасажирів.

УДК 551.582.3

Скриник О.А. [1], Сіденко В.П. [2], Бойчук Д.О. [2], Ошурок Д.О. [3], Скриник О.Я. [3], Осадчий В.І. [3]

[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ
[2] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
[3] Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ

ПРОСТОРОВА ІНТЕРПОЛЯЦІЯ КЛІМАТОЛОГІЧНИХ ДАНИХ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ГОМОГЕНІЗОВАНИХ ЧАСОВИХ РЯДІВ

Кліматологічну інформацію, яку отримують із строкових значень метеорологічних величин, виміряних на метеорологічних станціях, як правило інтерполюють у вузли регулярної сітки, що покриває всю область дослідження. Проінтерпольовані дані використовують для аналізу просторово-часової мінливості клімату, візуалізації кліматологічних полів (у вигляді карт, атласів), у якості вхідної та/чи верифікаційної інформації для кліматичних, гідрологічних, гідрохімічних, агрометеорологічних, біогеографічних та ін. чисельних моделей, та для створення сучасних кліматичних сервісів.

Просторову інтерполяцію кліматологічної інформації в Україні здійснювали, зазвичай, на основі використання детерміністичних інтерполяційних алгоритмів (таких як, наприклад, метод обернених зважених відстаней) і, зазвичай, без залучення фізико-географічної інформації (рельєф, відстань до берегової лінії) у якості додаткових предикторів. Проте, у останні роки було розроблено та впроваджено багато нових спеціалізованих (метеорологічних/кліматологічних) некомерційних програмних продуктів, які разом із використанням детерміністичних інтерполяційних алгоритмів, залучають також до розрахунків ГІС технології та геостатистичне/ймовірнісне моделювання кліматологічних полів. Одним із таких програмних продуктів є MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis), який було розроблено в Угорській метеорологічній службі. MISH часто використовують для створення національних чи регіональних кліматичних атласів чи баз сіткових даних.

Основною перевагою MISH поміж інших інтерполяційних алгоритмів є те, що в якості вхідної метеорологічної/кліматологічної інформації він використовує довгі гомогенізовані часові ряди кліматологічних даних. Крім того, для проведення інтерполяції окремих метеорологічних величин можуть бути залучені додаткові предиктори, які мають вплив на її просторовий розподіл (такі як компоненти AURELHY, що описують особливості локальної топографії).

У представленому дослідженні MISH було залучено для проведення інтерполяції та створення сіткових баз кліматологічних даних щодо середньої, мінімальної та максимальної за місяць приземної температур повітря. Основою для проведення інтерполяції були отримані в УкрГМІ бази гомогенізованих (приведених до однорідного стану: з заповненими пропусками та вилученими станційними сигналами і викидами) рядів відповідних кліматологічних показників. Бази даних містить гомогенізовані ряди 178 станцій України за період 1946-2015 рр. Інтерполяційна сітка покриває територію України з просторовим кроком 0.1°×0.1°. Для проведення інтерполяції було використано додаткову топографічну та фізико-географічну інформацію (компоненти AURELHY та відстань до берегової лінії), що має очевидний вплив на просторовий розподіл приземної температури повітря. Компоненти AURELHY було розраховано на основі даних цифрової моделі рельєфу GTOPO30. Їх просторова роздільна здатність 30" в обох горизонтальних напрямах, що у середніх широтах відповідає ~1 км. Ці ж дані було використано для розрахунку відстаней до берегової лінії Чорного та Азовського морів. Карти просторового розподілу температури було побудовано для кожного окремого місяця періоду 1946-2015 рр. і для осереднених за певну кількість років величин.

УДК 502.3:504.5

Сніжко С.І.[1], Шевченко О.Г.[1], Дідовець Ю.С.[2], Ганчук А.В.[3], Демчук-Маригіна Д.П.[1]
[1] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
[2] Потсдамський інститут дослідження зміни клімату[2], Потсдам, Німеччина
[3] Український гідрометеорологічний центр, Київ

ПРОЕКЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ НА XXI СТОЛІТТЯ НА ОСНОВІ RCP-СЦЕНАРІЇВ

Згідно останньої доповіді Міжурядової групи з питань зміни клімату (IPCC) в приземному шарі атмосфери Землі спостерігається постійне і стабільне підвищення температури, яке в середньому для планети оцінюється величиною 0,85 °С. Головною причиною потепління, яке спостерігається з середини XX століття є антропогенні викиди парникових газів, викликані економічним зростанням та збільшенням населення. Діяльність людини призвела до формування безпрецедентних за останні 800000 років рівнів атмосферних концентрацій діоксиду вуглецю, метану і закису азоту. У період з 1750 по 2011 рр., сукупні антропогенні викиди CO_2 в атмосферу склали 2 040 ± 310 ГтCO_2. Для розробки адаптаційних заходів до кліматичних змін у різних сферах господарської діяльності на найближчі десятиліття потрібні науково обґрунтовані оцінки параметрів майбутнього клімату. З цією метою і здійснюється моделювання клімату, суттю якого є побудова проекцій майбутнього клімату на основі застосування сучасних глобальних та регіональних кліматичних моделей та сценаріїв.

Метою даної роботи є оцінка майбутніх кліматичних змін на території України шляхом побудови проекцій клімату на XXI століття на основі сучасних RCP-сценаріїв та даних глобальних і регіональних чисельних кліматичних моделей та їх інтерпретація.

В якості вихідних даних для розрахунків нами було використано результати європейського проекту **“**IMPRESSIONS” на період до 2100 р., які уточнювалися для материкової частини території України (близько 400 вузлів регулярної сітки 50×50 км) фахівцями Датського метеорологічного інституту та Потсдамського інституту дослідження змін клімату.

Вперше для України в розрахунках використано нові репрезентативні сценарії викидів парникових газів в атмосферу (Representative Concentration Pathways (RCPs): RCP4.5, RCP6 та RCP8.5, які були запропоновані в П’ятій оціночній доповіді Міжурядової групи з питань зміни клімату. Кожен з цих сценаріїв враховує широкий спектр наукових та соціально-економічних даних, таких як зростання ВВП, населення, землекористування, змін в енергетичному секторі, зростання емісії парникових газів.

Для побудови проекцій температури повітря в Україні в двадцять першому столітті використано три рівні прогнозу: high end (жорсткий варіант) з використанням траєкторії RCP8.5, intermediate (середній) з використанням двох траєкторій RCP8.5 та RCP4.5 та low end (м’який варіант) з використанням траєкторії RCP4.5. Розрахунки за траєкторією RCP8.5 виконувались з використанням комбінації моделей GFDL-ESM2M/RCA4, а за траєкторією RCP4.5 з використанням комбінації моделей HadGEM2-ES/RCA4. Це означає, що для розрахунків було обрано ансамблевий підхід, як такий, що, на сьогоднішній день, дає найбільш достовірну вихідну інформацію, оскільки систематичні помилки, властиві кожній окремій моделі, часто виявляються випадковими по відношенню до ансамблю моделей і при усередненні взаємно компенсуються.

Найбільш амбіційний сценарій RCP2.6 щодо мінімального зростання радіаційного форсингу 2,6 Вт/м2 до кінця століття з найбільш раннім піком емісії парникових газів близько 2020р. нами не використовувався, оскільки вже у 2016 р. стало зрозумілим, що передбачені цим сценарієм заходи з пом’якшення глобального потепління не виконуються.

Аналіз можливих змін клімату проводився для трьох базових часових інтервалів: 2010 – 2040 рр., 2041-2070 рр., 2071-2100 рр.

Значення проекцій температури (середня річна, мінімальна та максимальна температура), які були отримані за вище наведеною методикою для кожного вузла регулярної сітки розміром 50*50 км на території України дали змогу виконати детальний

посторово-часовий аналіз розподілу цих кліматичних характеристик по території країни у три послідовні 30-річні часові періоди протягом 2010 -2100 рр.

Для зручності інтерпретації та наступного використання отриманих результатів застосовано регіональний підхід до структуризації та аналізу інформації. Регіональний аналіз проводився на основі офіційного регіонального поділу УкрГМЦ для північного, західного, центрального, південного та східного регіонів. Проекції температури та опадів (середні значення за ансамблем сценаріїв та моделей) представлені на рис .1.

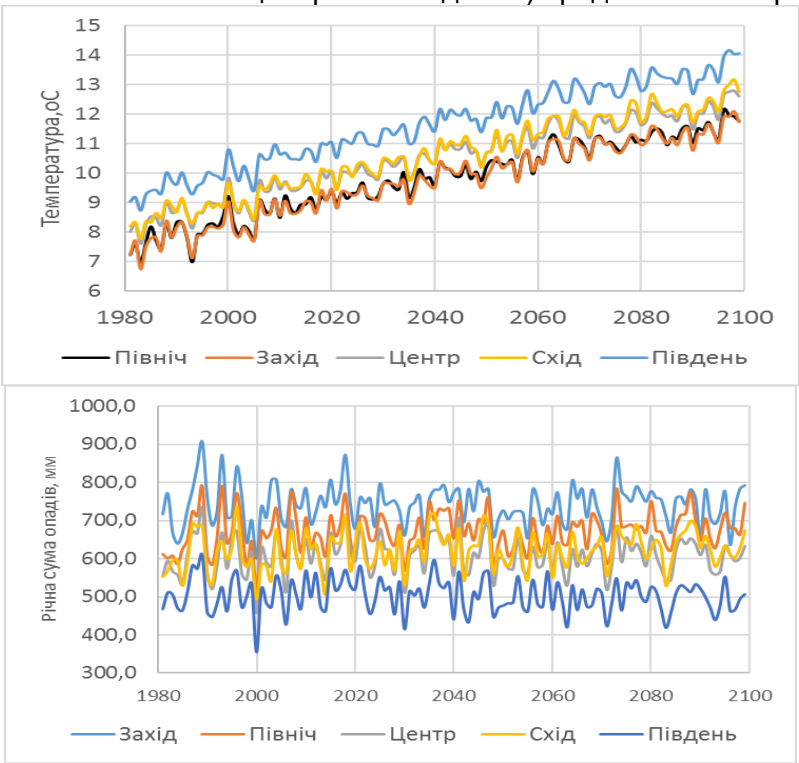


Рис.1. **Проекції температури та опадів для різних регіонів України на XXI століття**

Коротко про основні тенденції зміни температури повітря в Україні. *До 2040 року* по всіх Україні очікується підвищення температури від близько 1°С на півночі та заході до 2°С в південній частині країни. Осередки тепла встановляться на крайньому півдні – на Одещині та Приазов'ї до 13°С, підвищення температури буде спостерігатися в південній частині Хмельницької та Вінницької областей, ізотермою 10°С буде охоплено центральний регіон України та Київщину. Лише на крайній півночі та в Карпатському регіоні залишаться значення температури менше 9°С.

До 2070 року відмічається подальше підвищення температури ще на 1-1,5°С. На крайній півночі зникає 9°С ізотерма, заміщуючись 10°С ізотермою. Відбувається інтенсивне підвищення температури в Карпатах та на Прикарпатті, і слабке її зниження на Закарпатті. В центральній Україні та на Київщині відзначається поширення ізотерми 11°С. А на крайньому півдні температури зроснуть до 14°С.

З 2070 року очікується зниження темпів кліматичних змін, як результат світової кліматичної політики, і очікується дещо уповільнений темп росту температури, проте зростання її не припинеться.

До 2100 року очікується підвищення температури ще на 1-3°С. Таким чином, річні температури нижче 11°С залишаться тільки в Карпатському регіоні та на крайній півночі, в той час як на півдні України температура зросте до 14-15°С, із максимумом більше 16°С на крайньому півдні Одещини. На решті території країни середньорічна температура очікується в межах 11-14°С.

Таким чином, температура повітря в Україні зростатиме за усіма сценаріями, очікується підвищення температури на 3-8°С.

Отримані проекції річних сум опадів не передбачають суттєвих змін у багаторічній динаміці кількості опадів, хоча можливий їх сезонний перерозподіл.

УДК 551.583+551.578.4

Татарчук О. Г., Корж Т.В.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ КРУПНОГО ГРАДУ В УКРАЇНІ НА РУБЕЖІ XX –XXI СТОЛІТЬ

Місцеположення України та синоптичні процеси, що відбуваються в останні роки, поряд з сучасними кліматичними змінами сприяють збільшенню частоти інтенсивних опадів і стихійних метеорологічних явищ, які їх супроводжують (шквали, грози, град) та спричиняють виникнення нових непередбачених кліматичних загроз.

Крупний град діаметром 20 мм і більше, а також інтенсивний град менших розмірів, який завдає значних збитків багатьом галузям економіки держави, особливо сільськогосподарському виробництву **–** відноситься до стихійних метеорологічних явищ.

На території України у більшості випадків (53%) градобиття пов'язане з проходженням фронтів. Особливо крупний град відмічається у денні години переважно на холодних фронтах з хвильовими збуреннями під час виходу південних, південно-західних та західних циклонів. Дощі з градом, спричинені цими процесами дуже інтенсивні і поширюються на значні площі. Дещо менше (47%) випадків з градом приходиться на внутрішньо масові процеси. До градоутворення призводять також циклони, які стаціонують над Україною. У літні місяці формування граду зазвичай відбувається під впливом фронтальних процесів і найчастіше (75% випадків) утворення крупного граду пов'язане з холодними фронтами. У квітні та вересні у більшості випадків формування граду обумовлено внутрішньомасовими процесами.

Для України у більшості випадків характерний дрібний інтенсивний град. Крупний град (діаметром 20 мм і більше) спостерігається значно рідше і випадає нерівномірно. Він не завжди фіксується мережею метеорологічних станцій і постів у зв'язку зі значною мінливістю і локальністю розподілу у просторі. Найчастіше град випадає на невеликих площах, але бувають випадки, коли град охоплює значні території, випадаючи на площах дуже різної форми, розміри яких змінюються від сотні метрів до кількох сотень кілометрів.

На території України за 1991-2018 рр. зафіксовано 149 випадків крупного граду, у середньому за рік 5-6 випадків. Град спостерігався кожного року, але його кількість з року в рік суттєво змінювалася і варіювала у межах від 1 до 11 випадків. З 2015 по 2018 рр. їх кількість значно зменшилася у зв'язку з відсутністю метеорологічних даних з АР Крим, Луганської та Донецької областей. Тому про достовірність тенденції, щодо зміни кількості випадків крупного граду можна судити лише з даних по 2014 р.

Крупний град спостерігався у 215 пунктах. В середньому у 8 пунктах за рік. Проте в окремі роки їх кількість змінювалася від одного у 1995, 2002, 2011, 2015 рр. до двадцяти у 1996 р.

В окремі часові періоди (п'ятиріччя) кількість випадків крупного граду дещо змінюється. Найбільше випадків (37) відмічалося у 1996-2000 рр., найменше (22) – у 1991-1995, та 2001-2005 рр. У 2006-2010 рр. кількість випадків крупного граду зросла до 33, у 2011-2015 рр. - становила 23 випадки, а у 2016-2018 рр. – 12.

На розподіл крупного граду по території впливають різноманітні і складні фізико-географічні умови, в яких знаходиться Україна. Українські Карпати, Кримські гори і височини (Волинська, Донецька, Подільська та Придніпровська) сприяють розвитку висхідних потоків, посиленню турбулентності у приземному шарі повітряі збільшенню конвективної хмарності, а також посиленню градових процесів. Найбільша кількість випадків крупного граду за 1991-2018 рр. спостерігалася в АР Крим (21), Одеській (14), Миколаївській (12) областях. У Дніпропетровській, Київській, Харківській та Черкаській областях їх кількість трохи менша (10, 9, та по 8 випадків відповідно). По 1-3 випадки крупного граду відмічалося у Волинській, Полтавській, Донецькій, Луганській та Кіровоградській областях. У 1991-2000 рр. крупний град не спостерігався у шести областях, У 2001-2010 рр. - у дев'яти. В останні 2011-2018 рр. – у семи областях. За весь розглянутий період спостережень крупний град не спостерігався зовсім у двох областях (Рівненській та Чернівецькій).

У середньому щорічно градобиття зазнають п'ять областей. У 1989 і 2003 роках ним було охоплено найбільшу кількість областей (8). У 1996, 1997, 2009 роках градова ситуація спостерігалася на території семи областей, розташованих у різних регіонах.

У 1991-2018рр.в Україні крупний град спостерігався з квітня по листопад. Починаючи з квітня число днів з градом поступово збільшується і досягає максимальних значень у червні (41% випадків), на липень припадає близько 30% всіх випадків, а на травень 19%.

У травні - липні градобій охоплює великі території, а починаючи з серпня число днів з градом суттєво зменшується. Навесні (квітень) та наприкінці літа (серпень) у наслідок незначних вертикальних градієнтів температури повітря умови для його випадання виникають рідко. Але 20 квітня 1991р. та 30 листопада 2010 р. зафіксовано по одному випадку крупного граду на території АР Крим. Два випадки крупного граду зафіксовано у жовтні: 4 жовтня 1994 р. у Київській області, та 10 жовтня 2010 р. в АР Крим (ст. Карадаг).

Розподіл числа днів з крупним градом по місяцях дещо змінився в останні роки. За період 2001-2018 рр. у травні кількість днів з градом суттєво зросла у порівнянні з 1991-2000 рр. Таке різке зростання відбулося в останні вісім років 2011-2018 роки. Якщо у 1991-2000рр. кількість випадків з градом дорівнювала 7 , у 2001-2010 рр.- 8 то у 2011-2015 рр. зросла до 13 (2 випадки у 2012р, 2- у 2013р, 8- у 2014р. і 1 - у 2015 р.). Травень 2014 р. видався надмірно вологим і теплим. У цей період переважала циклонічна циркуляція повітряних мас у низькій та середній тропосфері. Крупний град спостерігався протягом всього місяця і мав локальний характер на території Чернігівської, Житомирської, Київської, Черкаської, Херсонської та АР Крим. Слід відзначити, що інтенсивний град мав місце у березні 2019 р. на території центральних та північно-східних областей. А також відмітити, що з 2001 по 2018 рр. крупний град випадав у Сумській, Закарпатській (по 5 випадків), та Полтавській (1 випадок) областях, чого не спостерігалося у1991-2000 рр. І навпаки, крупний град не спостерігався зовсім з 2001 р. у Волинській, Хмельницькій, Кіровоградській та Донецькій областях.

У добовому ході в Україні крупний град відмічається в основному у денні, переважно (40%) у післяобідні години з 15 до 18 год, коли відбувається найбільший розвиток термічної конвекції, яка відіграє значну роль у механізмі його утворення. У південних районах у 30% випадків град відмічається з 12 до 15 год, тобто максимум повторюваності граду збігається з максимумом розвитку конвекції. В Українських Карпатах і Кримських горах максимум ймовірності випадіння граду приходиться на 12-14 год. У нічні та ранкові години град спостерігається значно рідше (до 3 %). .

Аналіз повторюваністі крупного граду різного діаметру за 1991-2018 рр. показав, що у більшості випадків (80 %) характерне випадання крупного граду діаметром до 40 мм. Найбільша повторюваність (49%) граду діаметром 21-30 мм. Град діаметром 20мм і менше складає 17%, діаметром 31-40мм – 15%, діаметром 41-50 мм – 4%, 51-60 мм – 3,3%, діаметром 61-70 та 71-80мм – 0,7%, 81-90 мм–1,3 %. Максимальний розмір градин на значній території України сягає 60 мм у діаметрі, а були випадки, коли в окремих місцях (Київській, Черкаській, Вінницькій, Дніпропетровській та Одеській облатях) він досягав розміру від волоського горіха до курячого яйця (100 мм. та більше). За період 1991-2018 рр. повторюваність граду розміром з голубине яйце складає 5% (це в основному Одеська та Дніпропетровська області). Розміром з волоський горіх та куряче яйце – складає 4 %.

Таким чином, у період 1991-2018 рр. крупний град в Україні спостерігався кожного року в усіх областях крім Рівненської та Чернівецької. Але чіткої тенденції до суттєвої зміни у динаміці випадання крупного граду не відбулося. Відмічено значне збільшення числа днів з крупним градом у травні в останні роки (2011-2018 рр.).

УДК 551.584.5/. 6; 551.588.7 551.583

Тимофеев В.Е., Осадчий В.И., Ковальчук Л.А.
Украинский гидрометеорологический институт ГСЧС Украины и НАН Украины, Киев

РАЗДЕЛЕНИЕ ВЕКОВОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ЕЖЕСУТОЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА В г. КИЕВЕ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ: РЕАЛИЗАЦИЮ ТЕМПЕРАТУР КЛИМАТИЧЕСКОЙ НОРМЫ; РЕАЛИЗАЦИЮ ТЕМПЕРАТУР, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЕСТЕСТВЕННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА; РЕАЛИЗАЦИЮ ТЕМПЕРАТУР, ОБУСЛОВЛЕННЫХ АНОМАЛИЯМИ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

Наблюдаемые изменения климата связывают, вообще говоря, с интенсификацией парникового эффекта. В то же время исторически установлено, что изменения климата разных временных и пространственных масштабов, были обусловлены не только парниковым эффектом. Отсюда и возникает вопрос, а именно: каков вклад в изменения климата естественных процессов, не связанных с аномалиями парникового эффекта. Очевидно, что решение подобной задачи не может быть получено, игнорируя теорию и практику случайных процессов [1–5]. Хотя и в этом случае возникают методологические проблемы. Господствующим направлением анализа случайных процессов, является поиск зависимостей, обусловленных временным сдвигом, что нашло широкое применение в статистической радиотехнике [6]. Напротив, в нашем случае, прежде всего, необходимо изучить ортогональную структуру наблюдаемого процесса и уже тогда исследовать структурообразующие процессы.

Наша цель – осуществить проверку гипотезы о вероятностном соотношении реализации температур, обусловленных естественными изменениями климата, и реализации температур, обусловленных аномальными факторами, т.е. вулканизмом, человеческой активностью и т.п., объединённых понятием “аномалии парникового эффекта”.

Для верификации гипотезы использованы результаты стандартных ежедневных наблюдений за температурой воздуха в г. Киеве, выполненных Гидрометеорологической службой за период с 1900 г. по 2010 г. Известно, что вековой ряд наблюдений за температурой воздуха содержит детерминированную составляющую, т.е. годовой ход, который должен быть исключён при статистическом анализе. Для этого, сначала были вычислены за вековой период значения медиан каждого из 365-ти дней года, затем были рассчитаны отклонения каждого из наблюденных значений температуры от соответствующего значения вековой медианы анализируемого дня года, и только тогда полученные значения отклонений были подвергнуты статистическому анализу. Уточним, что проводимое исследование обеспечено, в рамках теории случайных процессов, всего лишь единственной вековой реализацией ежедневных отклонений температур воздуха, а восстановление процесса по единственной реализации, например, процесса Гаусса климатической нормы, представляет собой значительную вероятностно-статистическую проблему [4,7]. Следуя рекомендациям [4], восстановление процессов осуществлялось методом сечений по пятилетиям наблюдённых температур: 1900-1905 гг., 1906-1910 гг. и т.д.

Наша исходная посылка заключается в том, что каждое значение отклонений фактической температуры воздуха от медианы является суммой трёх составляющих: отклонений температур климатической нормы; отклонений температур, обусловленных естественными изменениями климата; отклонений температур, обусловленной аномалиями парникового эффекта. В этой связи были сформулированы следующие климатические гипотезы. Закон статистического распределения отклонений наблюдённых значений температур является свёрткой закона статистического распределения отклонений естественно обусловленных температур и закона статистического распределения отклонений температур, обусловленных аномалиями парникового эффекта. В свою очередь, закон статистического распределения отклонений естественно обусловленных температур, также является свёрткой закона статистического распределения отклонений температур, свойственных климатической норме, и закона

статистического распределения отклонений температур, обусловленных изменениями климата, не связанными с аномалиями парникового эффекта. Формально, климатические гипотезы представлены в виде статистических гипотез двумя уравнениями свёртки [8]:

$$p_Y(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_{X2}(y - x1)\, p_{X1}(x1)dx, \quad (1)$$

$$p_{X1}(x1) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_{X3}(x1 - x4)\, p_{X4}(x4)dx, \quad (2)$$

где $p_Y(y)$ – плотность вероятности отклонений фактически наблюдённых температур; $p_{X1}(x1)$ – плотность вероятности отклонений естественно обусловленных температур (климатическая норма + естественные изменения); $p_{X2}(y\text{-}x1)$ – плотность вероятности отклонений температур, обусловленных аномалиями парникового эффекта; $p_{X3}(x1\text{-}x4)$ – плотность вероятности отклонений температур, обусловленных естественными изменениями; $p_{X4}(x4)$ – плотность вероятности отклонений температур климатической нормы. Параметры плотности вероятности $p_Y(y)$ оценивались по временному ряду отклонений фактически наблюдённых температур; параметры $p_{X4}(x4)$ оценивалась по той части временного ряда отклонений, статистическое распределение которых подчинено закону Гаусса, что устанавливалось по модифицированной нами известной методике [Львовский, 1988]; а параметры $p_{X1}(x1)$, $p_{X2}(y\text{-}x1)$, $p_{X3}(x1\text{-}x4)$ оценивались по правилу свёртки. Сами же плотности вероятностей, другими словами, законы статистических распределений ***Y*; *X₁*; *X₂*; *X₃*; *X₄*;** были идентифицированы посредством модели Generalized normal distribution: version 1. Соответственно установленных законов были оценены вероятности мгновенных отклонений температур ***P(Y)***, ***P(X₁)***, ***P(X₂)***, ***P(X₃)***, ***P(X₄)***, а согласно четвёртой (**IV**) аксиомы А.Н. Колмогорова были вычислены значения ***X₁*; *X₂*; *X₃*; *X₄*.** Таким образом, **процесс ежесуточных температур воздуха** в г. Киеве был представлен в виде трёх составляющих: 1) **процесса температур климатической нормы;** 2) **процесса температур, обусловленных естественными изменениями климата;** 3) **процесса температур, обусловленных аномалиями парникового эффекта.** Установлено, что амплитуда процесса температур, обусловленных естественными изменениями климата, составляла 4-17% от векового разброса температур, тогда как амплитуда процесса температур, обусловленных аномалиями парникового эффекта, сохранялась в пределах – 4-7%. Сочетания процессов и уровень смещения их от вековой нормы обусловливали не регулярные долгосрочные циклы в колебаниях температуры за вековой период.

Список літератури

1. *Колмогоров А.Н.* Основные понятия теории вероятностей. М.: Наука. 1974. 120 с. ***2.*** *Пригожин И.* Философия нестабильности. *Вопросы философии*. 1991. № 6. С. 46–52. ***3.*** *Николис Г., Пригожин И.* Познание сложного. Введение: Пер. с англ. М.: Мир. 1990. 344 с. **4.** *Казакевич Д.И.* Основы теории случайных функций и её применение в гидрометеорологии. Л.: Гидрометеоиздат.1977. 319 с. ***5.*** *Яглом А.М.* Корреляционная теория стационарных случайных функций (с применениями из метеорологии). Л.: Гидрометеоиздат. 1981. 280 с. ***6.*** *Бендат Дж., Пирсол А.* Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. М.: Мир.1989. 540 с. **7.** Теоретические основы статистической радиотехники (книга первая). М.: Советское радио. 1966. 728 с. ***8.*** *Яноши Л.* Теория и практика обработки результатов измерений (перевод с английского). М.: Мир. 1968. 462 с.

УДК 911.52+551.584.2

Холявчук Д. І.
Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, Чернівці

МІНЛИВІСТЬ РЕГІОНАЛЬНОЇ АТМОСФЕРНОЇ ЦИРКУЛЯЦІЇ У РОЗПОДІЛІ ОПАДІВ НАД ПЕРЕДГІР'ЯМ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Регіональні багаторічні зміни кількості опадів – неоднозначний сигнал глобального кліматичного потепління упродовж останніх десятиріч. В останній доповіді Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (IPCC) зазначається, що упродовж наступних десятиріч слід очікувати підвищення інтенсивності та повторюваності опадів в Європі,

зокрема у теплий період року над гірськими системами [2]. Проте, у цих регіонах просторово-часовий розподіл кількості сезонних та місячних опадів складніше пояснити, зважаючи на орокліматогенні властивості складно розчленованих поверхонь, а відповідно і трансформацію баричних систем регіональної атмосферної циркуляції [1]. Українське Передкарпаття – еталонний регіон, де кількість опадів залежить від трансформації баричних систем на гірською спорудою, зокрема інтенсифікації опадів внаслідок орографічної конвекції, тому обраний для виявлення мінливості регіональної атмосферної циркуляції у розподілі опадів.

З метою з'ясування впливу регіональної атмосферної циркуляції на хід опадів упродовж 1984-2013 рр. над українським Передкарпаттям використана методика ідентифікації циркуляційних типів за Niedwiedz (2013) [4]. Хоча існує низка класифікаційних схем циркуляційних типів, проте, класифікація за авторством Niedwiedz, зважаючи на подібність регіональних атмосферних циркуляційних процесів над польським та українським Передкарпаттям, та підготовлений календар типів для періоду 1873-2013 рр. обрані для дослідження. Окрім того, визначено, що повторюваність цих циркуляційних типів добре корелюється з мінливістю опадів у Східній Європі [3]. Суб'єктивна класифікація за Niedźwiedź (1981) презентована 21 циркуляційним типом, які визначалися на щоденних синоптичних картах 00:00 та 12:00 UTC відповідно до положення території відносно напрямків адвекцій і типів баричних систем. Мінливість опадів по місяцях та сезонах проаналізована упродовж 1984-2013 рр. за даними стаціонарних спостережень метеостанцій Стрий, Долина, Івано-Франківськ, Коломия, Чернівці.

Баричні циклонічні системи західного сектору є переважаючими над українським Передкарпаттям. Із ними пов'язана основна частина річних сум опадів. Водночас отримані річні тренди за методикою Манна-Кендала упродовж 1984-2013 рр. вказують на зростання ($p<0,05$) повторюваності лише циркуляційних типів улоговин низького тиску різних напрямків з фронтальними системами та антициклональних гребенів. Такі зміни відображені багаторічному ході опадів. Зокрема, лише у часовому ході сум опадів найзахіднішої передкарпатської метеостанції Стрий виявлено зростання ($p>0,05$) річних сум опадів. Місто розташоване на північній схід від Зовнішніх Карпат – Бескидських гір, де відбувається первинне загострення фронтальних систем з Атлантики на заході України.

Зважаючи на відсутність статистично значущих змін річних сум опадів і виражену сезонність ходу опадів у регіоні, необхідним є аналіз багаторічного ходу сум опадів і типів циркуляції в розрізі місяців та сезонів. Більшість опадів (близько 80%) в українському Передкарпатті фіксують з квітня по вересень – місяці теплого періоду року, сприятливого для орографічної конвекції. Проте, у жодний з місяців теплого періоду року не виявлено суттєвих змін у ході опадів. У більшості місяців помітне незначне зростання кількості опадів, окрім травня. Такі особливості відповідають відсутності однозначних трендів у часовому розподілі типів циркуляції у теплий період року. Зокрема незмінно переважаючими залишаються два циркуляційні типи: улоговин низького тиску різних напрямків з фронтальними системами та антициклональних гребенів. Однак у кожному десятиріччі виявлено по 2 випадки із більшою, порівняно з попередніми та наступними роками, сумою циркуляційних циклонічних типів східного сектору, генерованих посиленням меридіональної адвекції вологи. Такі роки, як наприклад 2008 та 2010, відповідають рокам з найбільшою річною сумою опадів у десятиріччі. Ці випадки співпадають із переважанням східних циклонічних типів за інших циркуляційними класифікаціями (GWT, LUND), що добре корелюють із найбільшими та екстремальними кількостями опадів у Східній та Південно-Східній Європі [3].

Натомість у холодний період, а особливо в січні та лютому, виражені тенденції зростання кількості опадів, найістотніші ($p<0,05$) у Стрию та Івано-Франківську. Вони відповідають зростанню циклонічних типів циркуляції західного сектору. У найсхідніше розташованій, де відповідно найвираженіша континентальність, передкарпатській метеостанції м. Чернівці найбільше зростання кількості опадів ($p=0,1$) виявлено у березні. У цьому місяці у південно-східному передгір'ї Українських Карпат упродовж останніх десятиріч активнішими стали південно-західні циклони з Середземномор'я.

Загалом розпочате дослідження свідчить про відсутність виражених монотонних

трендів певних типів регіональної атмосферної циркуляції, що визначають зростання/зниження річних сум опадів в українському Передкарпатті упродовж 1984-2013 рр. Такі тенденції співпадають із тривалішими столітніми змінами регіональної атмосферної циркуляції. Водночас, субмеридіональне простягання карпатської гірської дуги в Україні визначає два шляхи просторової зміни розподілу опадів – бар'єрний ефект та орографічна конвекція. Відповідно у теплий та холодний період року виявлені відмінності на заході та сході регіону місячних сум опадів та переважання циклонічних систем східного чи західного сектору. Лише у січні визначено статистично значуще зростання кількості опадів на заході українського Передкарпаття. У теплий період року односпрямовані зміни найменш виразні, але у кожному десятиріччі виявлені два роки з помітно вищою річною сумою опадів, пов'язану із зростанням у ці місяці циклонічних типів східного сектору. Означені риси мінливості спонукають до подальшого тривалішого часового аналізу та виявлення набору визначальних чинників у розрізі сезонів та місяців.

Список літератури

1. *Cahynová M., Huth R.* (2016). Atmospheric circulation influence on climatic trends in Europe: an analysis of circulation type classifications from the COST733 catalogue. *International Journal of Climatology, 36*: 2743-2760. doi: 10.1002/joc.4003. ***2.*** *Kovats R. S. et al.* (2014). Europe. In: Barros V. R et al. (eds). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326. ***3.*** *Łupikasza E.* (2010). Relationships between occurrence of high precipitation and atmospheric circulation in Poland using different classifications of circulation types. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 35(9-12): 448-455. doi:10.1016/j.pce.2009.11.012. ***4.*** *Niedźwiedź T.* (2013). Calendar of circulation types for territory of Southern Poland. Uniwersytet Śląski, Katedra Klimatologii, Sosnowiec. URL: http://klimat.wnoz.us.edu.pl/#!/podstrony/kalendarztn.

УДК 551

Чумаченко В.В., Недострелова Л.В.
Одеський державний екологічний університет, Одеса

ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ГРОЗОУТВОРЕНЬ НАД ОДЕСОЮ

Атмосферні процеси породжують різні метеорологічні явища. Особливу увагу привертає грозова діяльність, яка представляє собою складний комплекс атмосферних явищ. За умов досягнення певних значень вона може оцінюватися як небезпечне або стихійне явище. Для території країни часто сильні вітри, шквали, грози, град, ожеледь, тумани, хуртовини досягають критичних значень і розглядаються як небезпечні. Вони впливають на діяльність не лише господарства, але й на показник валового національного продукту, визначаючи динаміку розвитку країни. Грози є небезпечним атмосферним явищем, а зміна їх активності впливає на динаміку екосистем і розвиток багатьох секторів економіки країни. Тому вивчення особливостей сучасної динаміки інтенсивності та частоти гроз на території України є актуальною проблемою фізики атмосфери та кліматології. Грози є важливою складовою глобального електричного поля, що об'єднує атмосферу і Землю. Дослідження грозовій діяльності допоможе скласти повну картину цілого ряду процесів, що відбуваються в атмосфері. Забезпечення ефективної грозозахисту, зокрема шляхом активних дій на хмари і опадів, можливо тільки при знанні фізичних механізмів, відповідальних за формування гроз. Гроза – це складне атмосферне явище, що характеризується інтенсивним хмароутворенням і багаторазовими електричними розрядами у вигляді блискавок. Грози виникають у купчасто-дощових хмарах, які у цьому випадку, називаються грозовими. Грозова хмара безперервно виробляє електрику, якої досить для того, щоб забезпечити всі потреби міста, що має населення в 10 млн. чоловік, протягом усього часу, поки триває гроза. У грозових хмарах найбільшу погрозу для авіації представляють такі небезпечні явища, як сильна турбулентність, потужні вертикальні струми повітря, інтенсивне обледеніння, електричні розряди, гради й зливові опади. Слід зазначити, що всі ці небезпечні явища можуть спостерігатися одночасно. Під хмарами

небезпеку представляють шквалисті вітри, що досягають іноді ураганної сили, смерчі, зливові опади (дощ, гради, сніжні заряди), між хмарами сильні низхідні й висхідні повітряні потоки, зсуви вітру. У зовнішніх границь купчасто-дощових хмар найчастіше спостерігаються низхідні рухи повітря в комбінації з турбулентністю. При підході до хмар бовтанка літака може з'являтися на видаленні, приблизно рівному діаметру хмари. Сильні висхідні потоки, характерні для купчасто-дощових хмар, здатні втримувати у зваженому стані великі краплі води, які в зоні від'ємних температур перебувають у переохолодженому стані, тому в грозових хмарах на всіх висотах вище нульової ізотерми спостерігається дуже сильне обледеніння повітряних суден. Більшу небезпеку для польотів у грозових хмарах і під ними представляє град. Випадіння граду відбувається не при кожній грозі. Над Європою в рівнинній місцевості випадання градів відбувається один раз у середньому на 10-15 випадків. У гірських районах грози із градами бувають частіше.

Найтривалішими є грози, що утворюються у другій половині дня. Їх тривалість становить 45 % сумарної за добу, відповідно вечірніх, нічних та ранкових 10 %. Це характерно для всієї території, крім узбережжя, тобто найактивніша грозова діяльність після полудня та ввечері. Для узбережжя найтривалішими є грози, які спостерігаються у другій половині дня (50 % від добової суми), і майже однакову тривалість мають грози, що утворюються увечері, вночі та вранці внаслідок бризової циркуляції. За останні десятиріччя середнє річне число днів з грозою майже не змінилось (2 дні), проте максимальне число днів на багатьох метеорологічних станціях за цей період збільшилось у середньому на 4 дні.

Метою наукової роботи є аналіз часових змін грозової діяльності над Одесою за даними метеорологічних спостережень за період 2009–2018 рр. В якості вихідних даних використано дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами АМСЦ Одеса. Опрацювання вихідного матеріалу здійснювалося методами статистичної обробки даних. За 2009 рік всього спостерігалося 51 гроза, на липень з яких припадає 25 випадків – максимум в цьому році, і мінімум припав на жовтень – 1 випадок. Гроз не було у квітні та листопаді. 35 випадків грози зазначено у 2010 році. Максимум спостерігався в травні місяці – 12, по 1 випадку (мінімальна кількість) – в квітні та вересні. Винятком є те, що в жовтні грози відсутні, а в листопаді було 3 випадка грози. У 2011 році було зафіксовано 26 гроз, максимум з яких припав на червень місяць – 9 гроз, 2 грози було зафіксовано у вересні, що стало мінімальним значенням в даному році. Не було грози у жовтні і листопаді місяцях. 2012 рік виявився другим по кількості за 10 років – 38 випадків. Максимум в 10 гроз спостерігався в травні місяці, а мінімальна кількість – 2 грози – у вересні. Не зафіксовано грозової діяльності у жовтні і листопаді. У 2013 році всього спостерігалося 36 гроз, з яких максимум припадає на липень – 25 випадків; мінімум – 1 гроза – спостерігається в квітні. Не було виявлено грозової діяльності у вересні, жовтні, листопаді 2013 року. За 2014 рік спостерігалось 35 гроз: в травні і липні – 12 та 10 випадків відповідно, мінімум – 3 грози – у вересні. В квітні, жовтні та листопаді 2014 року грозова активність відсутня. 2015 рік характеризувався меншою кількістю випадків, ніж попередні роки – 17, з яких максимум – в травні та червні по 7 випадків, 1 гроза в квітні, травні та жовтні. У 2016 році кількість гроз за досліджений період - 24, максимум – 8 гроз – в травні, мінімум - 1 гроза - в липні і вересні. В цьому році спостерігалося грози в жовтні і листопаді по 2 грози. За 2017 рік випадків – 37 – найбільша кількість за 5 років, максимум гроз в липні – 16 випадків, мінімальна кількість спостерігалась у вересні – 1 гроза. В квітні, жовтні та листопаді 2017 року грозової діяльності не виявлено. У 2018 році кількість гроз за досліджений період - 33 грози, максимум – 13 – в липні, мінімум - 2 грози – в травні і серпні. В жовтні і листопаді грози були відсутні. За кількістю випадків гроз за сезонами. Найбільша кількість випадків гроз за період 2009-2018 рр. спостерігалась влітку – 229, з яких 37 – максимальне значення зафіксовано в 2009 році. Мінімальне число випадків восени – 33 разів, в 2013 році взагалі не було гроз восени. Весною спостерігалося 70 випадків гроз за 10 років, максимум серед яких 2010 рік – 13 гроз. Сезон, в якому не спостерігалося жодної грози - це зима. Наступним кроком було визначення добового ходу грозової діяльності. Добовому ходу притаманна більша кількість денних гроз – 219 випадки, нічних – 113. З опадами – 230, сухих – 102 грози. Максимум денних гроз з опадами припав на 2013 рік – 23 випадки, а мінімальна кількість – 8 – на 2010

р. Денних гроз сухих було 76, з яких найбільше зафіксовано в 2009 р. 17 гроз, найменше з них – 2 – в 2015 та 2012 рр. Нічних з опадами менше ніж сухих, максимум з опадами спостерігається в 2017 році – 20 випадків, мінімум – 2 грози в 2011 та 2018 роках. Нічні сухі в 2009 році мають найбільшу повторюваність за 10 років – 9 випадків, взагалі були відсутні в 2013, 2015 та 2017 рр. Надалі зроблено аналіз кількості гроз у денному ході. А саме: в першій половині дня (від 6 до 12 год) – 92 випадки, в другій половині дня – 164. Максимальна кількість денних гроз першої половини дня спостерігалось в 2013 році – 13 випадків. Гроз другої половини дня найбільша кількість була зафіксована в 2018 році, а саме 23 грози.

У цілому за період дослідження (2009–2018 рр.) спостерігалось 332 гроз. Максимальна кількість гроз спостерігалась в 2009 році – 51 випадок, мінімальну кількість було виявлено в 2015 році – 17 гроз. Найбільша кількість гроз утворюється влітку, коли спостерігається найбільша нестійкість повітряних мас. Перші грози над Одесою було зафіксовано в квітні у всі роки, крім 2017, 2014 та 2009 років. Найпізніше грози було виявлено в листопаді 2016 і 2010 років. В добовому ході переважають денні грози з опадами. Відсоток сухих гроз зменшується з 2013 року вдвічі, а в 2018 знову збільшується. У 2009, 2014 і 2017 рр. їх більше ніж з опадами. Взимку грозова діяльність була відсутня. Найбільша кількість грозоутворень має внутрішньомасове походження і складає 176 випадків, фронтальні грози сформувалися у 156 випадках грозової активності за період дослідження. Дані про часовий розподіл гроз дають підставу вважати, що грозова діяльність найбільш активна в другій половині дня, коли в атмосфері формуються сприятливі умови для конвективних процесів.

УДК 551.5; 551.576.1

***Швень Н. І.* [1], *Дубровіна О. В.* [2]**
[1] Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ
[2] Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського, Київ

АДАПТАЦІЯ МІЖНАРОДНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ ХМАР ДО УМОВ УКРАЇНИ З УРАХУВАННЯМ ФАКТОРУ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Вступ. Хмарність відіграє важливу роль у процесах, що відбуваються в атмосфері, зокрема, в кругообігу води, надходженні до земної поверхні сонячної радіації тощо. Достовірні дані щодо ідентифікації хмар важливі для вивчення змін усієї кліматичної системи. Надійно визначити форми, види і різновиди хмар можна лише візуально, тому важливо, щоб зображення хмар у нормативних документах для метеорологів були високої якості і враховували фактор змін клімату.

Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) у 2017 р ввела в дію нову міжнародну класифікацію хмар – International Cloud Atlas (далі – ICA) в електронній версії, в якій враховано вплив на розвиток хмарності глобальних змін клімату, що відбуваються в останні десятиліття. Цей документ необхідно адаптувати до умов України, зважаючи на наявність місцевих особливостей, та надати документу вигляду, зручного для використання на державній мережі метеорологічних станцій. На сьогодні персонал метеорологічних станцій використовує для ідентифікації хмар «Атлас облаков», виданий у 1978 р., який був підготовлений колективом авторів під керівництвом фахівців Головної геофізичної обсерваторії ім. О.І. Воєйкова і дещо відрізняється від відповідного Атласу ВМО, виданого у 1975 р. У 2005 р. в Росії було видано новий Атлас хмар, підготовлений ГГО ім. О.І. Воєйкова, який базувався на попередньому виданні 1978 р. У 2007 р. Санкт-Петербурзьким гідрометеорологічним університетом було підготовлено та видано альтернативну версію «Атласа облаков», яка значною мірою відповідала міжнародній класифікації хмар.

Новий ICA ВМО наразі існує лише в електронній версії англійською мовою.

Метою цієї статті є виявлення деяких закономірностей і тенденцій у розвитку хмарності в умовах змінення клімату та визначення підходів щодо створення відповідного

національного нормативного документа щодо класифікації хмар.

Матеріали та методика дослідження. Автори проаналізовали основні відмінності між чинним на сьогодні в Україні «Атласом облаков» та ІСА, та порівняли повторюваності різних форм, видів і різновидів хмар на двох близько розташованих станціях.

Під час дослідження використані первинні матеріали метеорологічних спостережень (книжки КМ-1) об'єднаних гідрометеорологічних станцій (далі – ОГМС) Київ та Вишгород за 2013 – 2017 рр. Відстань між цими двома станціями становить лише 21,5 км, і небосхил у них великою мірою перекривається. Значні відмінності між цими станціями у повторюваності форм, видів і різновидів хмар можуть бути зумовлені як суб'єктивними факторами, такими як кваліфікація працівників, так і об'єктивними – закритістю горизонту чи впливом антропогенних та природних чинників (наявність «острова тепла» та промислові викиди ядер конденсації над Києвом та вплив Київського водосховища у Вишгороді).

Необхідність використання в процесі дослідження книжок спостережень викликана тим, що в оброблених і узагальнених матеріалах спостережень хмарність представлена лише 10 основними формами і одним різновидом (Frnb).

Крім того, використані матеріали ВМО щодо ІСА. Застосовані стандартні методи статистичної обробки даних.

Результати. Існують досить значні відмінності між морфологічною класифікацією хмар ВМО (2017) та «Атласом облаков» (1978). Зокрема, в ІСА є види і різновиди, яких не було в «Атласе облаков», 1978 (duplicatos, stratiformis, volutus, lacunosus, perlucidus тощо). Форми хмар, які на метеорологічних станціях України відносять до нижнього ярусу (шарувато-дощові - Nimbostratus), відповідно до ІСА вважають хмарами середнього ярусу.

У ІСА ВМО зменшено висоту нижньої межі хмар верхнього ярусу (до 5 км) та збільшено висоту верхньої межі хмар середнього ярусу (до 7 км), оскільки стали траплятися ситуації, коли хмари волокнистої структури спостерігаються на більш низькій висоті, навіть нижче за хмари середнього ярусу.

У ІСА позначено окремі нові особливі різновиди (cavum, fluctus, asperitas, murus, cauda, tuba тощо), та додаткові характеристики хмар.

Як видно з рис. 1, деякі різновиди хмар в умовах змін клімату змінюють зовнішній вигляд.

Cirus uncinus

Cirrocumulus stratiformis

Altocumulus fluctus

Рис. 1. ***Деякі різновиди хмар з ІСА, відмінні від зображень у попередніх виданнях***

Результати та висновки. Узагальнені дані середньої кількості випадків хмар по ярусах за січень та липень за 5-річний період на ОГМС Київ та Вишгород наведено в табл.1.

Таблиця 1. **Середня кількість випадків хмар різних ярусів за 2013 – 2017 рр. за даними ОГМС Київ та Вишгород**

Яруси	Верхній		Середній		Нижній		Хмари вертикаль-ного розвитку	
Місяць	січень	липень	січень	липень	січень	липень	січень	липень
Київ	31.0	106,2	51,8	111.0	183.0	62,2	41,4	140,2
Вишгород	26.0	95,8	48,6	110,8	125.0	86,8	66,2	150,4

Дані двох станцій по ярусах непогано збігаються, крім хмар нижнього ярусу та хмар вертикального розвитку в січні, коли різниця становить відповідно 31% та 37%. Якщо розглянути розподіл хмар вертикального розвитку за видами і різновидами (табл. 2), то виявляється, що у липні у Вишгороді порівняно з Києвом удвічі завищено кількість купчастих хмар (Cu hum і Cu cong).

Таблиця 2. **Середня за місяць кількість випадків хмар вертикально розвитку на ОГМС Київ та Вишгород у січні та липні за 2013 – 2017 рр.**

Види хмар			Купчасті (Cu)		Купчасто-дощові (Cb)		
Різновиди хмар		Cb hum	Cb med	Cu cong	Cb calv	Cb cap	Cb hum
Січень	Київ	0.2	-	-	0.2	1.8	2.0
	Вишгород	2.2	0.8	0.2	0.6	-	14.6
Липень	Київ	15.0	23.4	14	10.0	8.2	16.0
	Вишгород	32.2	33.0	30.4	5.6	4.2	38.4

Як видно, порівняно з Cb calv і Cb cap значно завищена кількість випадків з Cb hum (купчасто-дощовими пласкими) у січні у Вишгороді, а в липні на обох станціях. В ІСА такого різновиду хмар як Cb hum немає. Cb hum на території України взагалі не можуть утворюватись у літній період через відсутність достатньо низьких температур на висоті 3-4 км. Ці хмари характерні для районів Крайньої Півночі Росії, тому очевидно, що спостережники плутають Cb calv з Cb hum, і доцільно до національного нормативного документа такий різновид хмар як Cb hum не включати.

УДК 551.584.5

Шевченко О.Г.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

УРБОМЕТЕОРОЛОГІЯ – ЯК ІНТЕГРУЮЧИЙ НАПРЯМОК ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МІСТ І ОСНОВА МІСЬКИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СЕРВІСІВ

Впродовж останніх десятиліть в усьому світі спостерігається зростання частки міського населення. Станом на початок 2017 р. частка міських жителів серед населення планети становила майже 55 %, в Україні – 69,2 %. Однією з рис сучасної урбанізації є концентрація значної кількості населення переважно у великих містах і відповідно, їх подальше зростання. Разом зі зростанням розмірів міст зазнають значних змін і всі компоненти природного середовища в місті та на прилеглих до нього територіях. Таким чином, відбувається формування урбанізованого середовища або урбоекосистеми.

Закономірно, що вивчення низки надзвичайно важливих питань, які пов’язані зі змінами в нижньому шарі атмосфери великих міст, призвели до виділення в складі метеорології нового напрямку – урбометеорології. На сьогоднішній день урбометеорологія – це прикладна наука про атмосферу великого міста, особливості її будови, властивості, фізичні та хімічні процеси та явища, що відбуваються в ній, а також – про особливості надання метеорологічних послуг у великому місті та можливості підвищення комфортності урбанізованого середовища для проживання.

Аналіз сучасних урбометеорологічних досліджень показує, що в складі цієї науки можна виділити чотири основні напрямки: 1) мікроклімат великого міста; 2) біоклімат великого міста; 3) забруднення атмосферного повітря; 4) вразливість та адаптація міст до зміни клімату.

Оскільки мікроклімат території формується під впливом цілого комплексу чинників, то навіть незначний вплив на перебіг окремих процесів може призвести до суттєвих змін. В сучасних містах спостерігаються значні відмінності характеристик підстильної поверхні (порівняно з незабудованими територіями), а також – особливості надходження сонячної радіації до підстильної поверхні, що призводить до змін в радіаційному балансі території і

запускає ланцюжок формування подальших мікрокліматичних відмінностей.

Початок мікрокліматичних досліджень був покладений британським фізиком Л. Говардом, який ще в 1818 р. вперше виявив існування острова тепла в Лондоні. Згодом було проведено низку інших важливих досліджень, що вперше виявили добре відомі на сьогоднішній день закономірності мікроклімату міст. Аналітичні огляди таких робіт, підготовані А. Кратцером (1937 р., 1956 р.), С. Бруксом (1952 р.) і дещо пізніше – Т. Чандлером (1970), Т. Оке (1970 р.) і Г.Е. Ландсбергом (1981 р.), систематизували існуючі знання про міський клімат та заклали основи урбометеорології як науки. Починаючи з кінця 60-х рр. і до кінця 80-х рр. XX ст. відбулася низка важливих наукових конференцій з міського клімату, що дали серйозний поштовх для розвитку урбометеорології, а в 1989 р. в Кіото (Японія) відбулася Перша Міжнародна конференція з міського клімату (ICUC), яка з того часу проводиться кожні три роки. В XXI ст. в урбометеорології для дослідження мікроклімату, активно застосовуються різноманітні моделі, що дають змогу отримати значення метеорологічних величин у межах різних типів забудови, з різною просторовою роздільною здатністю та часовим кроком.

У великих містах мікрокліматичні особливості призводять до локального підвищення температури в їх центральній частині – виникнення явища острову тепла і тому мешканці міст в теплий період зазнають ще сильнішого теплового стресу порівняно з мешканцями прилеглих сільських територій. Міська забудова впливає на поле вітру та надходження сонячної радіації, а відповідно – створює специфічний міський біоклімат. Перші біокліматичні індекси виникли близько ста років тому – в 1923 р. Американське товариство інженерів з опалення, охолодження та кондиціонування (ASHRAE) розробило концепт ефективної температури –біокліматичний індекс (БІ), що враховував вплив на тепловідчуття людини лише метеорологічних параметрів. Перші дослідження присвячені біоклімату міст розпочалися на початку 80-х рр. XX ст. і їх результати представлені в роботах Г. Йендріцького та В. Наблера (1981 р.), С. Таллера (1980 р.), Г. Майєра та П. Хоппе (1987 р.). В 1993 р. проф. Г. Майєром був опублікований огляд таких досліджень під назвою «Міська біометеорологія», що підкреслив практичну значимість цього напрямку досліджень та виокремив його як ще один з напрямків урбометеорології.

Підвищений вміст забруднювальних речовин в повітрі великих міст є проблемою далеко не новою – перші задокументовані згадки про погіршення якості повітря у містах містяться ще у творах Сенеки (3 р. до н.е.–65 р.н.е.), в середні віки прикладом міста із забрудненим повітрям був Лондон, в якому починаючи з 1273 р. неодноразово видавалися накази про заборону спалювання вугілля в печах з метою покращення екологічної ситуації. Поодинокі дослідження забруднення атмосферного повітря були започатковані понад сто років тому, а після неприємних інцидентів загибелі людей внаслідок зростання концентрацій забруднювачів в атмосферному повітрі (найбільш відомою з таких трагедій є випадок у Лондоні в грудні 1952 р. в результаті якого загинуло понад 4000 людей) проблема забруднення атмосферного повітря привернула до себе значну увагу і дала поштовх для активного розвитку наукових досліджень в цій галузі.

Напрямок урбометеорології, що вивчає вразливість та адаптацію великих міст до зміни клімату є найновішим, проте активно розвивається. В. Массон та ін. (2014) зазначають, що питання адаптації урбанізованих територій є надзвичайно складним, адже, змінюється не лише клімат, але й самі міські території розвиваються і трансформуються досить швидко. Значна кількість робіт присвячена дослідженню ефективності різноманітних адаптаційних заходів, адже, реалізація більшості з них потребує значних фінансових та людських ресурсів.

В Україні термін «урбометеорологія» є відносно новим і почав застосовуватися лише кілька років тому. На сьогоднішній день комплексні урбометеорологічні дослідження українських міст не здійснювалися, проте, епізодичні дослідження в окремих напрямках урбометеорології реалізовуються вже протягом кількох десятиліть. Вивчення забруднення повітря великих міст в Україні здійснювалися І.Д. Лоєвою, А.Н. Маренком, Є.М. Кіптенко, Ж.К. Гусак, В.А. Дячуком, Л.А. Раменським, С.І. Сніжком та О.Г. Шевченко. Біоклімат м. Києва вперше був досліджений з використанням найпростіших біокліматичних індексів наприкінці 1970-х – у 1980-х рр. Б.А. Айзенштатом та Л.І. Сакалі, а починаючи з 2015 р. такі

дослідження здійснюються Шевченко О.Г. та Байдюк Т.М. з використанням сучасного БІ – фізіологічно-еквівалентної температури. У 80–90-х роках XX ст. були реалізовані дослідження та видані колективні монографії, що описують клімат великих міст України (Києва, Дніпропетровська, Харкова, Полтави, Луцька, Львова, Вінниці, Одеси, Чернівців). У цих монографіях крім результатів вивчення клімату, також охарактеризовано мікрокліматичні особливості цих міст. Вивчення вразливості українських міст до зміни клімату були започатковані в 2014 р. Шевченко О.Г. з колегами. Зокрема, ними визначені основні потенційні негативні наслідки зміни клімату для міст, чинники, що посилюють вразливість міст, запропонована та апробована методика оцінки вразливості до проявів зміни клімату.

Результати урбометеорологічних досліджень мають важливе практичне значення, адже, інформація про особливості формування мікро- та біоклімату території використовується при моделюванні полів окремих метеорологічних елементів в межах ділянок міської забудови, а також – відіграє важливу роль при плануванні будівництва нових районів та підвищенні комфортності у вже існуючих; також ця інформація може використовуватися для розробки та впровадження заходів адаптації до спеки; знання особливостей формування високого рівня забруднення атмосферного повітря міста та чинників, що його визначають, може застосовуватися для прогнозування та розробки програм для покращення якості повітря у містах.

УДК: 551.509.339

Щеглов О.А., Мартазінова В.Ф.
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ОПАДІВ ІЗ МІСЯЧНОЮ ЗАВЧАСНІСТЮ НА ОСНОВІ АНСАМБЛЮ АНАЛОГІВ АТМОСФЕРНИХ ПРОЦЕСІВ

Проблема довгострокових прогнозів є актуальною науково-практичною задачею, особливо в умовах змін клімату та тенденцій до збільшення екстремальності погодних умов [1]. Більша частина підходів до довгострокових прогнозів заснована на використанні гідродинамічних моделей, які описують загальну циркуляцію атмосфери та океану. Однак через існування межі передбачуваності погоди, успішність гідродинамічних прогнозів на термін понад 8-10 днів є низькою. Відкрита В.Ф. Мартазіновою за допомогою методу «плаваючого аналога» двомісячна квазіперіодичність атмосферних процесів дозволила розширити межі передбачуваності і використати періодичність в моделі довгострокового прогнозу погоди [2,3]. Двомісячна квазіперіодичність проявляється через 50-60 днів відносно поточного періоду як подібні синоптичні процеси із певним сезонним зміщенням по широті $\Delta\varphi$ та довготі $\Delta\lambda$.

В даній роботі буде представлено новий регіональний фізико-статистичний метод деталізованого прогнозу температури повітря та атмосферних опадів на місяць. В основі методу прогнозу лежить двомісячна квазіперіодичність атмосферних процесів [2] та принцип прогнозування за ансамблем аналогів. Вхідною інформацію, що використовується для методу є архіви добових полів геопотенціалу АТ-500 гПа на території Атлантико-Європейського сектору (40-70 град. пн. ш., 30 град зх. д. - 120 град. сх. д. із кроком регулярної сітки 5 град. по довготі та широті) з архіву відділу кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди УкрГМІ за 1998-2018 рр. Також використовуються добові дані температури та опадів, розраховані за даними спостережень наземної мережі гідрометеорологічних станцій України, що були надані Центральною геофізичною обсерваторією ім. Бориса Срезневського.

Розрахунки за методом можна розділити на чотири етапи. На першому етапі формується вхідна інформація. Для відбору аналогів розраховуються інтегральні характеристики полів геопотенціалу на середньому ріні тропосфери (АТ-500 гПа) шляхом широтного осереднення полів в зоні 40-70 град. пн. ш. Якщо аналоги відбираються до процесів певного року T, то процеси цього року позначимо як $У_T$. Період тривалістю 3-4

природні синоптичні процеси (14 днів) за два місяці до прогнозного періоду є поточним періодом, до якого підбираються аналоги. Процеси різних років *c,* які є потенційними аналогами, позначимо як $A_1, A_2, \ldots, A_c, \ldots, A_C$. Допустимим є пошук аналогів лише приблизно в ті самі календарні дні різних років зі зміщенням не більше ніж на 1-2 природних синоптичних процесів (± 5 календарних днів).

На другому етапі для відбору ансамблю аналогів полів геопотенціалу використовується класичний для довгострокових прогнозів [4] показник геометричної подібності ρ поточних полів $У_T$ з архівними полями ($A_1, A_2, \ldots, A_c, \ldots, A_C$):

$$\rho = \frac{n_+ - n_-}{N}, \quad -1 \le \rho \le 1 \tag{1}$$

де n_+ – кількість вузлів, в яких знаки аномалій двох полів співпадають, n_- – кількість вузлів, де знаки аномалій не співпадають, N – загальна кількість вузлів регулярної сітки. Ітерація розрахунків показника ρ здійснюється зі зміщенням полів по довготі ($\Delta\lambda$ = ± 15 град.) та календарним дням ($\Delta\tau$ = ± 5 днів). До ансамблю відносяться ті аналоги, для яких $\rho \ge 0{,}3$.

На третьому етапі проводиться пошук найбільш інформативного аналогу з відібраного ансамблю. Для цього розраховується матриця зв'язків між аналогами за формулою (1), а також значення середнього абсолютного відхилення між інтегральними характеристиками полів на прогнозний період:

$$MAE_{cm} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|h_{ic} - h_{im}\right|, \tag{2}$$

де h_{ic}, h_{im} – значення геопотенціалу *c*-го та *m*-го аналога в *i*-му вузлі регулярної сітки. При кожній ітерації початкові вузли сітки визначаються в залежності від $\Delta\lambda$ та $\Delta\tau$. Для прогнозу відбирається найбільш інформативний аналог із ансамблю зі значеннями $\rho \ge 0{,}3$ та мінімальним значенням *MAE*.

На четвертому етапі прогноз розвитку синоптичних процесів відбувається за сценарієм найбільш інформативного аналогу *A*. Поточні синоптичні процеси $У_T$ та процеси аналога повинні мати подібну двомісячну квазіперіодичність із відповідним сезонним зміщенням. Оскільки синоптичні процеси аналогів на другий місяць від поточного періоду уже відомі, їх можна використати у якості прогностичного матеріалу для деталізованого прогнозу атмосферного тиску, температури повітря, та атмосферних опадів. Прогнози середньої місячної температури повітря отримуються шляхом осереднення реалізацій температури найбільш інформативного аналога на кожній метеорологічній станції України, а опадів – шляхом розрахунку суми опадів за відповідний прогнозний період. Розрахунок здійснюється відповідно до зміщення по календарним дням, для яких було отримано мінімальні значення за формулою (2) на третьому етапі.

Для прогнозу середньої місячної аномалії температури виділялися три класи: «вище норми» (t > 1,0 ºC), «близько норми» (-1,0 ºC ≤ t ≤ 1,0 ºC) та «нижче норми» (t < -1,0 ºC). Для опадів також виділялися три класи: вище норми» (R > 120 % від норми), «близько норми» (80 % ≤ R ≤ 120 %) та «нижче норми» (R < 80 % від норми). Аномалія температури повітря розраховувалась як відхилення від середнього багаторічного значення за 2000-2015 рр. відповідного місяця; аномалія опадів – як відношення до середньої місячної кількості опадів за 2000-2015 рр. Справджуваність прогнозів оцінювалась за потраплянням чи не потраплянням прогнозу у фактичний клас місячної аномалії. При потраплянні у клас, прогнозу присвоювалось значення 100%, а у випадку, якщо фактичний і прогнозований класи не співпадають – 0%. Середня справджуваність прогнозів по території України (*P*) була отримана шляхом осереднення справджуваності прогнозів на місяці зимових сезонів 2014-2017 рр. по 132 метеостанціям України. Для прогнозів температури повітря *P* склала 58,5%. При цьому *P* кліматологічного підходу складає лише 23,0%. Таким чином, прогнози температури за методом виявилися на 35,5% ефективнішими за кліматологічні прогнози. Для прогнозів місячної кількості опадів *P* склала 38,6%, в той час як *P* кліматологічних прогнозів – 32,8%. В середньому *P* за методом є вищою на 5,8%.

Список літератури

1. *Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Щеглов А.А.* Тенденция современного температурно-влажностного режима Украины к аномально сухим и знойным атмосферным процессам в летний

сезон. *Наукові праці УкрГМІ*. 2016. Вип. 268. С.15-24. ***2.*** *Мартазинова В.Ф., Сологуб Т.А.* Определение квазипериодичности атмосферных процессов на Северном полушарии с помощью метода плавающий аналог.*Труды УкрНИГМИ*. 1986. Вып. 219. С. 42-46. ***3.*** *Вильфанд Р.М., Мартазинова В.Ф., Цепелев В.Ю., Хан В.М., Мироничева Н.П., Елисеев Г.В., Иванова Е.К., Тищенко В.А., Уткузова Д.Н.* Комплексирование синоптико-статистических и гидродинамических прогнозов температуры воздуха на месяц. *Метеорология и гидрология.* 2017. Вып.8. С.5-17. ***4.*** *Martazinova V.* The Classification of Synoptic Patterns by Method of Analogs // J. Environ. Sci. Eng., 7. 2005. p.61-65.

УДК 551.58

Яценко В.О., Хоменко І.А.
Одеський державний екологічний університет, *Одеса, Україна*

СТУПІНЬ ВРАЗЛИВОСТІ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ДО ЗМІНИ ХАРАКТЕРУ РОЗПОДІЛУ ОПАДІВ

Вступ. За останні 100 років середня температура Землі збільшилася на 0,76°С, причому темпи її збільшення поступово зростають. Збільшення глобальної температури призводить до зміни просторово-часового розподілу опадів та характеру їх випадіння, підвищення рівня моря, до більш частого прояву і інтенсифікації екстремальних погодних умов. На життя людини, особливо у великому місті, всі ці наслідки змін клімату здійснюють суттєвий негативний вплив.

Особливо складний багатофакторний вплив на соціально-економічну систему будь-якого регіону мають зміни в характері випадіння опадів. Нерівномірний розподіл опадів в часі може спричинити інтенсивні атмосферні, гідрологічні і ґрунтові посухи через випадіння недостатньої кількості опадів або, навпаки, в зв'язку з надмірним їх випадінням за короткий час, що в останні десятиріччя спостерігається досить часто в теплий період року, може мати наслідками підтоплення великих територій.

Метою даної роботи є виявлення існуючих негативних тенденцій в змінах часового розподілу опадів для чотирьох міст України на підставі фактичних і сценарних даних.

Вихідна інформація. База даних містила ряди добової кількості опадів за доступні періоди спостережень для чотирьох міст України, а саме м. Київ, Одеса, Полтава, Ужгород, від початку спостережень на станціях до 2018 р., які були доповнені добовими кількостями опадів за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 з регіональної кліматичної моделі RACMO2 за 2011-2050 рр. у вузлах розрахункової сітки точок, що розташовані найближче до міст, які розглядаються в даній роботі. Модель RACMO2 поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди (ECMWF) [1], і динамічну основу від моделі HIRLAM [2].

Результати дослідження. В даній роботі в чотирьох містах України досліджувався режим опадів і зміни, які відбуваються в повторюваності і інтенсивності посушливих періодів і періодів з надлишковим зволоженням в холодний (з листопада по березень) і теплий (з квітня по жовтень) сезони. Періоди з різним типом зволоження визначались за методикою, запропонованою ВМО [3].

Індекс посушливості, якій розраховувався як максимальна кількість послідовних днів з опадами меншими за 1 мм на добу, на основі фактичних даних показав поступове зменшення з часом на 10-20 днів для всіх міст України. За обома сценаріями тривалість посушливих періодів відхиляється на 1-5 днів в той чи інший бік від кліматичної норми: найбільше відхилення має місце для м. Ужгород у бік зменшення індексу посушливості.

Часовий розподіл посушливих періодів демонструє значний розкид в їх тривалості, а різниця в кількості днів посушливих періодів між десятиліттями може складати приблизно 30-60 днів. Слід зауважити, що з 1951 по 2010 рр. для всіх розглядуваних станцій кількість посушливих періодів змінювалась мало і коливалась в межах 120-140 днів. В останнє десятиріччя спостерігається деяке скорочення кількості посушливих днів, проте це навряд чи вказує на зменшення кількості періодів з дефіцитом зволоження, оскільки в цьому десятиріччі не враховані ще останні два роки. Найінтенсивніші посушливі періоди, які

виявлялись за їх тривалістю і відношенням тривалості до кліматичної норми, найчастіше мали місце з 1911 по 1950 рр., в останні часи інтенсивність посушливих періодів значно менша. Кількість днів з посушливими періодами за сценарієм RCP4.5 з часом несуттєво зростає, а за RCP8.5 має невелику тенденцію до зменшення. Інтенсивність посушливих періодів за сценарієм RCP4.5 зростає на відміну від сценарію RCP8.5, за яким інтенсивність стає меншою.

Розподіл кількості днів посушливих періодів з листопада по березень впродовж розглядуваних періодів в цілому відповідає характеру часового розподілу таких днів в теплий сезон. Найбільша інтенсивність посушливих періодів припадає на першу половину XX сторіччя, в останні десятиліття їх інтенсивність знаходиться в межах кліматичної норми. Обидва сценарії демонструють або невелике зменшення, або сталість кількості посушливих періодів для станцій, які розглядаються, за виключенням м. Київ, для якого сценарій RCP4.5 показав суттєве збільшення кількості посушливих днів.

Зміни річної кількості опадів в усіх містах України характеризуються позитивним трендом: кількість опадів зростає приблизно на 200-250 мм, виключаючи м. Ужгород, де збільшення становить лише 60 мм. Проте за даними обох сценаріїв спостерігаються протилежні тенденції: відбувається зниження річної кількості опадів в усіх розглядуваних містах, за виключенням м. Ужгород, де прогнозується збільшення річної кількості опадів порівняно з кліматичною нормою на 35%. Зміна кількості днів з інтенсивними опадами демонструє такий саме характер як і зміна річної кількості опадів.

Періоди з надлишковим зволоженням в усіх містах спостерігаються в 10 разів рідше, ніж посушливі: кількість днів таких періодів не перевищує 17 за десятиліття, їх повторюваність є нерівномірною впродовж всього часу спостережень і не виявляє тенденції до збільшення для холодного і теплого сезонів. Десятиріччя з найбільш інтенсивними періодами з надлишковим зволоженням мали місце з 1961 по 2000 рр.

Результати обох сценаріїв для м. Київ, Одеса і Полтава показали зменшення кількості періодів з надлишковим зволоженням з 2011 р., проте, їх середня частота є меншою за сценарієм RCP8.5, що більше відповідає фактичним даним 2011 – 2018рр. За сценарними даними більш інтенсивні періоди надлишкового зволоження виявляються за сценарієм RCP8.5, хоча інтенсивність таких періодів за обома сценаріями зростає. В м. Ужгород через суттєве збільшення прогнозованої річної кількості опадів кількість періодів з надлишковим зволоженням за обома сценаріями подвоюється порівняно з кліматичною нормою, що супроводжується також зростанням інтенсивності цих періодів.

Висновки. Отримані результати показали різні прямо протилежні тенденції за фактичними і прогностичними даними. В м. Київ, Одеса і Полтава зміни часового розподілу опадів характеризуються однаковими тенденціями: зменшенням індексу посушливості на 12-20 днів впродовж розглядуваних періодів, суттєвим збільшенням річної кількості опадів – на 200-250 мм і зростанням кількості днів з небезпечно сильними опадами, хоча інтенсивність періодів з надлишковим зволоженням порівняно з кліматичною нормою не показує зростання. В м. Ужгород, за фактичними даними виявляються схожі тенденції, але менш яскраво виражені: збільшення річної кількості опадів становить лише 60 мм, а зменшення індексу посушливості складає 6 днів.

Отримані тенденції для всіх розглядуваних міст не підтверджуються сценарними даними. Порівняння модельних даних з фактичними за період 2011-2018 рр., вказує на їх погану узгодженість і демонструє, що сценарії погано відбивають сучасні тенденції в змінах клімату.

Список літератури

1. Physical processes (CY23R4) (2001)/ P.W. White // Technical report European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). ***2.*** HIRLAM-5 Scientific Documentation (2002) / P. Undén [et al.] // Technical report Swed. Meteorol. and Hydrol. Inst. Norrköping, Sweden. ***3.*** *Petersen, S., MacClune, K., Garfin, G., Allen, C., Shafer, M., Hayhoe, K., Kos, L., LeRoy, S., Nasser, E., Riley, R., Stults, M.* (2017) Critical Thresholds, Extreme Weather, and Building Resilience: How Using Critical Thresholds to Customize Climate Projections of Extreme Events to User Needs Can Support Decisions and Build Resilience. A Sectoral Applications Research Program Project supported by the National Oceanic and Atmospheric Administration's Climate Program Office. Award Number: NA14OAR4310248.

УДК: *551.4.07*

Комлєв О.О., Бортник С.Ю., Погорільчук Н.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЯ НА КАФЕДРІ ЗЕМЛЕЗНАВСТВА ТА ГЕОМОРФОЛОГІЇ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

В 70-ті роки 20 століття на кафедрі (тоді - геоморфології) Київського університету імені Тараса Шевченка починає розвиватися новий науковий напрямок – **палеогеоморфологія**.

Це стало наслідком інтенсивного проведення палеогеоморфологічних досліджень в колишньому СРСР в повоєнні роки. Стрімке накопичення палеогеоморфологічної інформації в цей період викликало необхідність її упорядкування, розробки загальних принципів та підходів до методики її збору і обробки, обґрунтування вихідних теоретичних принципів аналізу і синтезу, напрямів практичного використання. Вони сталиметою VI пленуму Геоморфологічної комісії АН СРСР (1966 р.), на якому було проголошено про появу *нової* науки – **палеогеоморфології**, визначені її *зміст, об'єкти, значення, завдання*. Визнано необхідним: 1) збільшити масштаби палеогеоморфологічних досліджень і використання їх результатів для розвитку *загальної теорії геоморфології*; 2) розробити *свій* метод досліджень на основі комплексування геологічних, геоморфологічних, палеогеоморфологічних, геофізичних, гідрогеологічних, географічних, картографічних, математичних, інших методів; 3) вивчати *в комплексі* древній рельєф і кори вивітрювання, поверхні вирівнювання, що важливо для вікових визначень і реконструкції палеогеографічних умов давнього морфогенезу; 4) розробити принципи і підходи складання загальних і часткових палеогеоморфологічних карт, створити їх атласи, зокрема «*Атлас палеогеоморфологических карт СССР*». На новій теоретико-методичній основі вдосконалити: 5) *традиційні* напрямки пошукової палеогеоморфології (розсипна, гіпергенна, вугільна, нафтогазова) і створити *нові.* В рішеннях пленуму зазначалось про необхідність: 6) створення наукових *центрів* палеогеоморфологічних досліджень в СРСР (в структурах академії наук, міністерств геології і галузевих, вузів), відповідальних за розробку загальної теорії і методів палеогеоморфології; 7) підготовки фахівців у вузах; 8) створити інформаційне забезпечення палеогеоморфології (реферативні журнали, провідні наукові видання); 9) проводити наради, присвячені палеогеоморфологічній тематиці.

Для участі у вирішенні більшості цих завдань в 1974 році на кафедрі геоморфології Ю.О.Кошиком (тоді доцентом), а також В. М. Чмихалом і В. М. Тімофеєвим була створена науково-дослідна група. До її складу увійшли також В. М. Клочков, Г.П. Хворова, Л. В. Гусєва, А. І. Тимофеєва, а з 1975 року О. О. Комлєв і С. М. Волєваха. Пізніше тут працювали І. В. Скаржинська, Т. І. Катушенко, Т. М. Марченко. В 1977 році на її основі була утворена *Лабораторія палеогеоморфологічного аналізу* (ЛПА). Тут виконувалися конкретні завданняпрогнозування і пошуків різних видів корисних копалин (титану, алмазів, золота, вуглеводнів, фосфоритів, бурштину, каоліну, будівельних матеріалів, підземних вод) окремих територій України, зокрема Українського щита, Дніпровсько-Донецької западини, Передкарпатського прогину). За час функціонування ЛПА був накопичений, узагальнений, систематизований, картографований величезний фактичний матеріал, згодом використаний при підготовці 5 докторських і 8 кандидатських дисертацій співробітниками кафедри, інших установ, численних курсових і дипломних робіт студентів. Лабораторія була науковим осередком кафедри - місцем роботи, базою проведення навчальних та виробничих практик, стажування фахівців, проведення науково-практичних конференцій. Враховуючи ці здобутки і набутий авторитет,у 1993 році на базі кафедри геоморфології та палеогеографії та Лабораторії палеогеоморфологічного аналізу була проведена міждержавна нарада "Палеогеоморфология и эволюция древнего рельефа".

Основними підсумками розвитку палеогеоморфологічного напрямку на кафедрі землезнавства та геоморфології необхідно вважати:

- внесок у розвиток загальної теорії морфогенезу Землі;
- внесок у розвиток часткових концепцій геоморфології, зокрема,морфогенетичної і морфодинамічної;
- розробку морфохронодинамічної концепції геоморфології як нового синтезу в геоморфології, на основі уявлення про «рельєф Землі» як «історико-динамічну геоморфосистему» і «геоморфолітосферу» як її матеріалізований простір-час;
- прийняття морфохронодинамічної концепції як провідної в геоморфології, яка дозволяє здійснювати «наскрізне» прогнозування різних процесів в геоморфолітосфері (енергетичних перетворень, речовинних переміщень, передачі інформації, обмінів ентропією), що дозволяє геоморфології системно інтегруватися з іншими науками про Землю (геологією, геофізикою) у вирішенні важливих сучасних проблем планетарного і регіонального значення, що нині постають перед людством;
- розроблення та апробація методу комплексного палеогеоморфологічного аналізу для рівнинно-платформних територій, методики реконструкції палеорельєфів з використанням даних речовинного складу корелятних відкладів;
- розроблення принципів та напрямків загального і спеціального палеогеоморфологічного картографування для субаквальних і субаеральних умов морфолітогенезу;
- розроблення теоретико-методологічних, методичних, прикладних аспектів вивчення окремих елементів і підсистем геоморфолітосфери – «мезозой-кайнозойської долинної формації», «басейнових історико-динамічних геоморфосистем».

Нині отримані на кафедрі палеогеоморфологічні дані широко використовуються: в спільних міжнародних проектах, зокрема «Цифрове структурно-літологічне і геолого-динамічне моделювання розсипних родовищ важких мінералів» (за фінансової підтримки ДФФД України і Росії), «Розробка геолого-генетичної моделі бурштиноносних відкладів України і Білорусі»(за фінансової підтримки ДФФД України і Білорусі), «Amberways: depositsformation-mining. Scintific-methodicalbasis, rationalusage» та «Amberdepositsandcharacteristics» (за фінансуванням ЄС); виконанні прогнозно-пошукових робіт на різні корисні копалини на території України. Багаторічні напрацювання палеогеоморфологічного аналізу дозволяють здійснювати і інші перспективні проекти, зокрема розробку та створення «Палеогеоморфологічного атласу України» як самостійного проекту і як важливої частини «Геоморфологічного атласу України» нового покоління; створювати «прогнозно-пошукові системи» для різних видів корисних копалин (наприклад, прогнозно-пошукова система бурштину - ППСБ), «моделі підземної природно-логістичної інфраструктурної сітки для цивільних і військових цілей» тощо.

УДК: 630; 502.4 (477.86)

Белей Л.М.
Карпатський національний природний парк, м. Яремче

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗА СТРІМКІСТЮ СХИЛІВ КРИЗОВИХ ДІЛЯНОК ЗІ ВСИХАННЯМ ДЕРЕВ ЯЛИНИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ (СМЕРЕКИ) ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ КАРПАТСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

Територія Карпатського національного природного парку входить до складу найбільшої середньої гірської частини Східних Карпат у межах двох найбільших геоморфологічних масивів – Горгани (басейн верхнього Пруту) та Чорногора (верхів’я річки Прут та верхів’я лівих приток річки Чорний Черемош), що розділені Верхньопрутським (Ворохтянським) низькогір’ям.

Загальна площа парку складає50495 га, середякихнайбільшуплощу38609,2 га (76,5%) займають лісові землі.Ускладі лісових земель найбільшу площу 37316,1 га (96,6%) займають землі вкриті лісом. Лісистість парку є високою (73,9%). На даних площах

переважають ліси природного походження (близько 67%).

Впродовж останнього десятиліття(2007-2017 років) в лісистій частині території парку спостерігається негативне естетичне та санітарне явище, що супроводжується передчасною (або частковою) втратою фізіологічних функцій росту і розвитку дерев ялини європейської (смереки). При цьому морфологічні ознаки повного або часткового припинення їх росту і розвитку добре помітні: світло-зелений (опадає впродовж двох місяців), жовтий або темно-жовтий (опадає впродовж трьох-чотирьох років) колір відмерлої хвої; відшарування і опадання кори.

Для роботи були використані планово-картографічні матеріали, звіти працівників відділень, маршрутний і стаціонарний методи щодо отримання фактичного стану всихань дерев ялини європейської (смереки) на території парку.

Загалом було обстежено двісті п'ятдесять один таксаційний виділ (п'ятдесять один в заповідній зоні загальною площею 79,2 га; двісті – в зоні регульованої рекреації загальною площею 1539,9 га). При цьому відмічено двадцять один локальний осередок всихань суцільних куртин, лісівничо-екологічна ситуація яких наблизилась до кризової, тобто – це лісові екосистеми, природне функціонування яких порушене під впливом негативних чинників (природних або антропогенних).

Характеристика кризових ділянокзі всиханнямдерев ялини європейської (смереки) на території парку застрімкістю схилів:

- Яремчанське ПНДВ – кризові ділянки (7,5 га)зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в околиці м. Яремче (північна частина) та в басейні правого берега р. Жонка (басейн р. Прут) на схилах, переважно, стрімкістю 25^0-30^0; менше – на схилах крутизною більше 30^0;
- Ямнянське ПНДВ – кризові ділянки (15,6 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в ур. Дрібка (південні схили г. Маковиця(984,5 м н.р.м.)), в басейні правого берега р. Тісний (басейн р. Прут), а також на лівому березі р. Прут (нижні схили г. Свинянка(1120,5 м н.р.м.)) на схилах, переважно, стрімкістю більше 30^0; менше – на схилах крутизною до 25^0;
- Підліснівське ПНДВ – кризові ділянки (8,3 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в ур. Плай та в ур. Велика Голицяна схилах, переважно, стрімкістю 25-30^0; менше – на схилах крутизною більше 30^0;
- Татарівське ПНДВ – кризові ділянки (5,1 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в ур. Піги на схилах, переважно, стрімкістю більше 30^0; менше – на схилах крутизною до20^0;
- Говерлянське ПНДВ – кризові ділянки (13,7 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в басейні р. Фовресок, в ур. Заросляк(південно-східні схили г. Велика Козмеська (1573,4 м н.р.м.)), а також на нижніх схилах г. Пожижевська (1822,2 м н.р.м.)) на схилах, переважно, стрімкістю більше 30^0; менше – на схилах крутизною 20-25^0;
-Бистрецьке ПНДВ – кризові ділянки (4,2 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в басейні лівого берега р. Дземброня(басейн р. Чорний Черемош) на схилах, переважно, стрімкістю більше 30^0; менше – на схилах крутизною 20-25^0;
- Високогірне ПНДВ – кризові ділянки (6,4 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в басейні лівого берега р. Погорілець(басейн р. Чорний Черемош) на схилах, переважно, стрімкістю більше 30^0; менше – на схилах крутизною до 20^0;
- Чорногірське ПНДВ – кризові ділянки (8,9 га) зі всиханням дерев ялини європейської (смереки) зафіксовані в басейні р. Гропинець (басейн р. Чорний Черемош), в басейні правого берега р. Подороватий (басейн р. Чорний Черемош) на схилах, переважно, стрімкістю 25-30^0; менше – на схилах крутизною більше 30^0.

Аналізуючи дані за крутизною схилів (як кут нахилу до рівня земної поверхні) – найбільше кризових ділянокзі всиханням дерев ялини європейської (смереки)на території парку зафіксовано на дуже крутих схилах – 30° і більше. Більше половини цих ділянок – виконували захисні функції вздовж гірських річок та залізниці Івано-Франківськ-Рахів.

УДК: 551.89:551.343

Бончковський О.С.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ СОЛІФЛЮКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ПЛЕЙСТОЦЕНІ НА ТЕРИТОРІЇ ВОЛИНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ

Соліфлюкційні текстури у лесово-ґрунтових розрізах – надійні стратиграфічні і палеогеографічні репери, і є індикаторами холодних і вологих палеокліматичних періодів. За таких умов у зоні поширення багаторічно чи сезонного мерзлих порід перезволожений матеріал схилів набував розрідженого або в'язко-пластичного стану і починав повільно текти. Поряд із соліфлюкційними процесами мали місцеделювіальні і термоерозійні, агресивність яких зростала на більш похилих схилах під розрідженим рослинним покривом.

Територія Волинської височини у плейстоцені характеризувалася більшою вологістю порівняно із іншими регіонами України, тому тут склалися найбільш сприятливі умови для неодноразової активізації соліфлюкційно-делювіальних процесів. Соліфлюкційні текстури на території Волинської височини раніше досліджувалися А. Богуцьким (1986; 1990; 2012) і В. Нечаєвим (1983). Намисоліфлюкційні текстури вивчено у 10 розрізах лесово-ґрунтової формації, у яких розкрито 9 горизонтів соліфлюкції: **tl, or, dn_1, dn_2, ts, pl_2, ud, bg, pc_1.** Коротко охарактеризуємо кожний горизонт.

*Тилігульський горизонт соліфлюкції (**tl**)*. Досліджено у розрізі Дерев'янче, у якому виявлені деформації верхньої частини, потужністю 0,3 м, лубенського педокомплексу і нижньоїтилігульського лесу. Останній характеризується псевдошаруватою текстурою. На палеосхилікрутизною 3-5°північно-східної експозиції верхня частина первинно-ґрунтових жил тилігульськогокріоетапувигнута соліфлюкційними текстурами.

*Орільський горизонт соліфлюкції (**or**)*.Виявлено у розрізах Новий Тік і Коршів. У першому розрізісоліфлюкційні текстури розкрито на південно-західному палеосхилі похованої балки, де вони представлені мікротерасами і язиками, що деформують нижню оглеєну частину орільського лесу і верхню частину ґрунту zv_{3b2}.У розрізі Коршів потужність соліфлюкційних текстур перевищує 1 м. Деформовані як верхня частина верхньозавадівського (луцького) ґрунту, так і нижня орільського лесу. Соліфлюксійоглеєний, озалізнений, із підвищеним вмістом піщаної фракції.

*Нижньодніпровський горизонт соліфлюкції(**dn_1**)*. Виявлено у розрізі Новий Тік на південному і західномупалеосхилах крутизною 2-3°. Деформують переважно нижню частину дніпровського лесового горизонту, захоплюючи матеріал ґрунту pt_{3c}. Соліфлюкційний горизонт представлений плікативними деформаціями, зі слідами лінзоподібної шаруватості. Вниз за схилом глибина деформованої зони зростає від 0,3 м до 0,7 м. На палеосхилі балки крутизною понад 5° соліфлюкційнітекстури повністю заміщуються делювіальними.

*Середньодніпровський горизонт соліфлюкції(**dn_2**)*. Досліджено у розрізах Смиків, Новостав, Боремель-2. Соліфлюкційний горизонт потужністю 0,5-0,7 м представлений плікативно деформованим оглеєнимсуглинком усередині товщі лесу, зі слідами озалізнення, неповносітчастоюпосткріогенною текстурою і високим ступенем сортованості матеріалу (S_0=3,4). У підніжжі схилів накопичувалися кінцеві соліфлюкційні покриви, потужністю до 1,5 м (розріз Новостав). Ймовірно, горизонт соліфлюкції відображає певне потепління та зволоження клімату упродовж дніпровського етапу.

*Тясминський горизонт соліфлюкції(**ts**)*.Соліфлюкційні текстури тясминського часу зустрічаються рідко і виявлені тільки на палеосхилах північної експозиції крутизною понад 5° (розрізи Новостав, Колодежі-2). У розрізі Новоставсоліфлюкційні текстури представлені слабонахиленимимікротерасами шириною 0,6-0,7 м і глибиною 0,1-0,2м. Такі текстури свідчать про відносно високу швидкість в'язко-пластичного потоку. У розрізі Колодежі-2 соліфлюкційні текстури представлені псевдошаруватими текстурами потужністю до 0,7 м.

*Прилуцький горизонт соліфлюкції (**pl_2**).* Зустрічається відносно рідко (розрізи Смиків, Новий Тік, Шибин), що пов'язано не тільки з локальною активізацією соліфлюкційних процесів упродовж підетапуpl_2, а й із складністю їх ідентифікації.Соліфлюкційні текстури

удайського часу накладаються на прилуцькі, утворюючи єдиний кріогенний комплекс. Таким чином виокремлення окремих стадій активізації в'язко-пластичних течій стає неможливим. Прилуцький горизонт соліфлюкції простежується за зміщенням матеріалу нижніх прилуцьких ґрунтів на палеосхилах різної крутизни східної, південно-східної та північної експозицій. У результаті вигинання вниз за схилом первинно-ґрунтових жил цього часу, вони іноді набувають субгоризонтальної орієнтації. Глибина деформованої зони соліфлюкції – 0,3-0,6 м.

*Удайський горизонт соліфлюкції (**ud**)*. Розкрито практично у всіх розрізах, де присутній удайськийкліматоліт (розрізи Новий Тік, Шибин, Смиків, Колодежі, Ковбань). Соліфлюкційні текстури потужністю 0,3-1 м деформують як верхню частину прилуцького педокомплексу, так і нижню удайського лесу. Часто характеризується присутністю шаруватої текстури у верхній частині, що свідчить про відносно високу участь делювіальних процесів у транспортуванні матеріалу на схилах. Соліфлюкційні текстури розкрито навіть на найбільш пологих схилах крутизною близько 2°. Вони характеризуються значним зростанням вмісту піщаних фракцій (до 40%), присутністю у великій кількості вторинних карбонатів, неміцною плитчастою окремістю, неповносітчастимипосткріогенними текстурами. На схилах первинно-ґрунтові жили, подекуди псевдоморфози за давнім льодом, вигнуті соліфлюкційними текстурами.

*Бузький горизонт соліфлюкції (**bg_1**).* Розкрито у розрізах Ковбань, Шибин, Смиків, Брищі, Новий Тік, Новостав. Соліфлюкційні текстури деформують головним чином нижню частину бузького кліматоліту. Представлені плікативними деформаціями, псевдошаруватістюоглеєного суглинку, який залягає над витачівськимпедокомплексом. Іноді верхня частина витачівського ґрунту також має ознаки плікативних деформацій, однак глибина деформованої зони не перевищує 0,3 м. Зазвичайсоліфлюкційний горизонт характеризується значним зростанням піщаної фракції (до 20%), шаруватістю, що може свідчити про участь делювіального змиву у схилових процесах. Соліфлюкційні текстури виявлені навіть на найбільш пологих палеосхилах крутизною близько 2°. У розрізі Новоставсоліфлюкційними текстурами деформована нижня частина бузького кліматоліту і два верхніх ініціальних ґрунти у ньому. Зважаючи на присутність між обома деформованими зонами ще трьох, не порушенихсоліфлюкцією, ініціальних ґрунтів, маємо підстави виділяти дві стадії активізації в'язко-пластичних течій – **bg_1**, **bg_2**.

*Ранньопричорноморський горизонт соліфлюкції (**pc_1**).* Виявлений лише у розрізі Новостав на палеосхилі північно-східної експозиції, крутизною 3-4° у вигляді зміщеного вниз за схилом плікативно деформованого матеріалудофінівського бурого глейового ґрунту.

Висновки.

1. Соліфлюкційні процеси відбувалися одночасно із делювіальними, про що свідчать шаруваті текстури, підвищений вміст піщаних фракцій, відносно хороше сортування матеріалу і наявність ерозійних перерв. Зростання ролі делювіальних процесів найбільш помітне на південних палеосхилах.

2. Соліфлюкційні текстури формувалися переважно у кріогігротичну стадію стадіалів (**tl, or, dn_1, ud, bg_1,ts,pc_1**), що обумовило деформації верхньої частини ґрунтових світ і нижньої лесових кліматолітів. В умовах повільної седиментації пилуватого матеріалу соліфлюкційні процеси деформували головним чином верхню частину похованих ґрунтових комплексів.

3. Тільки усередині одного (прилуцького) теплого етапу виявлено соліфлюкційні текстури. Упродовж похолодань усередині інших інтерстадіалів та інтергляціалів формувалися передусім первинно-ґрунтові жили і тріщини усихання.

4. Соліфлюкційні текстури етапів **ts, pc_1**виявлені тільки на палеосхилах північної експозиції (розрізи Новостав, Смиків, Колодежі-2) і на відносно похилих схилах (крутизною понад 5°), що свідчить про їх локальне поширення.

УДК 551.4

Бортник С.Ю., Герасименко Н.П., Комлєв О.О., Палієнко Е.Т., Стецюк В.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

МЕТОДОЛОГІЧНА ЄДНІСТЬ ГЕОЛОГІЧНИХ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПАМ'ЯТОК

Геологічні та геоморфологічні пам'ятки характеризуються серед інших природних пам'яток значно більшою консервативністю, що викликає завжди велику цікавість до них, не тільки інформаційною феноменальністю визначної форми та змісту, але й завдяки зацікавленню розвитком природи Землі у минулому. Зрозуміло, що туристичні атракції таких об'єктів, які набувають щодалі більшої ваги у життєдіяльності українського суспільства, обумовлюються можливістю рекреанта зазирнути «углиб віків», оскільки майже всі ці пам'ятки мають виразні палеогеографічні риси.

Значною також є роль геолого-геоморфологічних пам'яток у формуванні етнокультурного середовища певних місцевостей, оскільки розвиток цивілізації, як доведено численними прикладами, тісно пов'язаний з такими важливими складниками природного середовища, як рельєф земної поверхні та геологічна будова верхніх шарів земної кори. Зручні місця у рельєфі земної поверхні, стабільна динаміка геоморфологічних процесів, наявність достаньої кількості поверхневих вод вкупі з мінеральними та грунтовими і біологічними ресурсами чи не на всіх етапах еволюції людини визначали розташування головних осередків цивілізації, надаючи згодом цим місцевостям своєрідних етнокультурних ознак.

Атракційно-туристичні тенденції сучасного етапу розвитку цивілізації розвинених країн все більше схиляються у бік *пізнання навколишньої природи*, поряд з історичними уподобаннями, також особливостей *розвитку природного середовища*, у якому рельєф земної поверхні та унікальні особливості розвитку земної кори займають місце неабиякого освітнього значення. Так, поруч із традиційними видами туризму на сьогодні простежується тенденція до формування туризму природопізнавального, у числі об'єктів якого чільне місце належить знанню про геолого-геоморфологічні пам'ятки.

Структура визначення «геолого-геоморфологічний» не свідчить про провідну, чи другорядну роль цих складників пам'яток, швидше це – данина традиціям передуючого розвитку геологічного знання, яке на ранніх етепах розвитку цивілізації забезпечувало тодішню людську спільноту важливими мінерально-сировинними ресурсами. Насправді ж, у контексті зацікавлення пам'ятками геологічного та геоморфологічного характеру, для рекреанта передусім важливо створити ауру захоплення зовнішніми ландшафтно-пейзажними особливостями пам'яток, надалі занурюючись у пояснення їхнього формування, як геоморфологічного, так і геологічного змісту.

Територія України характеризується наявністю значної кількості геолого-геоморфологічних пам'яток, незважаючи на відносну ландшафтно-пейзажну простоту більшої частини своєї території. Не дивно, що більшість пам'яток найбільшого зацікавлення розташована у гірських регіонах держави, що зайвий раз є свідченням передуючої важливості характеристики саме геоморфологічних пам'яток, представлених живописними морфологічними ознаками.

Проте, складність будови земної кори у рівнинних областях, наявність численних і різноманітних тектонічних структур, складної будови кристалічного фундаменту, який, вряди-годи, відслонюється на земній поверхні та строкатість осадового чохла, а також тривалий і складний характер розвитку земної кори, рельєфу земної поверхні та змінюючих один одного ландшафтів (тобто, складна і досі остаточно не досліджена палеогеографічна обстановка) обумовили існування на території України численних геолого-геоморфологічних пам'яток.

Вище згадані загальні особливості формування геолого-геоморфологічних пам'яток, характер взаємовідносин геологічної будови і рельєфу земної поверхні, причини і наслідки таких взаємовідносин, певні етнокультурні риси районів поширення окремих геолого-геоморфологічних пам'яток потребують фактичного і методологічного вивчення і систематизації

Важливим завданням є також дослідження місць розташування, аналіз походження, особливостей відображення на земній поверхні, встановлення певних етнокультурних ознак деяких геолого-геоморфологічних пам'яток України та положень методологічної єдності поняття «геолого-геоморфологічні пам'ятки». Іншим важливим завданням було розроблення способів доступного пізнання походження, історії розвитку тієї частини навколишнього середовища, яка представлена геолого-геоморфологічними пам'ятками.

Украй важливим є встановлення закономірностей динаміки довкілля щодо збереження геологічних та геоморфологічних пам'яток, змінюваних природними та антропогенними чинниками, актуальними є також розроблення інформаційних основ моніторингу геологічних та геоморфологічних пам'яток України.

Питання охорони довкілля, які вирішуються різними способами, серед багатьох інших аспектів, представлені також створенням розвиненої заповідної мережі, у складі об'єктів якої різною мірою присутні проблеми охорони рельєфу, як одного і найважливіших складників природного середовища. На сьогодні в різних країнах створені і продовжують з'являтися території різних категорій заповідання, чимало з них містять визначні геолого-геоморфологічні пам'ятки, тісною мірою *пов'язані з розвитком геосистем* таких територій в цілому, а також виступаючи *аномально репрезентативними* у своєму статусі. Групу геолого-геоморфологічних пам'яток почали виділяти порівняно недавно.

В Україні переконливою основою для започаткування формування офіційного статусу геолого-геоморфологічних пам'яток стала відома публікація В. Г. Бондарчука (1961), у подальшому статус геологічних пам'яток формувався у працях Н. Е. Коротенка, А. С. Щириці, А. Я. Каневского та ін. (1987), В.П. Гриценка, А.А. Іщенка, Ю.О. Руська, В.І. Шевченка (1995) V. Grytsenko, K. Rudenko, V.Stetsiuk (2013), у чотиритомнику «Геологічні пам'ятки України» (2006 – 2011), Е.Т. Палієнка (1978), О.А. Борсука, А.В. Бредіхіна (2012), В.М. Палюха (2010), І. Чернець (2011). Зростала також кількість публікацій у періодичних наукових виданнях, матеріалах наукових конференцій, порушувалися окремі аспекти геологічних та геоморфологічних пам'яток у дисертаційних роботах.

Щодо пам'яток виключно геоморфологічного характеру, то значний крок у формуванні їхнього статусу здійснено Е. Палієнком (1978), де у підручнику «Пошукова та інженерна геоморфологія» у розділі «Охорона рельєфу» наведена генетична класифікація природоохоронних геолого-геоморфологічних об'єктів, які у тексті роботи розглядаються як геолого-геоморфологічні пам'ятники. Характеристика походження таких об'єктів та райони їхнього поширення наводяться у таблиці 1.

З часу опублікування зазначеного навчального посібника певні його положення були використані і дещо розширені у різних публікаціях, проте, на сьогодні досконалішої моделі не існує.

Згодом охорона і збереження цінних об'єктів неживої природи набуває все більшого розмаху в цілому світі. У 1988 р. створена Європейська Асоціація зі збереження геологічної спадщини (ПроГЕО). «Метою створення Асоціації є збереження об'єктів геологічної спадщини, що мають наукове та історико-культурне значення і використання їх в наукових і навчальних цілях» (Н.Г. Люта та ін., 2012, с. 12). З цього часу в країнах Європи розпочинаються масштабні роботи по виявленню, класифікації, ранжируванню і документації об'єктів геологічної спадщини, популяризація знань в галузі їх вивчення і збереження серед населення, організовуються наукові дослідження на цінних геологічних об'єктах, проводяться майже щорічні симпозіуми та семінари з питань геоконсервації. А такі країни, як США та Австралія, мають ще давнішу історію збереження об'єктів неживої природи.

Раніше вже відзначалося, що питання класифікації геолого-геоморфологічних пам'яток являє собою предмет дискусії, яка триває й досі. Щодо ролі рельєфу земної поверхні та його формування і розвитку, то це є ще одним бар'єром у формуванні об'єктивних класифікаційних уявлень про геолого-геоморфологічні пам'ятки.

Наведемо витяг зі статті «Ще раз про геологічні пам'ятки», згаданої вище (Н.Г. Люта та ін., 2012), і опублікованої в журналі «Мінеральні ресурси України».

Таблиця 1. **Генетична класифікація природоохоронних геолого-геоморфологічних об'єктів (за Е. Палієнком, 1978 з доповненнями)**

Групи однорідних форм рельєфу	Природоохоронні об'єкти геоморфологічного характеру	Райони поширення
Тектонічний Вулканічний	Різноманітні тектонічні дислокації, відображені у рельєфі, палеосейсмо-дислокації, а також відображені у рельєфі вулканічні апарати, форми інтрузивного та ефузивного магматизму, відкопані денудацією лаколіти, некки, дайки тощо	Гірські країни, зрідка – райони кристалічних щитів, кряжів, височин зі значною енергією рельєфу
Псевдовул-канічний	Грязьові вулкани, сопки, озерні заглиблення з наявністю слідів сучасної еруптивної діяльності	Райони сучасних геосинклінальних поясів та магматизму центрального типу
Гравітаційний	Кам'яні ріки, обвали, брили, зсувні тіла	Гірські країни, урвисті схили річкових долин на рівнинах, уступах плато
Флювіальний	Річкові долини і їх елементи: пороги, каньйони, мальовничі схили, заплави, берегові вали, коси, тераси. Пагорби, пасма, яри, балки, озера.	Території поширення нинішньої та давньої флювіальної морфоскульп-тури
Карстовий та суфозійний	Печери, гроти, підземні галереї, річки, озера, воронки, каррові гребені, блюдця, які просідають; глинистий карст.	Повсюдно за наявності умов розвитку карсту на сьогодні та у минулому
Льодовиковий	Моренні пагорби, ози, ками, друмліни, баранячі лоби, "кучеряві" скелі, валуни, льодовикові дислокації.	Райони давніх зледенінь та зони деградації сучасних льодовиків унаслідок глобального потепління
Еоловий	Стародавні дюни, бархани, «пустельна засмага», форми еолової обробки гірських порід (стільники, ніші, карнизи, останці).	Аридної морфоскульптури, узбережжя морів, піщані масиви флювіальної акумуляції
Кріогенний (мерзлотний)	Відслонення жильного льоду, крижані релікти релікти багаторічних мерзлих поріт, гігантські гідролаколіти, екзотичні форми полігонального рельєфу	Райони поширення багаторічної мерзлоти, а також кріогенна морфоскульптура, відкопана сучасними денудаційними процесами
Морський	Пляжі, берегові вали, коси, пересипи, лимани, лагуни, екзотичні скелі, абразійні уступи, біогерми, сучасні та давні рифові споруди	Узбережжя морів, а також райони давніх морських трансгресій
Антропогенний	Кургани, могильники, вали, кам'яні піраміди, культові споруди, кар'єри, печери, штольні, сліди діяльності палеолітичної людини	Райони діяльності давніх цивілізацій, різних археологічних культур, сучасні феноменальні антропогенні форми рельєфу

«Окремо варто згадати чотиритомне видання Державної геологічної служби України «Геологічні пам'ятки України» (2006, 2007, 2009, 2011 рр.), яке містить інформацію про 601 такий об'єкт. Безумовно, це надзвичайно важливе узагальнення, необхідне для обліку геологічних пам'яток, яке є результатом роботи великого колективу геологів-виробничників. Однак водночас це видання напрочуд яскраво висвітлює проблеми – насамперед методичного характеру, які виникають у процесі класифікації пам'яток, надання їм певного статусу, визначення їх екологічного стану тощо.

Багато питань у читача виникає стосовно класифікації геологічних пам'яток. На жаль, автори чотиритомника не навели застосовану ними класифікацію. Однак з принципів віднесення пам'яток до певних типів випливає, що тут немає єдності підходів – тип пам'ятки ви значається не лише за напрямами геологічної науки, яка вивчає ті чи інші природні об'єкти (стратиграфічний, петрографічний тощо), а й за походженням об'єктів, чи процесами, що призвели до їх утворення (магматичний). Дуже багато об'єктів віднесені авторами «Геологічних пам'яток України» до геоморфологічного типу. До цієї категорії з незрозумілих причин потрапили майже всі карстові печери, унікальне бальнеогрязьове родовище озеро Чокрак (єдине грязьове родовище в Криму!) та ціла низка інших об'єктів. Особливо не зрозумілим є віднесення до геоморфологічного типу грязьових вулканів Криму, більшість з яких не формує більш-менш значних форм рельєфу, що не заважає їм бути унікальними геологічними пам'ятками (очевидно, геодинамічного типу), оскільки вони за своєю суттю є постійно діючими відкритими каналами, що постачають на поверхню матеріал з кількакілометрової глибини.

Карстові печери в чотиритомнику також визначені здебільшого як геоморфологічні, рідше як спелеологічні пам'ятки. Це при тому, що суто геоморфологічно (в рельєфі) карстові печери можуть

і не виявлятися зовсім. З усього вищезазначеного випливає, що класифікація геологічних пам'яток є дискусійною і потребує удосконалення. Це було підтверджено учасниками конференції «Геологічні пам'ятки – яскраві свідчення еволюції Землі», що відбулася у 2011 р. у м. Кам'янці-Подільському, і запропоновано зміни до класифікації геологічних пам'яток, причому за основу більшість учасників погодилися прийняти класифікацію за генетичними ознаками. На думку авторів, якщо ми намагаємося класифікувати об'єкт як геологічну пам'ятку, то наше завдання – показати саме геологічну складову, що робить об'єкт пам'яткою – типовою або унікальною. Якщо пам'ятка комплексна, то це безперечно її перевага, але нами акцент повинен ставитися саме на геологічну сутність.»

Попри цікаву інформацію щодо внеску геологічної спільноти України у важливий вид цієї професійної та освітянської діяльності, на наш погляд, автори статті ігнорують очевидне положення про те, що *більшість типів геологічних пам'яток сформовано унаслідок різноманітних морфологічних, генетичних, вікових та динамічних особливостей формування рельєфу земної поверхні* (це – властивості рельєфу, тобто, предмет вивчення геоморфологічної науки). Ці ж причини обумовлюють:

а) постійне *домінування у природному середовищі екзогенних геоморфологічних процесів (денудаційних та акумулятивних)*, які у різних і конкретних геоморфологічних обстановках спричинювали формування певних генетичних типів осадових порід і препарування кристалічних порід;

б) їхні подальші зміни, а також забезпечення *виведення на земну поверхню особливостей геологічної структури*;

в) перетворення гірських порід відповідно до їхніх фізико-хімічних властивостей (*селективна денудація*);

г) вияв тектонічних структур у рельєфі (*морфоструктура*);

д) різні форм вияву *магматизму у формуванні нерівностей земної поверхні* тощо. Прикладом зазначених взаємин геологічних та геоморфологічних пам'яток може служити таблична модель, створена нами і наведена нижче (табл. 2).

Таблиця 2. **Ознаки методологічної єдності геологічних та геоморфологічних пам'яток**

Тип геологічної пам'ятки	**Геоморфологічний зміст геологічної пам'ятки**
Стратиграфічний та геохронологічний	Відслонення гірських порід, у вигляді своєрідних *морфологічних ознак рельєфу земної поверхні* (урвища, останці, сейсмодислокації, нагромадження обвалених порід та інші наслідки діяльності екзогенних геоморфологічних процесів), які *сприяють появі на земній поверхні, тобто, у зоні доступності*, зразків, приданих до розпізнавання характерних рис для визначення геологічного віку
Мінералого-петрографічний	Відслонення унікальних, цікавих у науковому плані або типових гірських порід, сюди ж можна віднести сліди давніх та сучасних розробок корисних копалин (всі вони представлені певними *морфологічними властивостями земної поверхні – формами рельєфу*)
Палеонтологічний	Відслонення гірських порід з залишками фауни і флори тих часів, коли утворилися ці породи, *виведені на денну поверхню тривалими денудаційними процесами з відповідним відображенням у рельєфі*
Тектонічний	Характерні морфологічні форми рельєфу або особливості геологічної структури, відображені у рельєфі, як втілення постулату взаємодії ендогенних та екзогенних чинників формування рельєфу, і які свідчать про вияв давніх рухів земної кори або конкретних рис механічних деформацій гірських порід з *відповідним препаруванням генетично різними геоморфологічними процесами*
Геоморфологічний	*Морфологічне та генетичне різноманіття форм рельєфу земної поверхні, які пояснюються впливом відповідних геолого-геоморфологічних процесів* (печери, останці, каньйони та інше); до цього типу віднесені також і деякі нечисленні гідрологічні об'єкти (водоспади, озера, витоки рік тощо), які мають виразні геоморфологічні образи
Ландшафтно-пейзажний	Геологічні феномени, які наразі мають особливу культурно-естетичну цінність *завдяки виразному геоморфологічному вигляду*. Це, як правило, екзотичні скелі, з якими пов'язані легенди, і які часто є головним елементом мальовничих ландшафтів, різного розміру денудаційні останці, з розташованими на них культовими спорудами, поєднання і контрасти форм рельєфу, розташованих поруч (зазвичай, вони стають сюжетами пейзажного живопису) тощо. Всі зазначені морфологічні феномени *сформовані тривалою селективною денудацією (сукупністю екзогенних геоморфологічних процесів*)

Висновки. Категорія природних феноменів «геолого-геоморфологічні пам'ятки» характеризується значною консервативністю, порівняно з іншими складниками довкілля і тому є носієм палеогеографічного, етнокультурного, геосистемного та природопізнавального змісту, що надає їй статусу атракційно-туристичних об'єкту *та відображує* (разом зі зростаючим розвитком спортивного та екстремального туризму, спелеології, підземної урбаністичної субкультури, дайвінгу, рафтінгу, рекреаційного сплаву по річках, джампінгу, спортивного рибальства та мисливства тощо) *сучасні тенденції у розвитку туристичної галузі в цілому.*

Недооцінка участі у формуванні геолого-геоморфологічних пам'яток саме геоморфологічних процесів, які власне і здійснюють відслонення на земній поверхні різноманітних геологічних пам'яток, призводить до того, що «геолого-геоморфологічні пам'ятки» є нічим іншим, як *відображенням у рельєфі* не тільки особливостей геологічних чиників формування геолого-геоморфологічних пам'яток, але й *різноманіття впливу рельєфоутворюючих процесів*, їхньої динаміки (вияву і розвитку), що визначає методологічний статус переважаючої більшості пам'яток як геолого-геоморфологічні.

Список літератури

1. *Бондарчук В. Г.* Геологические памятники Украины. Київ, 1961. 80 с. ***2.*** *Борсук О. А., Бредихин А. В.* Геоморфологические памятники природы: типология, классификация, экспонирование. Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования: Труды VII Международной научно-практической конференции. МГУ имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, 27–28 апреля 2012. С.-Пб.: Д.А.Р.К., 2012. 88с.). ***3.*** Геологические памятники Украины: справочник путеводитель / Н. Е. Коротенко, А. С. Щирица, А. Я. Каневский и др. К. : Наукова думка, 1987 156 с. ***4.*** Геологічні пам'ятки природи України: проблеми вивчення, збереження та раціонального використання / Гриценко В. П., Іщенко А. А., Русько Ю. О., Шевченко В. І. К., 1995. 60 с. ***5.*** *Grytsenko V., Rudenko K., Stetsiuk V.*Ukraine - «Geoheritage in Europe and its conservation». ProGEO, 405 pp., Oslo, September, 2013. ***6.*** Геологічні пам'ятки України. К., 2006 Т. 1–Т. 4, 2006. 2011. ***7.*** *Люта Н. Г., Саніна І. В., та ін.* Ще раз про геологічні пам'ятки / Мінеральні ресурси. №1. УкрДГРІ, 2012. с. 39-44. ***8.*** *Палієнко Е.Т.* Поисковая и инженерная геоморфология. К.: «Вища школа», 1978. 200 с. ***9.*** *Палюх В.М.* Розвиток поняття «геологічна пам'ятка природи». Наукові записки СумДПУ імені А.С. Макаренка Серія географічні науки, 2010, Вип. 1. С. 150-154. ***10.*** *Чернець І.* Класифікації геологічний пам'яток природи та місце у них опорних розрізів лесово-грунтової серії. / Раціональне природокористування і охорона природи. Наукові записки. № 2. 2011. С. 248-253.

УДК *911.9*

Бортник С.[1], Лаврук Т.[1], Тимуляк Л.[2], Олещенко А.[3]

[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

[2]Інститут географії НАН України, Київ

[3]ДП «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «ДІПРОМІСТО» імені Ю.М. Білоконя, Київ

ПІДГОТОВКА ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ – ВАЖЛИВЕ ЗАВДАННЯ СУЧАСНОЇ ГЕОГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ

Сучасна географічна освіта мусить трансформуватись відповідно до запитів практики. На сьогодні постала необхідність у підготовці фахівців у галузі просторового планування. Просторове планування – це галузь знань та практичної діяльності, направлена на покращення якості навколишнього середовища шляхом вибору оптимальних сценаріїв людської діяльності на певній території.

Досвід високорозвинених країн вказує на необхідність і ефективність застосування ландшафтного підходу при просторовому плануванні, координуванні, реалізації містобудівної та землевпорядної діяльності. Підґрунтям такого підходу є комплексні природничі дослідження, за результатами яких проводиться моделювання схем оптимального природокористування на місцевому, регіональному та загальнодержавному рівнях. Саме тому важливою є участь географів у практиці просторового планування, у тому числі геоморфологів та ландшафтознавців, з їх знаннями базових географічних дисциплін.

Особливо актуальним є планування на місцевому рівні, в умовах реформи адміністративно-територіального устрою та формування об'єднаних територіальних громад.

Не менш важливим є також планування регіонального просторового розвитку, галузеве планування, планування транскордонних та природно-заповідних територій, планування інфраструктури для розвитку природничого туризму тощо.

Розпочинати практичні реформи у просторовому плануванні потрібно з підготовки фахівців. З цією метою на кафедрі землезнавства та геоморфології Київського національного університету імені Тараса Шевченка розроблено освітні навчальні програми для магістрів та для бакалаврів спеціальності «Ґрунтознавство, управління земельними ресурсами та територіальне планування» і видано навчальний посібник «Просторове та ландшафтне планування» (2016).

Навчальні програми орієнтовані на вимоги Європейської ландшафтної конвенції, згідно яких кожна країна зобов'язується сприяти підготовці спеціалістів у галузі оцінки ландшафтів та їхнього використання; розробці навчальних програм з багатьох дисциплін у галузі ландшафтної політики, спрямованої на охорону, регулювання та планування ландшафтів для фахівців у приватному та державному секторах, а також для відповідних об'єднань.

У навчальному процесі оцінка ландшафтів та їх використання проводиться студентами на прикладі рідного краю на різних рівнях – від локального до регіонального (фації, урочища, місцевості, індивідуальні та типові ландшафти в межах своєї адміністративної області та регіону). Аналізуються типи природокористування, їх вплив на розвиток (чи деградацію) ландшафтів, екологічна та земельна політика в межах власного населеного пункту, району, області, держави. Особлива увага зосереджується на питаннях, які виникають у зв'язку з охороною ландшафтів та плануванням природо-заповідних територій. Відповідно до такого підходу обираються основні методи планування – системний аналіз, нормативний (врахування правових норм), економіко-математичний, балансовий, статистичний, картографічний, використання ГІС-технологій, просторове моделювання тощо. При стратегічному плануванні просторового розвитку використовується SWOT- аналіз.

У результаті кожен студент протягом семестру фактично виконує курсовий проект, що може бути використаний як з навчальною метою, так і для конкретних прикладних цілей. Важливим є й те, що під час виконання таких практичних проектів з просторового та ландшафтного планування студенти обмінюються власним досвідом, вчаться виявляти конфлікти і проблеми окремих територій нашої країни, а також шукають шляхи вирішення існуючих проблем, використовуючи багатий міжнародний природоохоронний досвід.

Суттєво доповнює програму підготовки фахівців з просторового планування виробнича навчальна практика, що проводиться на базі ДП «Український державний науково-дослідний інститут проектування міст «ДІПРОМІСТО» імені Ю.М.Білоконя. Тут студенти беруть участь у підготовці містобудівної документації, набувають навичок самостійних досліджень та практичного впровадження їх результатів.

Завершується навчальна програма захистом магістерських робіт. Показовими впродовж останніх років стали магістерські роботи «Геоморфологічна експертиза території Васильківського району як основа для планування його розвитку» магістра Буракової О.В., 2016; «Еколого-геоморфологічні дослідження урбосистем малого міста (на прикладі м. Новгород-Сіверський Чернігівської області)» магістра Кисіля Ю.В., 2016; «Організація міського простору Києва з урахуванням геоморфологічних особливостей його території» магістра Косяченка Н.О., 2017; «Досвід планування транскордонних природоохоронних гірських територій (Україна - ЄС)», магістра Омельчук Т.І., 2018; «Географічні засади планування міських територій на прикладі міста Чернігова» магістра Ходимчук І.Ю., 2018.

Така співпраця провідних освітніх і науково-дослідних закладів та проектних організацій у підготовці фахівців у галузі просторового планування прискорює шляхи до стійкого просторового розвитку держави.

УДК: 911.9:372.891

Бойченко І.В.
Хмельницький політехнічний коледж Національного університету «Львівська політехніка», м. Хмельницький

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОТУРИСТИЧНИХ МАРШРУТІВ У ЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ СТУДЕНТІВ (НА ПРИКЛАДІ ТЕРИТОРІЇ м. ХМЕЛЬНИЦЬКОГО)

Удосконалення системи освіти – соціальна проблема, вирішення якої полягає у приведенні освіти у відповідність до нових соціально-економічних вимог, визначенні пріоритетних напрямів освітньої політики, стратегії і тактики дій відповідно до потреб суспільства і ресурсів держави, створення освітянських програм, необхідних для послідовного економічного і соціального розвитку суспільства, поліпшення екологічного стану території, а також індивідуального культурного самовираження особистості у суспільстві.

Екологічна освіта формує у студентів критичне, етичне, креативне мислення при оцінюванні проблем. Розвиваються навички та здатності до самостійних і колективних дій для підтримки та поліпшення стану довкілля. Важливе значення в освітньому процесі має той факт, що знання з екології, які отримують студенти в аудиторіях, потребують і практичного підкріплення.

Для реалізації даного питання необхідна розробка геотуристичних маршрутів, які б об’єднували низку цікавих геолого-геоморфологічних природних, антропогенних чи природно-антропогенних утворень, на прикладі яких можна проілюструвати вплив на навколишнє середовище. Такими об’єктами, на нашу думку, можуть стати кар’єри розташовані на території м. Хмельницький та в його околицях.

У якості потенційних об’єктів для геотуристичного маршруту доцільно використати лесові кар’єри, що проаналізовані у роботах О.В. Колтун [2, 3]. Детальний опис і самих кар’єрів і зсувних процесів, що відбуваються в них може стати основою для проведення порівняльного аналізу та виявлення як динаміки цих процесів, так і змін морфології та морфометрії самих кар’єрів. При розробці маршруту нами враховані вимоги запропоновані у роботі [1]: об’єднання максимально можливої кількості пізнавальних геолого-геоморфологічних об’єктів, що виступатимуть в якості точок спостереження; оптимальна для піших переходів відстань між ними; загальна протяжність, що відповідала б фізичній підготовці учасників та не впливала б негативно на сприйняття інформації; територіальна доступність.

Нами пропонується розпочати маршрут у мікрорайоні Гречани поблизу кар’єру, що розташований на лівому березі р. Плоска. Далі маршрут проходить до мікрорайону Дубове, де розташовано декілька кар’єрів. Другим об’єктом дослідження є кар'єр вироблений у схилі та днищі балки, що відкривається до долини р. Плоска праворуч. Звідти доцільно перейти до третього об’єкту - найдавнішого кар'єру, що знаходиться в нижній частині балки – лівої притоки р. Самець (зараз це територія сучасного цегельного заводу). Далі можна повернути у західному напрямку та вийти до кар’ру, що розташовувався у дні балки, а нині перекритий зсувним тілом. Наступною зупинкою є Дубівський кар’єр на лівому березі р. Самець. Останньою локацією пропонується кар’єр розташований у правому схилі балки – правої притоки р. Самець. Об’єкти, що об’єднуються у цьому маршруті демонструють як різоманітність місць їх розташування, так і екзогенних процесів, що розвиваються на їх території. На прикладі цих об’єктів маємо можливість пояснити студентам взаємний вплив та зв’язки у системі «життєдіяльність людини – оточуюче середовище».

Окремий маршрут можна запропонувати до Головчинецького кар'єру, що розташований неподалік м. Хмельницького. Даний кар’єр закладався для видобування граніту, але через досить високий рівень підземних вод за короткий час наповнився водою. На даний момент глибина цієї штучної водойми становить близько 70-ти метрів. Тут сформовано рекреаційну зону з відповідною інфраструктурою - туристичний оздоровлюючий комплекс «Головчинці-озеро», що став чудовим місцем для відпочинку хмельничан і жителів прилеглих сіл. Таким прикладом ми можемо показати раціональне використання результатів втручання людини в екосистему.

Розглядаючи і вивчаючи такі антропогенні форми та процеси, що в них відбуваються,

можемо сказати, що студенти залучаються до спостереження та експериментування. А саме це допомагає в прогнозуванні та інтерпретації даних про екологічні проблеми. Нашою метою була просвітницька і освітня діяльність серед студентів, щодо питання видобутку корисних копалин і до яких несподіваних наслідків це може призвести.

Екологічна освіта є життєво-важлива для підвищення суспільної екологічної свідомості. Роль екологічної освіти у забезпеченні майбутнього розвитку та якості життя шляхом охорони довкілля, подолання бідності, мінімізації нерівності та забезпечення сталого розвитку.

Список літератури

1. *Бортник С.Ю, Погорільчук Н.М., Ковтонюк О.В.* Досвід розробки та використання у навчальному процесі геолого-геоморфологічних маршрутів*. Геотуризм: практика і досвід: мат*. II міжнар. наук.-практ. конф. Львів: НВФ «Карти і атласи», 2016. С. 19–22. ***2.*** *Колтун О.В.* Геоморфологічні процеси у кар'єрах XIX ст.. у м. Хмельницькому. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2016. Вип. 1. С. 104-117. ***3.*** *Колтун О.В.* Сучасна морфологія кар'єрів XIX ст. у м. Хмельницьком. *Наук. записки Сумського пед. ун-ту. Сер. геогр.* 2016. Вип. 7. С. 53–63.

УДК 910.3 (551.435.426)

Галаган О.О., Ковтонюк О.В., Корогода Н.П.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ОЦІНКА ГЕОТУРИСТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВОРОЖЕСЬКОГО КАРУ (СВИДОВЕЦЬКИЙ МАСИВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ)

На сьогодні Свидовецький масив Українських Карпат активно розглядається як перспективна територія для будівництва гігантського гірськолижного курорту. Прихильники даного питання, вважають це найбільш перспективним напрямом розвитку туристичної привабливості регіону. Втім, їх опоненти, застерігають, що проведення такого виду робіт негативно відіб'ється на вразливій екосистемі регіону. Протягом попереднього року географами, біологами, екологами провідних навчальних закладів та профільних наукових установ опубліковано низку робіт присвячених даній проблемі [2, 4, 7]. Незважаючи на те, що східна частина масиву Свидовець, розглядається як об'єкт Смарагдової мережі Європи [7], натепер він є недостатньо захищеним від реалізації такого роду проектів, оскільки не має чітко визначеної стратегії сталого розвитку регіону.

Безперечно, туризм у даній місцевості потенційно є найбільш економічно привабливим напрямом діяльності, проте, зважаючи на довгострокові цілі, концепцію сталого розвитку, та екологічну цінність регіону, це мають бути його «найбільш безпечні види»: пішохідний, сільський, зелений, що можуть підсилюватися або поєднуватися з ідеями природопізнавального туризму. Можливості використання території для цього виду туризму детально висвітлено у роботах [1, 3]. На нашу думку, одним з перспективних напрямків, є також розвиток геотуризму, який базується на дослідженні геолого-геоморфологічних об'єктів, у тому числі і для отримання естетичних вражень. Для обґрунтування даної тези, за необхідне вбачається визначити геотуристичну цінність масиву та/або його окремих геосайтів. Така оцінка, в тому числі, дозволяє виокремити риси, що формують зазначену цінність, та обґрунтувати можливі шляхи її підвищення.

«Цінність» окремих територій достатньо довго вважалася досить суб'єктивним поняттям. Особливо гостро проблема обґрунтування «цінності» проявлялася в контексті сталого розвитку чи оцінки земель. У 90-х роках минулого століття, з'явилися спроби відійти від суб'єктивізму, та запропонувати досить чіткі підходи, зокрема кількісні показники для визначення цінності окремих територій. Роботи, що стали основними віхами у становленні даного напрямку представлено у [8]. Також у даній роботі зауважено, що визначення геотуристичної цінності, як прояву наукових, естетичних та інших характеристик, виокремилося на початку 2000-х років, зокрема у роботах: Pralong 2005, Reynard et al. 2008, Pereira et al. 2007, Zouros 2007, і т.д. Об'єднання всіх цих цінностей у єдину бальну модель оцінки геосайтів (GAM), та застосування її для гірських місцевостей проводилось у [8]. На основі даної методики, українськими вченими також були оцінені окремі геосайти

Чорногірського масиву в Карпатах (зокрема кари у верхів'ях Пруту Заросляцького та кари долини Пруту Данцерського) [6].

Кари є найяскравішими формами льодовикового рельєфу на території Українських Карпат, і мають безумовну, науково-пізнавальну, естетичну цінність, та потенціал розвитку геотуристичного напрямку ведення господарської діяльності у регіоні. В даній роботі, ставилося за мету, застосувавши зазначену методику, оцінити один з найвідоміших Свидовецьких карів – Ворожеський, що знаходиться на північно-східному схилі масиву на висоті 1460 м. Тилова стінка кару сягає висоти близько 150 м, крутизна її до 45 – 50^0 [5], його довжина – близько 700 м, ширина – понад 550 м.

Проведене визначення геотуристичної цінності Ворожеського кару, базувалась на моделі що паритетно враховує основні та додаткові показники цінності геосайту (1) [8].

$$GAM = \text{Основні показники } (VSE + VSA + VPr) + \text{Додаткові показники } (VFn + VTr), \quad \textbf{(1)}$$

де *GAM* – геотуристична цінність; *VSE* – наукова цінність, *VSA* - естетична цінність, *VPr* – захисна цінність; *VFn* – функціональна цінність; *VTr* – туристична цінність

Так, до основних авторами [8] було віднесено наукову, естетичну та захисну цінність. За основними показниками цінності, оцінка Ворожеського кару становить 10,75 (що визначає його високий геотуристичний потенціал, зокрема в порівнянні із такими показниками карів Чорногори, серед яких найвищу основну цінність мають Туркульський та Брескульський кари (8,75 і 7,25 відповідно) [6].

Проте, як видно з моделі (1) геотуристична цінність враховує і додаткові показники, що головно базуються на доступності геосайту та якості туристичної інфраструктури. Даний складник моделі для Ворожесього кара становить лише 1,75. У той же час для порівняння окремі Чорногірські кари мають 9 та 7,5 (Малоговерлянський та Туркульський відповідно) [6]. Показник додаткової цінності, враховує зокрема наявність організованих відвідувань геосайта, рівень та кількість рекламних ресурсів, близькість важливих дорожніх мереж, рівень та наявність туристичної інфраструктури тощо. Такий низький рівень, звичайно, вплинув на загальний показник геотуристичної цінності, що склав 12,5.

Проведений таким чином аналіз, дозволяє стверджувати, що даний геосайт має велику наукову, естетичну тощо цінність і незначні капіталовкладення, зокрема в інфраструктуру, рекламу тощо різко підвищать його цінність як геотуристичного об'єкта.

Список літератури

1. *Бортник С. Ю., Ковтонюк О. В., Кравчук І. В., Лаврук Т.М.* Організація природопізнавальних туристичних маршрутів на території центральної частини гірського масиву Свидовець. *Фізична географія та геоморфологія*, 3 (91), Київ 2018. с. 55 - 65. ***2.*** *Бортник С.Ю., Ковтонюк О.В., Кравчук І.В., Лаврук Т.М., Острікова В.Р., Тимуляк Л.М.* Басейн річки Чорна Тиса – перспективна територія для розширення меж Карпатського біосферного заповідника. *Фізична географія та геоморфологія,* 2 (90), Київ 2018. с. 97-112. ***3.*** *Галаган О., Ковтонюк О., Корогода Н., Цвелих Є.* Природничо-географічна складова туристичних маршрутів (на прикладі маршруту долиною Чорної Тиси). *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Географія.* 66 (1), Київ 2017. с. 77-80. ***4.*** *Кагало В., Канарський Ю., Микітчак Т., Ковтонюк О., Кобів Ю., Кияк В., Сичак Н., Башта А.-Т., Царик Й., Дикий І., Шидловський І, Решетило О.* Природоохоронне значення території центрального Свидовця (Українські Карпати). *Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Географія.* 1 (70), Київ 2018. с.35-47. ***5.*** *Кравчук Я.* Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2008. 187 с. ***6.*** *Лущик А.* Оцінка карів басейну р. Прут як геотуристичних об'єктів. Проблеми *геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Зб. наук. пр. Львів 2016. с. 149-157. ***7***. *Tymur Bedernichek, Tetyana Partyka, Roman Cherepanyn, Tetyana Kuchma, Vlasta Loya, Myroslaw Kabal, Ruslan Gleb* Environmental impact of the planned ski resort SVYDOVETS: far-reaching Consequences on the ecosystems and biodiversityю Book of Abstracts 5 th Forum Carpaticum Adapting to Environmental and Social Risk in the Carpathian Mountain Region Hotel Eger-Park, Eger, Hungary | 15-18 October 2018. С. 74-76. ***8.*** *Vujičić, M. D., Vasiljević, Dj. A., Marković, S. B., Hose, T. A., Lukić, T., Hadžić, O. and Janićević, S.* (2011). Preliminary geosite assessment model (GAM) and its application on Fruška Gora Mountain, potential geotourism destination of Serbia. Acta Geographica Slovenica, 51, 361-377.

УДК 501.92/94(477)

Герасименко Н. П.[1], Ногін Є. В.[2]
[1]Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
[2]Чернігівський обласний історичний музей імені В. В. Тарновського, м. Чернігів

ПРИРОДНІ УМОВИ ПРОЖИВАННЯ НАСЕЛЕННЯ НЕОЛІТИЧНОЇ ДНІПРО-ДОНЕЦЬКОЇ ЕТНОКУЛЬТУРНОЇ СПІЛЬНОТИ ПОСЕЙМІВ'Я (ПАМ'ЯТКА СЕРИКОВІ СОСНИ, ЧЕРНІГІВЩИНА)

Поселення Серикові Сосни, археологічно датоване другою половиною V тис. до н.е., розташоване в однойменному урочищі на північ від с. Красне Бахмацького району(51°315'62" N, 33°036'30" E) на останці борової тераси р. Сейм (6 м над рівнем заплави),до якої місцями прилягають заболочені стариці [1,2]. Культурний шар було виявлено на двох підвищених ділянках тераси, розділених невеликим зниженням. На східному підвищенні, що виступає мисом у заплаву між двох стариць, у поховальній ямі глибиною 1,60 м знайдено цілий неолітичний горщик, заповнений давнім ґрунтом. За всіма ознаками його можна віднести до середнього періоду існування неолітичної дніпро-донецької етнокультурної спільноти. У Посеймів'ї та Подесенні населення цієї спільноти займалося мисливством та рибальством. Поховальні пам'ятки тут досі були невідомі.

Культурний шару цьому місцерозташуванні залягає у похованому на гл.1,40-1,60 малопотужному прошарку інтенсивно гумусованого темно-сірого ґрунтового матеріалу, значно темнішого від молодшого полігенетичного ґрунту (у інтервалі гл. 0,30-1,10м), відділеного від культурного горизонту прошарком еолового піску. За віком культурного шару відносимо цей матеріал до середньої атлантики, покривний піщаний прошарок – до посушливого часу перевівання пісків у пізній атлантиці [3, 4], а верхній полігенетичний ґрунт (дерново-підзолистий, перекритий спочатку дерновим ґрунтом, а потім – знову ілювійованим горизонтом підзолистого ґрунту) – до другої половини голоцену. Верхня межа І горизонту, перекритого типовими еоловими пісками (потужністю 0,15-0,20 м), нерівна через розвиток дефляційних процесів.

Кількість пилку у супіщаних ґрунтах є очікувано малою, проте надзвичайний інтерес являє собою палінологічний склад матеріалу виповнення горщику, який був покладений у поховання догори дном і, таким чином, вміст його не був спотвореним впливом подальших нисхідних процесів у розрізі та відображає первинний склад рослинності, яка існувала поблизу поховання.

Сучасний рослинний покрив місця розташування пам'ятки включає чистий сосновий бір, насаджений у 50-і роки XX ст. на піщаному останці тераси, різнотравно-злаковілучні асоціації на заплавній рівнині таболотяні (осоки, рогіз, подекуди – вільха клейка і верба) у старичних зниженнях. У паліноспектрі субфосильної проби ґрунтів неолітичної пам'ятки Чернігівського Полісся–Турбін-Мис, розташованої на заплаві, поблизу борової тераси, абсолютно домінує пилок сосни звичайної. Це, разом із іншимипоказниками складу пилку субфосильних проб, відібраних у (або біля) соснових лісівсвідчить, що пилок *Pinussylvestris* мав би бути домінуючим таксоном у паліноспектрі матеріалу виповнення горщику за умов переважання борів у складі рослинного покриву під час його формування. Проте склад цього пилкового спектрусуттєво інший.

Досліджуваний паліноспектр відноситься до лісо-лучного типу: 27% пилку дерев (AP), 48% пилку трав (NAP) і 25% спор.Вміст пилку *Pinussylvestris* (16%) є мізерним для цієї високопилконосної деревної породи і не дозволяє реконструювати зростання сосни у місці відбору матеріалу виповнення горщика, або поруч із ним. Вміст пилку липи (*Tiliacordata,* 9%), вважаючи на незначну пилкову продуктивність цієї породи, вказує на її поширення на високих добре дренованих суглинкових ділянках заплави, що ймовірно прилягали до дюнних «островів». На узліссях вірогідно зростали папороті (6% спор). Переважання липи в AP є типовою рисою середньої атлантики (7-6 т. р. т.)[5], що цілком відповідає археологічному визначенню віку поховання. Зональним типом рослинності цього часу на Поліссі були мішані ліси – суборі із участю липи [6].

За цих умов переважання у паліноспектрі NAP свідчить про відображення у ньому

азональних умов заплави.Присутність нижнього гумусованого прошарку, на якому розміщений горщик, лише у розрізі поховання дозволяє припущення, що цей щільний матеріал лучного ґрунту був принесений для вимостки днища саме із заплави. Тамперевaжало різнотрав'я, помітною була роль злаків (невисокий вміст їхнього пилку − 9% − зумовлений низьким ступенем збереження цих фосилій). Проте у субфосильних пробах вміст пилку злаків є вищим, як і їхня роль у сучасних ценозах заплави. У складі різнотрав'я найбільшим є представництво рослин із родин айстрових (включаючи цикорієві), розових (включаючи гігромезофіт гадючник), глухокропивових, рідше – ранникових і жовтецевих. Із наявністю на заплаві перезволожених знижень пов'язана присутність пилку осокових (11%), але вміст паліноморф вільхи клейкої, що зростає на старичних болотах, є дуже низьким (<2%). Це дозволяє припустити, що сучасні старичні зниження під час існування поселення були руслом, або принаймні протоками пра-Сейму.

Звертає на себе увагу підвищений вміст спор плаунів (11%), які у зоні мішаних лісів зазвичай ценотично пов'язані із сосновими лісами або чорновільшаниками, поширення яких за досліджуваним паліноспектром у районі не виявлено. Проте певні види плаунів (зокрема, *Lycopodiuminundatum*) зростають на вологих пісках і могли бути приурочені до зволожених субстратів на зниженій ділянці терасового «острова». Заразв Україні цей вид плауна у зв'язку із зміною гідрологічного режиму (зокрема, за рахунок осушення боліт) є рідкісним червонокнижним. Таким чином, клімат Посеймів'я 7-6 т. р. т. був вологішим від сучасного.Про це свідчить і поширення липи, що не є властивою для сухих місцезростань і нині відсутня у складі рослинності досліджуваного терену, і суттєве переважання різнотрав'я над злаками у порівнянні із сучасністю. У той же час місцевість була краще дренованою (значно нижчий вміст пилку гігрофітів, ніж нині). Це, разом із близькістю до річки, вірогідно багатою на рибу, й зумовило вибір неолітичною людиною місця розташування поселення на мисоподібних підвищеннях її тераси.

Список літератури

1. *Ногін Є.* Нові пам'ятки доби неоліту в пониззі р. Сейм. Сіверянський літопис 4, 2007. С. 11–13. ***2.*** *Ногін Є.* Неоліт Північно-Східної України. К.: Ін-т археології НАНУ, 2016. ***3.*** *Герасименко Н.П.* Природная среда обитания человека на юго-востоке Украины в позднеледниковье и голоцене (по материалам палеогеографического изучения археологических памятников). Археологический альманах,1997. С. 63-64. ***4.*** *Dolukhanov P.M., Shukurov A., Davison K., etal.* The spread of the Neolthic in the South-East European Plain: Radiocarbon Chronology, Subsistence and Environment.Radiocarbon 52, 2009. С. 56-67. ***5.*** *Streel M., Paillet M., Beghin J. et al.* Reconstructing Early Atlantic to Early Subatlantic peat-forming conditions of the ombrotrophic Misten Bog (eastern Belgium) on the basisof high-resolution analyses of pollen, testate amoebae and geochemistry. GeologicaBelgica, 21(3-4), 2018. С.129-142. ***6.*** *Безусько Л.Г., Климанов В.А., Шеляг-Сосонко Ю.Р.* Климатические условия Украины в позднеледниковье и голоцене. Палеоклиматы голоцена Европейской части СССР. Институт географии РАН, Москва, 1988. С.125-135.

УДК 911

Денисик Г.І., Канський В.С.
Вінницький державний педагогічний університет ім. Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

ГІДРОГЕОГЛІФИ ЯК АНТРОПОГЕННІ ОБ'ЄКТИ

У процесі функціонування ландшафт Землі уже майже пройшов дві якісно різні фази розвитку і поступово набуває ознак третьої. Перша фаза– функціонування ландшафту у натуральному стані. Усі зміни, що в ньому відбувалися, були зумовлені натуральними чинниками. Друга – антропогенна, упродовж якої натуральний ландшафт майже повністю замінений антропогенним. Третю фазу у розвитку майбутнього культурного ландшафту Землі започатковує сучасне суспільство. Цей процес уже розпочався, однак поки що мало є антропогенних ландшафтів, які можна повністю визнати культурними з геоекологічногопогляду [2]. Передвісниками культурних ландшафтів майбутнього є сучасні *геогліфи*.

Геогліф *– це створений людиною (спеціально чи нецілеспрямовано), природою або*

ж невідомого походження гліф, геометричний або фігурний рисунок чи візерунок, в будь-якій геосфері, що виконує інформативну функцію [3]. Геогліфи можна позначити індексами відповідно до їх розташування у геосферах: у літосфері – літогеогліфи (індекс – *GL* – *GeoglyphLithosphere*), гідросфері – гідрогеогліфи (*GH*), атмосфері – атмогеогліфи (*GA*), біосфері – біогеогліфи (*GB*), техносфері – техногеогліфи (*GT*). Кожен клас має підкласи: літогеогліфи поділяються на петрогеогліфи (грец. *πετρα* – камінь), педогеогліфи (грец. *πέδον* – ґрунт) та ін., відповідно до гірської породи, з якої вони складені; гідрогеогліфи мають підклас – гляціогеогліфи (лат. *glacies* – лід); атмогеогліфи поділяються на вапоргеогліфи (грец. *υγρός* – пара), капносгеогліфи (грец. *καπνός* – дим) і фосгеогліфи (грец. *φῶζ* – світло); біогеогліфи на фіто- та зоогеогліфи, в яких виділяються ще мортгеогліфи (лат. *mortuus* – мертвий), які в свою чергу поділяються на зоомортг- та фітомортгеогліфи. Техногеосфера – особлива геосфера геогліфів із технічних об'єктів. Виділяємо ще так званий клас *псевдогеогліфів*(*Gps*). За виглядом вони схожі на штучно створені об'єкти але по суті, були випадково створені природою, тому називати їх геогліфами, які були створені цілеспрямовано для донесення якоїсь інформації не можливо. Прикладом таких геогліфів є: Апеннінський півострів (чобіток), «Голова індіанця» на південному сході Канадської провінції Альберта, фігури з хмар та багато ін. Також розробляємо класифікації відповідно до їх походження, розміру, часу виникнення та часу функціонування, форми, рухливості, зміни функції, тощо.

Функція, яку виконують геогліфи – інформативна. Однак варто уточнити, коли створюють антропогенний геогліф, то *інформативна функція* (ІФ), яка закладається в нього, може бути первинна, вторинна, комбінована і невизначена. Так як і будь-який клас антропогенного ландшафту [1], у процесі свого функціонування з часом геогліф може зазнавати змін, які проявляються у зміні його *геофункції* – трансформації в іншу форму, перехід в іншу геосферу або повному чи частковому зникненні.

Первинна ІФ закладається в геогліф цілеспрямовано. Зокрема, дендрогеогліфи чи літогеогліфи, які були створені ще за давніх часів, до нині виконують свою первинну інформативну функцію. Вторинна ІФ виникає нецілеспрямовано, адже геогліф створено з іншою метою, наприклад, фортеця у вигляді зірки. Комбінована ІФ має подвійну мету.Так, Сонячна електростанція в Китаї у вигляді панди,окрім вироблення електроенергії також інформує про захист навколишнього середовища. Невизначена ІФ, у більшості випадків, належить численним давнім геогліфам, таким як геогліфи плато Наска в Перу чи Торгайські геогліфи в Казахстані, тощо.

Гідрогеогліфи (*GH*) мають свої особливості формування, та функціонування. Один з важливих моментів розбудови гідрогеогліфа –наявність створеної ємності для заповнення водою. Це може бути як вирита заглибина, мережа каналів, чи іншаантропогенна ємність. У структурі гідрогеогліфів виокремлюжться підклас гляціогеогліфів. Так як і решта геогліфів, гідрогеогліфи можуть виконувати первинну, вторинну, комбіновану чи невизначену інформативну (не встановлену) функцію.

Зразками гідрогеогліфів з первинною ІФ є, зокрема, ставок у вигляді людини в Бразилії, канали «*HAMAD*» в ОАЕ, та ін. (рис.1, 2, 3).

Рис. 1. **Гідрогеогліф басейн. Сан-Пулу, Бразилія**

Рис. 2. **Гідрогеогліф навколо храму Ангкор Ват. Камбоджа**

Рис. 3. **Гідрогеогліф на острові аль-Футаісі, ОАЕ**

До гідрогеогліфів вторинної ІФ можна віднести, наприклад, канали навколо фортеці-зірки Ландскрона (Landskrona) (рис. 4) чи Буртанж (Bourtange) (рис. 5). До гідрогеогліфів з невизначеною ІФ відносяться геогліфи, які були створені в давні часи і частково пересохли змінивши геофункцію. Таких каналів багато на півночі Пн. Америки (рис. 6).

Наявні і псевдогеогліфи серед яких є і псевдогідрогеогліфи. Це об'єкти, що створені природою, але своєю конфігурацією нагадують фігури чи гліфи (рис.7).

Рис. 4. **Фортеця Ландскрона**

Рис. 5. **Фортеця Буртанж**

Рис.6. **Давні пересохлі канали на острові *BigRamIsland*. США**

Рис. 7. **Псевдогеогліфи (*Gps*)**

Рис.7а. **Псевдолава геогліф (*GpsL*) «Смайл» (30.07.2016 р.). Гавайський вулкан Кілауеа**

Рис.7б. **Псевдогідрогеогліф(*Gps H*) озеро Шимшал. Пакистан.** *Озер створених природою у вигляді серця у Світі більше 30*

Список літератури

1. *Денисик Г.І.* Антропогенне ландшафтознавство: навчальний посібник. Частина І. Глобальне антропогенне ландшафтознавство. Вінниця: Вінницька обласна друкарня, 2014. 334 с. ***2.*** *Денисик Г.І., Канський В.С.* Геогліфи й майбутній землеустрій України. Землеустрій, кадастр та охорона земель в Україні: сучасний стан, Європейські перспективи. Матеріали Міжнародної конференції. К.: МПБП «Гордон», 2016. С. 14-17. ***3.*** *Канський В.С., Канська В.В.* Геогліфи: суть поняття та основні принципи класифікації. Українська географія: сучасні виклики. Том 1. Зб. наук. праць у 3-х т. К.: Прінт-Сервіс, 2016. С. 42-44.

УДК 911.3

Денисик Г.І., Стефанков Л.І.
Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, м. Вінниця

АНТРОПОГЕННИЙ МІКРОРЕЛЬЄФ У ФОРМУВАННІ НАТУРАЛЬНО-АНТРОПОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ

Пізнанню процесів розвитку і динаміки рельєфу окремих регіонів і Землі загалом географи приділяють достатньо уваги. Поки що перевага у дослідженнях натурального рельєфу над антропогенним, хоча антропогенний рельєф переважає і має суттєве значення у формуванні й функціонуванні промислових, белігеративних, селитебних, рекреаційних і, частково, сільськогосподарських та водних антропогенних ландшафтів. Не менше значення антропогенного рельєфу, особливо мікрорельєфу у розвитку і

функціонуванні літолого-геоморфологічної групи натурально-антропогенних ландшафтів [1]. Це ландшафти які формувались на основі антропогенних мікроформ рельєфу зумовленим розвитком різних видів ерозії, денудації, акумуляції, дефляції, карстових, еолових та інших процесів активізованих господарською діяльністю людей. Значення антропогенного мікрорельєфу у формуванні сучасних ландшафтів розглянемо на прикладі антропогенних зсувів, як найменш пізнаних антропогенних ландшафтних комплексів.

У зв'язку з тим, що в освоєних людиною регіонах переважають антропогенні ландшафти, в їх структурі розвивається, переважно, дві категорії ландшафтно-зсувних комплексів – натурально-антропогенні та антропогенні. З теоретичного погляду необхідно чітко розмежовувати натурально-антропогенні й антропогенні ландшафтно-зсувні комплекси тому, що в наявній літературі немає спільної думки щодо цього питання.

До натурально-антропогенних ландшафтно-зсувних комплексів варто відносити лише ті, що приурочені до натуральних схилів. Ті, що розташовані на штучно створених укосах, терасах, насипах, доцільно вважати антропогенними.

Під натурально-антропогенними ландшафтно-зсувними комплексами розуміємо ландшафти, трансформовані під впливом зсувних процесів, викликаних або активізованих відповідними видами господарської діяльності людей. Якщо мовиться про натурально-антропогенні ландшафтно-зсувні комплекси, то мається на увазі не нове явище, а явище натуральне, що розвинулось достроково у зв'язку з господарською діяльності людей. Звідси й особливості просторового розповсюдження натурально-антропогеннних ландшафтно-зсувних комплексів.

Натурально-антропогенні ландшафтно-зсувні комплекси зосереджені в околицях та у населених пунктах, терасах залізниць і шосейних доріг, бортах кар'єрів, берегах водосховищ, на крутих схилах долин річок і балок, що зазнають надмірного антропогенного навантаження. Їх різноманіття, закономірності розповсюдження зумовлені відповідними видами господарської діяльності, що проходить у сприятливих для зсувних процесів природних умовах. У залежності від цього, а також враховуючи походження натурально-антропогенних ландшафтно-зсувних комплексів, можливо провести їх типологічну класифікацію.

Натурально-антропогенні зсуви зумовлені [1]:

а) надмірним випасанням худоби на крутих схилах. При надмірному випасі на крутих схилах долин річок і гір формується щільна мережа стежок, що часто призводить до формування зсувів. Ширина стежок від 10-15 см (сформовані козами і вівцями) до 20-30 см. (витоптані коровами і кіньми), без рослинності, довжиною від 20-30 до 60-80 і більше метрів. Уверх схилом, розташовані на відстані 2-5 м одна від одної, інколи сходяться в одну, що сприяє розвитку не лише ерозійних, але й зсувних процесів на крутих схилах. На схилах зайнятих стежинами перегонів худоби проективне покриття рослинністю знижується до 60-68, інколи до 40-44%, зникають дерева і кущі;

б) підрізанням схилів у результаті різних видів будівництв. Це один з найбільш характерних чинників, що призводять до зародження та розвитку натурально-антропогенних зсувів. Схили підрізають у процесі будівництва доріг, нафто і газопроводів, у селах при нарізанні терас для індивідуальної забудови та створення садів і виноградників. Є випадки, коли антропогенні зсуви формуються навіть у межах занедбаних систем контурного землеробства (Оратівський та Ямпільський райони Вінницької області), а також при абразивній діяльності вод ставків і водосховищ, при лінійному розмиві, що зумовлений стоком господарських та побутових вод тощо;

в) видобутком корисних копалин на схилах. У процесі подальшого саморозвитку зсувних процесів стимульованих гірничними розробками пісковиків, вапняків, крейди, гранітів та інших порід , площі зайняті зсувами, у порівнянні з кар'єрами, збільшуються у 1,5-2,5 рази. Інколи вони з'єднуються й формують суцільний зсувний масив,що перешкоджає стабілізації зсувних процесів та використання схилів у будь-якій господарській діяльності. Натурально-антропогенні ландшафтні комплекси «зсуви» формуються лише при кар'єрній розробці корисних копалин переважно приурочених до схилових та плакорних типів місцевостей. При кустарній розробці корисних копалин у вигляді неглибоких (1-2 м) ям або шурфів, зсуви не формуються;

г) вибуховими роботами та вібраційними явищами. Цей тип натурально-антропенних ландшафтно-зсувних комплексів досліджено менше із-за його незначного поширення. Його розповсюдження обмежено зонами впливу сейсмічного ефекту масових вибухів у значних за площами кар'єрних розробок гранітів. Крім цього зсувні процеси чуттєво реагують на вібраційний стан ґрунту в зоні доріг, що зумовлено рухом шосейними дорогами й, особливо, залізницями.

Розгляд, лише зазначених типів антропогенного мікрорельєфу показує настільки суттєве їх значення у формуванні сучасних антропогенних ландшафтів, проявів у межах цих ландшафтів несприятливих процесів та необхідність врахування антропогенного мікрорельєфу у розробці заходів з раціонального природокористування.

Список літератури

1. *Денисик Г.І., Рябоконь О. В.* Натурально-антропогенні ландшафти Поділля: монографія. Вінниця: ПП "ТД – Едельвейс іК", 2016. 167 с.

УДК 523.41

Кирилюк С.М., Кирилюк О.В.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

МОРФОСТРУКТУРИ МЕРКУРІАНСЬКИХ БОРОЗЕН (НА ПРИКЛАДІ *PANTHEON FOSSAE*)

На Меркурії порівняно недавно виявлена унікальна для всіх планет Сонячної системи структура – борозни *Pantheon Fossae*, які розташовані у центральній частині басейну *Caloris*. Це – напрочуд довгі, майже прямолінійні та достатньо вузькі западини, які тяжіють до спільного центру й простягаються на сотні кілометрів. На Меркурії спостерігаються подібні утворення й в інших частинах поверхні планети (наприклад, у межах кратера *Rembrandt*), проте лише борозни *Pantheon Fossae* мають такі масштаби та чіткість прояву на поверхні. Після отримання перших зображень планети Меркурій АМС *Mariner 10* цю структуру не було виявлено й лише у 2008 році на зображеннях, отриманих АМС *Messenger*, вона постала перед вченими наукової групи, яка здійснювала місію *Messenger*, у всій своїй красі. Спершу структура отримала назву «Павук», проте того ж року була офіційно перейменована МОС на *Pantheon Fossae*. Ця назва походить від «храму всіх богів» – Пантеона у Римі.

Кратер *Apollodorus*, на перший погляд, видається центральною частиною *Pantheon Fossae*, від якого радіально розходяться численні борозни, кількість яких, за попередньою оцінкою, становить близько 230. Насправді це не так – справжній центр *Pantheon Fossae* знаходиться поруч із ним. Сам кратер молодший за систему борозен. Це підтверджується й тим фактом, що викиди з нього практично повністю перекривають частину борозен. Хоча існує ідея, що формування грабеноподібних борозен *Pantheon Fossae* безпосередньо пов'язане з утворенням кратера *Apollodorus*. Ударна подія призвела до виникнення системи радіально орієнтованих грабенів шляхом зміни вже раніше існуючого напруженого стану цієї ділянки басейну *Caloris*. Помічена цікава особливість грабенів на периферійних ділянках басейна *Caloris*, які мають здебільшого концентричну орієнтацію, що дає підстави стверджувати, що поверхня басейна, очевидно, перебувала у стані повільного горизонтального розтягування внаслідок поступового підняття. Якщо кратер *Apollodorus* сформувався під час такого напруженого стану, то поверхня, деформована ударом, мала б зазнати значних переміщень гірських порід днища басейну у напрямку від центра до периферії, що й призвело до зменшення радіальних напружень ближче до центра й розширення та збільшення очевидних периферійних напруг.

Загалом походження *Pantheon Fossae* досі залижається дискусійним і про їхню справжню природу ще належить довідатися. Можливо, об'єкт має подібну до радіальних структур Венери природу – астр, оскільки їхнє виникнення часто пов'язують із розвитком та поширенням систем тріщин відносно вогнища магматизму, які з часом могли заповнюватися розплавом та перетворюватися на дайки.

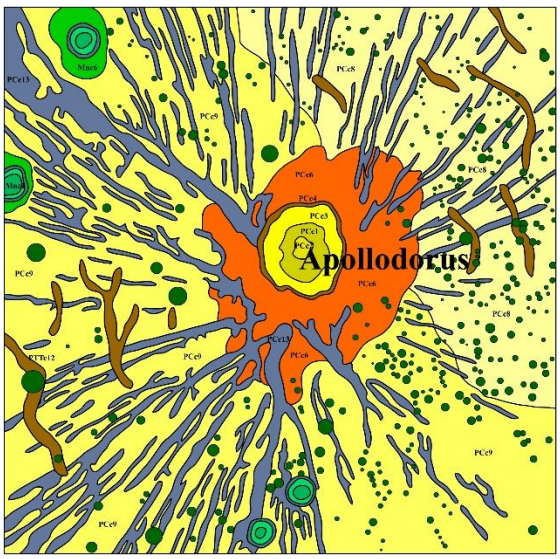


Рис. **Ділянка регіону Меркурія Pantheon Fossae**

Виділимо в межах охопленої території такі структурні елементи (рис.):

1. Днища кратерів. Мансурські невеликі кратери, які поширені здебільшого на периферійній західній та південній частинах ділянки, характеризуються плоскими днищами практично непорушеними пізнішими рельєфотвірними процесами. Пізній калорський кратер *Apollodorus*, розміщений у центральній частині ділянки у порівняні з попередніми характеризується дещо деградованішим днищем, ускладненим, передусім, шлейфами колювіального матеріалу, скупченого на ділянках підніжжя внутрішніх кратерних схилів і на периферії центральної гірки.

2. Схили центральних гірок. Спостерігаються лише у великого кратера *Apollodorus*. Загалом центральна гірка добре розвинута з ознаками невеликої поверхневої деградації, яка проявляється невеликими зсувами, осипами та формуванням слабкої асиметричної системи зсувних терас по всій окружності центрального підняття.

3. Внутрішні кратерні схили. У кратерів усього вікового діапазону спостерігається добра збереженість з помірною деградацією поверхневих форм, яка проявляється, передусім, проходженням гравтаційних процесів – зсувів, осипів і формуванням завдяки їм характерних форм рельєфу.

4. Напірні вали. Як і внутрішні кратерні схили, напірні вали мають слабку диференціацію і подібні між собою у всього вікового діапазону кратерів на окресленій ділянці. Для них характерна безперервна концентрична структура з поодинокими найбільш припіднятими вершинами. Єдина відмінність невеликих мансурських кратерів, у яких кільцева структура майже ідеально, кругла щодо пізньокалорського кратера *Apollodorus*, у якого спостерігається схилення кільцевої структури до полігональної.

5. Зовнішні кратерні схили у всіх кратерів добре збережені з опуклою формою поверхні й без суттєвих модифікацій, під впливом молодших рельєфотвірних процесів. У мансурських кратерів не спостерігається значної кількості наймолодших дрібних кратерів і вони повністю перекривають системи борозен. Зовнішні кратерні схили *Apollodorus* подібні до мансурських кратерів, проте включають значно більше дрібних кратерів, які в окремих місцях достатньо сильно ускладнили топографію поверхні. До того ж вони лише частково перекривають системи борозен.

6. Гладка морська поверхня. Охоплює північно-східну частину ділянки. Має достатньо плоску поверхню, яка ускладнена системами борозен, які у цій частині мають незначний появ у порівнянні з іншими частинами *Pantheon Fossae* й ескарпами, які розташовуються субконцентрично до кратера *Apollodorus* і перетинаються з борознами під кутами, близькими до 90º.

7. Кратерована морська поверхня. Охоплює південно-західну частину ділянки. Характеризується досить пересіченою, горбисто-хвилястою поверхнею, ускладненою потужною системою борозен, кратерами й ескарпами.

8. Ескарпи. Всі ескарпи на окресленій ділянці мають субконценричне простягання щодо кратера *Apollodorus*. Усі без винятку уступи невеликі, з пологими схилами й непомітним переходом у рівнинні поверхні. У місцях взаємодії з системами борозен достатньо зруйновані активними гравітаційними процесами на найбільш крутих схилах. Частина ескарпів до того ж має розгалужену деревоподібну систему.

9. Борозни. Це глибокі тектонічні ущелини з радіальною, диз'юнктивною мережею. Нерівномірно поширені на ділянці – найбільша інтенсивність їхнього прояву спостерігається на південному заході ділянки.

УДК 528.94: 504.062.2

Ковальчук І.П. [1]***, Ковальчук А.І.*** [2]
[1]*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*
[2]*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ*

ЦИФРОВИЙ АТЛАС РІЧКОВО-БАСЕЙНОВОЇ СИСТЕМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ МОНІТОРИНГУ ЇЇ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТА УПРАВЛІННЯ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯМ

Актуальність теми. В останні десятиліття у світі й Україні чимало уваги приділяється створенню картографічних моделей, які відображають геоекологічний стан річкових систем та їхніх басейнів. Спочатку це були окремі тематичні карти, які характеризували стан рельєфу, ґрунтів, рослинного покриву, поверхневих і підземних вод, приземного шару атмосфери і відображали вплив на нього природних та антропогенних чинників. Дещо пізніше появилися карти, які за допомогою інтегральних показників передавали геоекологічний стан різнорангових геосистем. Погіршення екологічного стану навколишнього середовища, викликане посиленням антропопресії та глобальними змінами клімату, призвело до усвідомлення потреби у створенні такого картографічного продукту, який би у достатньо великому масштабі відображав геоекологічний стан різнорангових геосистем та впливаючі на нього чинники, ступінь трансформованості компонентів річково-басейнових систем (РБС), поширення та інтенсивність розвитку несприятливих для природи і людини процесів, тенденції змін середовища життєдіяльності людини, ризики для існуючих моделей природокористування і міг би виступати інструментом як моніторингу довкілля, так і засобом реалізації завдань управління станом і функціонуванням геосистем різних типів і рангів. Вченими показано, що таким інструментом може виступати цифровий інтерактивний атлас РБС [2, 3, 5, 7 – 17]. Однак в реалізації цієї ідеї існує чимало труднощів і проблем, тому пошуки шляхів їх розв'язання є актуальним завданням.

Результати досліджень та їх обговорення. *Досвід атласного картографування річково-басейнових систем українськими та зарубіжними вченими.* В Україні укладанню атласів басейнів річок присвячені праці І.П.Ковальчука та А.І.Ковальчука [4-7, 13], Т.Соловей та ін. [10], Бассейн реки Днестр [2], Екологічний атлас басейну річки Південний Буг [3], Сіверський Донець [9], Ю.М.Андрейчука, І.П.Ковальчука [1] (Україна), О.В.Токарчука та ін. [11] (Білорусь), Л.М.Коритного та ін. [8] (Росія), а також інших зарубіжних вчених [12,14-17 та ін.]. Водночас, виявлено багато проблемних питань атласного картографування геоекологічного стану РБС [7]. Тому ми, опираючись на висвітлений досвід цифрового картографування басейнових систем, продовжуємо дослідження, спрямовані на укладання геоекологічного атласу річково-басейнової системи Бистриці – річки в Українських Карпатах (в межах Івано-Франківської області).

Авторські ідеї і результати цифрового атласного картографування геоекологічного стану РБС: 1) обґрунтовані теоретичні засади, підходи, алгоритми укладання тематичних карт комплексного геоекологічного атласу РБС; 2) розроблена блокова структура атласу, в якій відображено: Фізико-географічне та адміністративно-територіальне положення басейну; Природні умови та господарство річково-басейнової системи як чинники формування її геоекологічного стану; Кліматичні чинники геоекологічного стану РБС; Водні ресурси РБС, стік води, наносів та розчинених речовин як чинники формування гідроекологічного стану річкових систем; Геоекологічний стан РБС та її субсистем і компонентів; Прогнозні оцінки змін геоекологічного стану РБС; Управління природокористуванням та геоекологічним станом РБС; 3) укладено серії цифрових карт геоекологічного атласу РБС Бистриця (понад 90); 4) триває робота над узагальненням інформації, укладанням решти карт атласу РБС.

Висновки. Цифровий великомасштабний інтерактивний геоекологічний атлас РБС Бистриці виступатиме інструментом як моніторингу її стану, так і засобом управління ним.

Список літератури

1.*Андрейчук Ю. Ковальчук І.* Застосування ГІС для аналізу рельєфу басейнових систем (на прикладі р. Коропець). Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2003. Т. 63. С. 183-187***. 2.***

Бассейн реки Днестр. Экологический атлас. Кишинев, 2012. 59 с. ***3.*** Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / В.Б.Мокін, Є.М.Крижановський, Н.М.Гончар та ін. Ветландс Интернешнл, 2009. 20 с. ***4.*** *Ковальчук І.П., Ковальчук А.І.* Цифровий геоекологічний атлас річково-басейнової системи як її геоінформаційний образ. Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку: Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Картографічні твори у пізнанні та розвитку регіонів» / Відп. за вип. О.Ю.Дегтяр. К.: ДНВП «Картографія», 2016. Вип. 7. С. 49-52. ***5.*** *Ковальчук І.П., Ковальчук А.І.* Концептуальні засади створення електронного геоекологічного атласу річково-басейнової системи. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 63575. Дата реєстрації 19.01.2016. К., 2016. 13 с. ***6.*** *Ковальчук А.І.* Природно-господарські умови річково-басейнової системи Бистриці як чинники впливу на її геоекологічний стан та їх відображення в геоекологічному атласі. Часопис картографії: Збірник наукових праць. К. : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Вип. 15. С. 124-143. ***7.*** *Ковальчук А.І., Ковальчук І.П.* Атласне картографування річково-басейнових систем: монографія. [за наук. ред. проф. І.П.Ковальчука]. Львів:Простір-М, 2018. 348 с. ***8.*** Слюдянский район Иркутской области: природа, хозяйство и население. Атлас / Батуев А.Р., Корытный Л.М., Суворов Е.Г. и др. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы, 2012. CD. – 50 карт**.** ***9.*** Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас / О. Г. Васенко, А. В. Гриценко, Г. О. Карабаш та ін. / Під ред. А. В. Гриценко, О. Г. Васенко. Х.: ВД «Райдер», 2006. 188 с. ***10.*** *Соловей Т., Грущинський Т., Юзвяк К.* Атлас поверхневих вод басейну Прута (в межах України). Камянець-Подільський: ПП Мошинський В.С., 2009. 21 с. ***11.*** Т*окарчук О.В., Трофимчук Е.В.* Электронный эколого-гидрографический атлас Брестской области. Библиотека Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина (Регистрационный № 17/2015). URL: http://lib.brsu.by/node/959. ***12.*** Atlas de l'eau du bassin de la Volta = Water atlas of the Volta basin / Jacques-Lemoalle, D. De Condappa (2009). URL: http://hal.ird.fr/ird-00505116/; http://r4d.dfid.gov.uk/Output/185508/; https://cgspace.cgiar.org/ handle/10568/17153. ***13.*** *Kovalchuk I., Kovalchuk A.* Complex geoenvironmental atlas of a basin system: concept, structure, implementation, thematic filling. Earth bioresources and life quality. No 5. NULES of Ukraine. Kyiv, 2013. P. 261-267. ***14.*** Mystic River Environmental Atlas (2008–2015), produced with the Metropolitan Area Planning Council (MAPC). URL: http://mysticriver.org/atlas_maps/. ***15.*** NREL River atlas (2015). URL: http://maps.nrel.gov/ river_atlas. ***16***. Planning atlas of Mekong River Basin (2011). URL: http://www.mrcmekong.org/ assets/ Publications/basin-reports/BDP-Atlas-Final-2011.pdf. ***17***. Zambezi River Basin: Atlas of the Changing Environment. Cambodia. Lao PDR. Thailand. Viet Nam,2011. URL: http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/basin-reports/BDP-Atlas-Final-2011.pdf

УДК: 551.435.1; 903.3

Ковтонюк О.В. , Погорільчук Н.М., Бортник С.Ю.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ПОЛОЖЕННЯ У РЕЛЬЄФІ ГЕОАРХЕОЛОГІЧНИХ ПАМ'ЯТОК ЕПІГРАВЕТСЬКОЇ КУЛЬТУРИ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ УКРАЇНИ

Територія дослідження охоплює лівобережжя середньої течії Дніпра. Саме тут у долинах Десни, Супою, Трубіжу та Удаю археологами було відкрито низку стоянок (рис. 1) віднесених до епіграветської археологічної культури, що існували на території України протягом пізньої фази верхнього палеоліту (17 – 13,5 тис. р. т.). Ці стоянки, відкриті у різний час – починаючи із другої половини XIX до початку XXI сторіччя, і на сьогоднішній день є досить детально вивченими з археологічної точки зору. Також тут проведені численні дослідження із застосуванням методів природничих наук – літологостратиграфічні, палеопедо-логічні, палінологічні, палеозоо-логічні, радіометричні результати яких дозволяють розглядати їх як геоархеологічні пам'ятки. Історія досліджень, описи стоянок та аналіз отриманих даних висвітлені у численних публікаціях, зокрема І. Г. Шовкопляса, І. Г. Підоплічка, Г. О. Пашкевич, А. О. Величка, Ю. Н. Грибченка, Е.І. Куренкової, Н. Л. Корнієць, М. І. Гладких, О. Ю. Новенко, М. С. Комар, Л. А. Яковлєвої, Ф. Джинджана, Ж. М. Матвіїшиної, Ю. Д. Нужного, С. Пеана, П. С. Шидловського, Д. В. Ступака, Г. А. Хлопачева, Т. В. Сапелко, П. М. Васильєва та інших.

Для палеолітичної спільноти найголовнішими умовами, що визначали місця для облаштування стоянок були доступність до джерел сировини для виготовлення знарядь праці та близкість до мисливських «угідь». Ці умови безпосередньо були пов'язані з

рельєфом місцевості та екзогенними процесами, що впливали на шляхи міграції тварин та ареали їх проживання, визначали місця виходу на поверхню кременевмісних шарів осадових порід або конусів виносів ярів, у яких містилися стяжіння кременів або валуни кристалічних порід. Дослідження розташування у сучасній поверхні одновікових стоянок дає уявлення про роль рельєфу у виборі ділянок, придатних до заселення первісною людиною, та може дозволити прогнозувати розташування ще не відкритих стоянок.

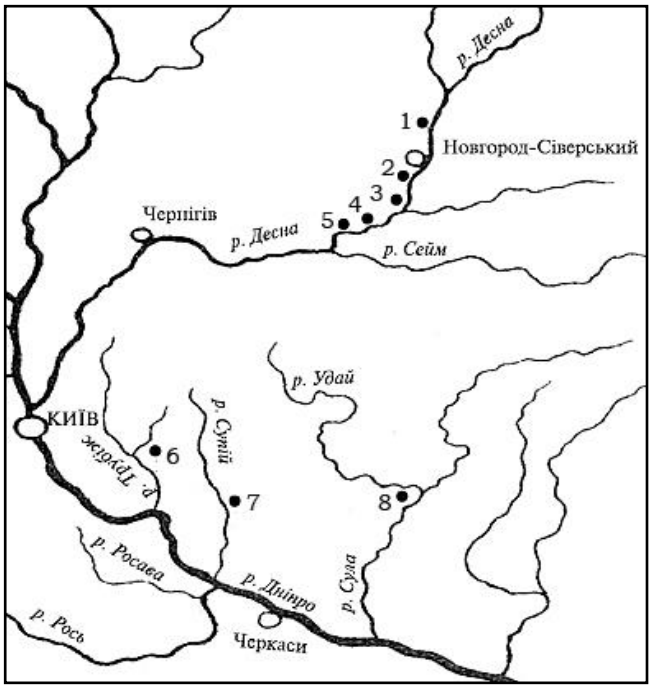


Рис. 1. **Схема розташування епіграветських геоархеологічних пам'яток на території північно-східної України. За [4].**
1 – Бугорок; 2 – Чулатів 2; 3 – Мезин; 4 – Бужанка 2; 5 – Оболоння; 6 – Семенівка 2,3; 7 – Добранічівка; 8 - Гінці

Вивчення літературних джерел та картографічних матеріалів дало можливість проаналізувати варіанти форм та елементів рельєфу, в межах яких виявлені та досліджені геоархеологічні пам'ятки. В цілому, виділяється два геоморфологічні рівні, що використовувалися для заселення – вододільні плато та річкові тераси. За даними [2], рельєф часу заселення терас та вододільних плато був близький до сучасного. Ці геоморфологічні рівні, як правило, ускладнені ерозійними чи акумулятивними формами, які очевидно, впливали на вибір місця для стоянкового майданчика. Тому, можна виділити два варіанти локалітету стоянок у рельєфі, перший з яких – так звані «миси» − ділянки плато чи тераси трикутної форми, що обмежені з двох сторін ерозійними формами (двома балками чи балкою та річкою). Другий варіант розташування стоянок – нижні частини схилів балок та конуси виносу у їх гирлах (табл. 1).

Таблиця 1. **Розташування у рельєфі епіграветських геоархеологічних пам'яток на території північно-східної України**

№	Назва пам'ятки	Геоморфологічна характеристика
1	Бугорок	Мис вододільного плато та ерозійної тераси між долиною р. Десна та балкою Мосолів Рів [1]
2	Чулатів 2 (Робітничий рів)	Гирло балки у підошві І надзаплавної тераси р. Десна [4]
3	Мезин	Нижня частина схилу балки, що прорізає ІІ-у терасу Десни [2]
4	Бужанка 2	Мис між двома верхів'ями балки, що прорізає терасу Десни [4]
5	Оболоння	Мис піщаної тераси між долиною р. Десна та правою притокою р. Ровчак [3, 4]
6	Семенівка 2, 3	Мис лесової тераси між долиною р. Трубіж та безіменною балкою [5]
7	Добранічівка	Мис IV-ої тераси між долиною р. Супій та правою притокою р. Ташанка (Бутовщина) [6, 8]
8	Гінці	Мис між двома відвершками балки, що прорізає ІІ-у терасу р. Удай [7]

Прикладом одного з найбільш яскраво виражених у рельєфі мисів є Погонський мис, де розташована пам'ятка Бугорок. Цей мис, представляє собою знижену ділянку вододільного плато, обмеженого зі сходу високим правим бортом долини р. Десни, з південної - давньою балкою Мосолів рів. Використання обмежених підвищених ділянок для розташування стоянок, очевидно, було притаманне і більш раннім археологічним культурам, про що свідчить наявність на Погонському мисі граветських Стоянок Пушкарі І

та Погон.

На думку П.С. Шидловського [5], розташування стоянок на підвищених ділянках (мисах) чи у долинних пониженнях визначалося їх використанням відповідно у теплий чи холодний період року, що у свою чергу було пов'язано і з мікрокліматичними особливостями територій і з характером поведінки тварин, на яких полювали. Такі висновки зроблені ним стосовно давно відкритих і детально вивчених пам'яток Мізин, Добранічівка, Гінці та Семенівка 2, 3. Ці ж висновки, на основі аналізу рельєфу, можна поширити і щодо відносно нових пам'яток − Оболоння та Бужанка 2.

Список літератури

1. *Грибченко Ю. Н., Куренкова Е. И.* Палеогеографические особенности основных стоянок позднего палеолита бассейна реки Десны (Хотылево, Елисеевичи, Юдиново, Пушкари). *Археологічний альманах, 31. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я.* К.: Видавець Олег Філюк, 2014. с. 99-117. ***2.*** Природа и древний человек. Основные этапы развития природы, палеолитического человека и его культуры на территории СССР в плейстоцене / Г. И. Лазуков, М. Д. Гвоздовер, Я. Я. Гогинский, М. И. Урысон, В. М. Харитонов, В. П. Якимов. М.: Мысль, 1981. 223 с. ***3.*** *Ступак Д. В., Хлопачев Г. А., Грибченко Ю. М., Комар М. С.* Нова верхньопалеолітична стоянка Оболоння. *Археологічний альманах, 31. Епіграветські пам'ятки Середнього Подніпров'я*. К.: Видавець Олег Філюк, 2014. с. 9-31. ***4.*** *Ступак Д. В.* Дослідження епіграветських стоянк півдня Середньої Десни. *Археологія,* 2011, №1. с. 51-68. ***5.*** *Шидловський, П.С.* Семенівський комплекс пізньопалеолітичних пам'яток та можливості його інтерпретування. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія історія,* 74–76. 2004. с. 47–50. ***6.*** *Шовкопляс І. Г., Пашкевич Г. О.* Добранічівська стоянка. *Кам'яна доба України*, 14. К.: Шлях, 2011. с. 15–19. ***7.*** *Iakovleva L., Djindjian F., Moigne A. M., Maschenko E., Konik S., Gregoire S., Matviichina J., Sapozhnikova G.* Gontsy (Ukraine) a settlement with mammoth bone dwellings of the late Upper Palaeolithic in Eastern Europe . *UISPP Journal*, *, 2*018. 1-1, p. 42-61. ***8.*** *Korniets M., Komar M.* Dobranichivka site. Excursion Guide of the conference of INQUA Commission on Stratigraphy "Ukraine Quaternary Explored: the Middle and Upper Pleistocene of the Middle Dnieper Area and its importance for the East-Weat correlation". K.: Institute of Geological Sciences of NASU, 2001. p. 20-22.

УДК 911

Комлєв О.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ДОСВІД МІЖКАФЕДРАЛЬНОГО СПІВРОБІТНИЦТВА У ВИРІШЕННІ ВАЖЛИВИХ ЗАВДАНЬ ОБОРОННОГО ХАРАКТЕРУ

Незаконна анексія Криму сусідньою державою привела до критичних втрат Україною свого науково-дослідницького потенціалу в царині морських досліджень. Відійшли наукові установи і виші, що досліджували моря, разом з їх інфраструктурою (лабораторіями, станціями, науково-дослідними суднами тощо). Були втрачені безцінні бази даних багаторічних морських досліджень як Чорного і Азовського морів, так і багатьох акваторій Світового океану. Тому, нині в Україні розпочата системна робота з відновлення власної морської науки. Додалась і інша важлива проблема, яка полягає у захисті власних морських кордонів на достатньо значній протяжності від сучасної військової техніки ворога.

У зв'язку з цим, відповідні державні організації оборонного сектору країни зацікавили роботи, які проводились у 80-90 роки 20 ст., в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, на географічному факультеті, спільно кафедрами геоморфології та палеогеографії (Ю. О. Кошик, О. О. Комлєв) і метеорології та кліматології (П. І. Кобзистий). Це були спеціальні геоморфолого-геофізичні і синоптичні дослідження з метою моніторингу і охорони берегової зони. Роботи велись на ділянці берегової зони Південно-Східного берегу Криму (між містами Судак і Феодосія), яка була обрана як полігон, де існувала необхідна інфраструктура для комплексних польових і стаціонарних робіт. Конкретний їх зміст становила проблема так званих «оманливих» цілей, які, зокрема, виникають як «ангел-ехо» (АЕ) відбитого радіосигналу від візуально невидимих об'єктів, що періодично виникають над акваторіями. В стратегічному відношенні це повинно було сприяти більш ефективному використанню радіолокаційних систем (РЛС) оборонного призначення в зонах

морських узбереж при охороні державного кордону країни. Ці дослідження отримали досить високу оцінку експертів відомства. Вони були визнані вельми результативними і необхідними для їх проведення у береговій зоні території тепер колишнього СРСР. Однак, після зникнення СРСР, ця надзвичайно важлива тематика була призупинена. Нинішня ситуація, необхідність захисту південного морського кордону дає уусі підстави для її відновлення.

Проведені нами роботи отримали важливі практичні результати в значній мірі завдяки тому, що були враховані фундаментальні властивості природного географічного середовища. Теоретико-методологічну основу їх становила концепція «географічної оболонки» і розуміння її системної просторово-часової організації, що розкриваються через такі її важливі закономірності як цілісність, колообіги, зональність, ритмічність тощо. Саме такий географічний підхід дозволив використати гіпотезу про «дзеркальне» відображення в геофізичних полях (термічному, баричному ін.) нижніх приземних і приводних шарів тропосфери в зонах морських узбереж, де активніше відбуваються масо-енергетичні обміни через фазові перетворення, процеси дифузії, турбулентного перемішування, конвекції, інші фізичні процеси, морфологічної структури земної поверхні («рельєфу»).

Стаціонарними і експедиційними роботами в межах полігону були встановлені просторово-часові особливості часу, місця, висоти, частоти повторюваності АЕ, встановлений їх зв'язок з розвинутою тут бризовою циркуляцією. Враховуючи це, проведений аналіз морфологічної структури, відібрані морфологічні і морфометричні характеристики земної поверхні на ділянці-полігоні, які могли найбільше впливати на АЕ. В результаті була встановлена вирішальна роль у формуванні траєкторій бризових потоків з суші на море порядку чергування морфологічних елементів, а також від'ємних долиноподібних форм рельєфу. Були встановлені і показники рельєфу , що найбільше впливають на погодні умови і утворення АЕ. Це: 1) площі окремих водозбірних басейнів; 2) загальна довжина в них всіх долин, долин різних порядків, кількість порядкоутворюючих точок в басейнах; 3) горизонтальне розчленування в басейнах; 4) вертикальне розчленування в басейнах; 5) нахили поверхонь і характер схилів в басейнах; 6) розподіли експозиції схилів; 7) морфологічні типи поперечних профілів долин і характер їх днища; 8) ступінь ізольованості басейнів.

Розвиток морської науки в Україні не може бути відірваний від охорони морських кордонів України. Від геоморфології вимагатиметься створення детальних моделей рельєфу реальної фізичної (не топографічної) земної поверхні берегових зон морських узбереж та визначення їх впливу на фізичні атмосферні процеси, які здатні створювати так звані «оманливі цілі» при використанні радіолокаційних систем озброєння та військової техніки, що викликає значні проблеми.

На наш погляд, розглянутий напрямок досліджень «рельєфу» можна вважати новим важливим напрямком белігеративної геоморфології.

УДК 911

Комлєв О.О.[1], Жилкін С.В.[2]
[1] Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ
[2] Інститут географії НАНУ

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГІЧНИЙ АТЛАС УКРАЇНИ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАУКОВИЙ ПРОЕКТ

Атласи залишаються найкращим способом узагальнення, зберігання і використання інформації. Атласи загальних і спеціальних геоморфологічних (і палеогеоморфологічних) карт містять важливі дані про *рельєф Землі*.

В попередніх наших публікаціях були детально розглянуті необхідність створення, наукова концепція, структура і зміст, використання майбутнього палеогеоморфологічного атласу України [2-7]. Основна наукова (і практична) мета атласу полягає: на сучасній теоретико-методологічній основі вести узагальнення даних про геоморфосистему України - її будову, структуру, історію, еволюцію, сучасну динаміку, давати у зручний спосіб нову

інформацію для традиційних і нових користувачів. Палеогеоморфологія давно вважається потенційною «точкою росту» геоморфології. Вона значно розширює просторово-часові рамки морфосистеми Землі, виявляє її матеріалізований «простір-час» - *геоморфолітосферу*. Розроблений автором *морфохронодинамічний* підхід дозволяє у реальному часі вивчати її об'єкти-елементи - форми рельєфу окремих морфоциклів розвитку, різні типи системних взаємозв'язків - історичних, еволюційних, функціональних. Автором був апробований морфохронодинамічний при вивченні геоморфосистеми території Українського щита в останній геоморфологічний мегацикл її розвитку [1]. Були розроблені серії спеціальних карт статики і динаміки геоморфосистеми, визначені напрямки їх використання в регіональних дослідженнях.

На наш погляд, «Палеогеоморфологічний атлас України» повинен стати необхідною ланкою створення *геоморфологічних* атласів на більш сучасній теоретико-методологічній основі. Палеогеоморфологія, виконуючи її основне завдання – розкриття історії розвитку в окремі етапи геоморфосистеми (рельєфу) Землі, дає, водночас, і інформацію про її нинішній стан (речовинно-морфологічні комплекси, що складають геоморфолітосферу). Такі атласи стають більш придатними і для вирішення сучасних глобальних і регіональних проблем.

Палеогеоморфологічний атлас складається з наступних розділів: 1) *пояснювальний текст*, де викладені передмова створення, теоретична концепція, наукові і методологічні досягнення геоморфології у вивченні морфосистеми Землі; 2) *традиційні* палеогеоморфологічні карти, побудовані на історико-генетичній основі для окремих етапів докембрію, палеозою, мезозою і кайнозою території України; 3) *нового* типу карти, побудовані на морфохронодинамічний основі; 4) *спеціальні* карти для *окремих* об'єктів геоморфосистеми України - традиційних і «нових»; 5) *спеціальних* карт, які мають теоретичну і практичну спрямованість.

До останніх відносяться прогностичні карти, які дозволяють вести так зване *наскрізне прогнозування*, складовими якого виступають *ретроспективне, актуальне, перспективне* види прогнозування. Ретроспективне прогнозування традиційне – це пошуки мінеральних корисних копалин, актуальне і перспективне більше відповідають вирішенню проблем раціонального природокористування, охорони природи, екології, можуть використовуватись в обґрунтуванні питань конструювання навколишнього природного середовища. Всі ці види прогнозування об'єднує мета і завдання вести балансові розрахунки переміщення речовини в геоморфосистемі і через неї впродовж морфоциклів розвитку. Це відкриває принципову можливість вести розрахунки для планетарних інтегральних мегасистем в які входить геоморфосистема Землі. Це, зокрема інтегральна мегасистема «земна поверхня-літосфера- астеносфера Гутенберга». В ній безперервно тривають речовинні, енергетичні, інформаційні. ентропійні обміни між земною поверхнею і надрами, відбувається поповнення останніх екзогенною енергією, що прямо та побічно впливає на тектоносферу, вулканізм, спричиняє трансгресії морів, зледеніння.

Список літератури

1. *Комлєв О.О.* Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. Автореф. дис…. д-ра геогр. н. К., 2005. 37 с. ***2.*** *Комлєв О.О.* Палеогеоморфологічний атлас України (передмова до створення атласу). Фізична географія та геоморфологія, 2015. №3 (79). С. 5-20. ***3.*** *Комлєв О.О.* Палеогеоморфологічний атлас України (наукова концепція). Фізична географія та геоморфологія, 2015. №3 (79). С. 5-20. ***4.*** *Комлєв О.О.* Палеогеоморфологічний атлас України (нові якісні можливості для фахівців і інвесторів). Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Мат-ли Другої міжнародної науково-практичної конференції. Трускавець, 2015. С.77-80. ***5.*** *Комлєв О.О., Ремезова О.О., Жилкін С.В., Довніч О.С.* Палеогеоморфологічний атлас України (історія, теорія, зміст, структура). Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування. Мат-ли Третьої міжнародної науково-практичної конференції. Трускавець, 2016. ***6.*** *Комлєв О.О., Ремезова О.О., Жилкін С.В., Довніч О.С.* Палеогеоморфологічний атлас України: передмова до створення геоморфологічного атласу України. Часопис картографії, 2016. №16. С. 85-90. ***7.*** *Комлев А.А., Ремезова Е.А., Жилкин С.В.* Палеогеоморфологический атлас Украины – перспективный научный проект. Актуальные проблемы наук о Земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды. Брест, 2017. С.76-78.

УДК 911

Комлєв О.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

МОРФОХРОНОДИНАМІЧНА КОНЦЕПЦІЯ – ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК СУЧАСНОЇ ГЕОМОРФОЛОГІЇ

Більше 100 років тому У. Девіс заклав основи теорії морфогенезу, яку часто називають *циклічност*і морфогенезу і досі відводять роль загальної теорії геоморфології. Нею були визначені на наступні роки її основні аналітичні напрямки - структурний, кліматичний, історичний і тренди їх розвитку, відображені в відомих парадигмах геоморфології – *морфогенетичній* і *історико-генетичній*. В. Пенк відкрив основне *внутрішнє* протиріччя морфогенезу, яке проявляється через певну взаємодію ендогенного і екзогенного чинників. Л. Кінг показав місце геоморфогенезу в планетарних надсистемах, що інтегрують різні системи земної поверхні, літосфери і астеносферу Гутенберга. В 60-70-ті роки 20 століття в геоморфологію прийшла методологія *теорії систем* і об'єкт геоморфології «рельєф Землі» почав розглядатись як «геоморфосистема» або «морфосистема Землі». Нова методологія не відмінила основної фундаментальної властивості морфогенезу - «циклічності», але вимушує геоморфологів переглянути основне протиріччя їх об'єкту – «геоморфосистеми», яке проявляється між «рельєфом» (форма системи) і «процесами» (денудації, транзиту, акумуляції), які його перетворюють (зміст системи). Тому, ендогенний і екзогенний чинники є зовнішні до геоморфосистеми («зовнішнє середовище» системи). Визначення місця геоморфосистеми як елемента в структурі інтегральної надсистеми дозволило відкрити важливий аспект (який відсутній у схемі У. Девіса): ендогенний і екзогенний чинники взаємодіють за *причинно-наслідковим* принципом через інші елементи надсистеми – тектоносферу, астеносферу, літосферу, фізико-хімічних, тектонічних магматичних, метаморфічних процесів, які в них відбуваються. Це стає запрошенням для геоморфологів більше йти в царину наук, що вивчають ці внутрішні геосфери, для отримання додаткової інформації задля вивчення геоморфогенезу. Тоді і М. Флоренсов, спостерігаючи тенденції сучасної науки (одночасно диференціація і інтеграції окремих наук на тлі прискорення темпів наукового технічного прогресу), деякі загальні вимоги до наук, визначив 2, на його думку, можливі шляхи розвитку геоморфології: на основі нових методів і технологій розвиток її аналітичних напрямків і їх інтеграція в нові інтегральні науки або проекти; скористатись можливістю нового синтезу на основі ідеї розуміння єдинства «об'єкту і методу», тобто чіткого і однозначного розуміння *свого* об'єкту - *земна поверхня*, яка досліджується власним *геоморфологічним* методом. Другий шлях реалізується в рамках так званої *морфодинамічної концепції*, яку нині вважають в геоморфології провідною. Для неї М. Флоренсов ввів поняття «висхідний літодинамічний потік», «низхідний літодинамічний потік» і основне базове - «геоморфологічна формація» або *новий* синтез в геоморфології. Геоморфологічна формація має елементи – «рельєф», «рельєфотворні процеси», «клімат», «неотектогенез», «геологічний субстрат». Геоморфологічні формації прив'язані до сучасних базисів ерозії, утворені в неотектонічний етап, простягаються на глибину десятки-сотні метрів, рідко до 1 км. З нового: морфодинамічна концепція ввела в геоморфологію *морфолітогенетичний* напрямок; сприяла більшому використанню нових технічних методів і технологій, кількісній параметризації об'єктів, цифровому і геоінформаційному моделюванню тощо. Разом з тим, морфохронодинамічна концепція звузила просторово-часові рамки об'єкту геоморфології, по суті, відмовилась від досягнутого її попередніми концепціями рівня. Розуміючи це, М. Флоренсов зазначав, що «точкою росту» геоморфології повинна стати *палеогеоморфологія*. Цю думку розділяє багато відомих геоморфологів.

Автор також стоїть на цих позиціях. Багато років він присвятив палеогеоморфології. Спираючись на власні дослідження нами запропонована морфохронодинамічна концепція, яка викладена в багатьох наших публікаціях, зокрема [1-5], а також інших матеріалах автора, поданих до цього збірника. Враховуючи це, ми викладаємо її тут у дуже стислому виді. Морфохронодинамічна концепція розвиває наступні положення:

1) «морфосистема Землі» це історико-динамічна геосистема, що існує на нашій планеті з раннього архею;

2) матеріалізованим простором-часом «морфосистеми Землі» є «геоморфолітосфера»

3) історико-динамічна морфосистема Землі і геоморфолітосфера безперервно ускладнюються.

Для функціонування морфохронодинамічної концепції нами розроблений власний понятійно-термінологічний апарат. Морфохронодинамічна концепція забезпечує більш глибоку інтеграцію в різні планетарні надсистеми, що дозволяє більш продуктивно підходити до вирішення багатьох посталих проблем навколишнього середовища.

Список літератури

1. *Комлєв О.О.* Про основні поняття і проблеми палеогеоморфології. Укр. геогр. журн., 1997. №3. С. 59-63. ***2.*** Комлєв О.О. Про "об'єкти" геоморфології. Фіз. географія та геоморфологія, Вип.40, 2001. С.73-81. ***3.*** *Комлєв О.О.* Про зміст сучасної концепції геоморфології. Укр. географ. журн., 2002. №2. С.10-165. ***4.*** *Комлєв О.О.* Рельєф Землі і геоморфологічна форма руху матерії. Фіз. географія та геоморфологія, 2003. № 44. С.5-9. ***5.*** *Комлєв О.О.* Історико-динамічні басейнові геоморфосистеми геоморфологічних формацій Українського щита. Автореф. дис. .. д-ра геогр. н. К., 2005. 37 с. ***6.*** *Комлєв О.О.* Значення палеогеоморфології для розвитку теорії геоморфології і загальної теорії Землі. Географічна наука і практика: виклики епохи (м-ли міжн. наук. конф.). Львів, 2013. С.35-39.

УДК: 551.435.84

Костюк У.І, Рідуш Б.Т.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

СТІЙКІСТЬ ТЕРИТОРІЙ ПОШИРЕННЯ ГІПСОВОГО КАРСТУ (НА ПРИКЛАДІ ПЕЧЕРИ ПОПЕЛЮШКА ТА ДОЛИНИ Р. ЧОРНИЙ ПОТІК)

В умовах активного природокористування на територіях поширення сульфатної товщі виникає потреба у районуванні закарстованих територій для інженерно-геологічних цілей. Оскільки на частині території Чернівецької області поширені гіпси міоцену, в яких часто розвинуті як поверхневі так і підземні карстові форми, то існує велика ймовірність утворення раптових провалів, що загрожує різним видам економічної діяльності. Чинниками, що вливають на розміри та інтенсивність утворення провалів є: їхня тріщинуватість, потужність перекриваючих порід, наявність існуючих підземних карстових порожнин, потужність карстівних порід та їхні літолого-стратиграфічні відмінності самої гіпсової товщі. Ми вже звертались до опису літології сульфатної товщі в межах Буковинського Придністер'я (долина р. Чорний Потік) та Припруття (печери Буковинка та Попелюшка) [11]. Раніше небезпека провалів на цих ділянках детально досліджувався В. Андрейчуком [1, 2]. Районуванням карсту півдня Східної Європи, в тому числі і Подільсько-Буковинської карстової області, займались Г.Н. і В.Н. Дублянські [4]. В.П Коржик при спелеокарстовому районуванні Чернівецької області керувався принципом комплексності при виділенні таксонів всіх рангів [6]. Але досі при районуванні самого гіпсового карсту не враховувались фаціально-стратиграфічні відмінності гіпсової товщі. При інженерно-карстологічному районуванні найменшим таксоном є район, який виділяють за літолого-генетичиними ознаками [4]. Відповідно до карстово-спелеологічного районування Півдня Східної Європи досліджувані ділянки віднесено до Покутсько-Буковинської карстового району Подільсько-Буковинської карстової області [8].

Для уточнення схеми районування територій гіпсового карсту за основу ми взяли схему фаціального поділу сульфатної товщі Передкарпатського прогину Т. Перита [13]. Він виділяє три головні типи розрізів гіпсів, а саме: перша зона цілком складена строматолітовою фацією гіпсу, друга зона в нижній частині представлена стороматолітовою фацією, а у верхній шаблеподібною фацією гіпсу, третя зона складається з гігантокристалічної фації (чи вторинної нодулярної), над якою залягають фації

строматолітова, шаблеподібного гіпсу або кластичного (уламкового) гіпсу. Тому в нашому новому поділі, території поширення цих трьох типів розрізів відповідають районам.

Для виділення підрайонів дослідження повинні містити аналіз існуючих та прогнозованих провалів, з урахуванням гідрогеологічних умов території та визначення умов залягання порід, що карстуються. Тому завданням нашого дослідження є порівняти стійкість двох територій, та виділити райони закарстованих територій для подальшого районування закарстованих територій.

У регіоні Буковинського Припруття, то зокрема провали над печерою Попелюшка (с. Крива, Молдова) [9] були описані В. Андрейчуком [2]. Потужність надгіпсової товщі в межах печери коливається від 2 до 50 м. Спочатку гіпси перекриті 0,5–1,0 м. товщею досить неоднорідних тріщинуватих ратинських вапняків, вище залягають аргілітові глини, потужність яких коливається від 2 до 55 м; ще вище залягає четвертинний алювій і увінчують розріз лесоподібні суглинки [2]. Щодо літології сульфатної товщі регіону, то, за М. Перитом, ця ділянка належить до першої фаціальної зони. Всередині печери ми визначили такі гіпсові фації (вниз від підошви ратинських вапняків): 1 – фація дрібнозернистого гіпсу з включеннями рандомно розсіяних, прямих стрижнеподібних кристалів та рядів трав'яноподібних кристалів, потужністю до 4 м; 2 – строматолітова фація, потужністю до 1,5 м; 3 – фація дрібнозернистого гіпсу зі слідами гіпсифікованих мікробіальних матів. Загалом неоднорідність гіпсової товщі свідчить про стадійність в її утворенні, тобто що відбувались перерви в осадонакопиченні. Але глинисті прошарки в печері Попелюшка не спостерігається (за виключенням окремих лінз), тому там обмаль обвалів гіпсових брил зі стелі, як от наприклад в печерах Скитська, Кадубівська та ін. [11]. Тому провали, що утворюються над печерою Попелюшка перш за все пов'язані з умовами спелеогенезу, коли підземні води розчиняли гіпсову товщу до підошви ратинських вапняків, тягнучи за собою всі стадії утворення провалу, що описані В. Андрейчуком [2].

Надгіпсова товща регіону долини річки Чорний Потік (Буковинське Придністер'я) представлена шаруватими неогеновими глинами потужністю від 0 до 60 м та ратинським вапняком (до 1,0 м) [2]. Сульфатна товща цього регіону характеризується строкатістю гіпсових фацій, а саме почерговою зміною фацій трав'яноподібного та жовнового гіпсу. Оскільки фація трав'яноподібного гіпсу утворювалась завдяки почерговій зміні солоності евапоритового басейну [12], то в товщі зустрічаються прошарки глини, що сприяють прискореному розвитку гравітаційних та ерозійних процесів в гіпсах. Щодо жовнової фації, то вона виглядає як окремі жовна (відокремлені частини прихованокристалічного гіпсу), простір між якими заповнюють тонкі глинисті прожилки (менше 0,1 мм), що має вплив на стійкість гіпсів до вивітрювання в субаеральних умовах [7]. Утворення провалів на даній території перш за все пов'язано з специфікою річкової долини та частково пов'язані з місцями поглинання та розвантаження вод з гіпсової товщі [10]. Відповідно до схеми М. Перита, ця ділянка належить до третьої фаціальної зони [13].

Отже, відмінності механізму провалоутворення на двох розглянутих ділянках завдячують не лише типу спелеогенезу (переважно гіпогенний для Попелюшки, та переважно епігенний для Чорного Потоку), але, насамперед, фаціально-стратиграфічній будові сульфатної товщі. Стійкість території з поширеннями фацій, що не містять глинистих прошарків буде більшою, ніж фації, що перешаровані глиною. Детальне картографування, в т.ч. підземне, фаціальної різноманітності гіпсової товщі дозволить створити базу даних, на підставі якої можна буде оцінювати потенційну небезпеку карстових провалів та проводити дрібноконтурне карстове районування.

Список літератури

1. *Андрейчук В.Н.* Провалы над гипсовыми пещерами-лабиринтами и оценка устойчивости закарстованных территорий. Черновцы: Прут, 1999. 52 с. ***2.*** *Андрейчук В.Н.* Пещера Золушка.– Сосновец-Симферополь, 2007. 406 с. ***3.*** ДБН А.2.1. Інженерні вишуковування для будівництва. – Київ: МІНРЕГІОНБУД України, 2014. ***4.*** *Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н.* Картографирование, районирование и инженерно-геологическая оценка закарстованных территорий. Новосибирск: Изд-во РАН, 1992. 144 с. ***6.*** *Коржик В.П.* Карст і печери Буковини. Проблеми моніторингу, охорони і використання. Чернівці: Зелена Буковина, 2007. 304 с. ***7.*** *Кочерган Я., Рідуш Б.* Кріогенне вивітрювання в карстових порожнинах Буковинського Придністров'я // Наук.вісник Чернівецького ун-

ту. Вип. 587-588: Географія. Чернівці: Рута, 2011. С. 30-35. ***8.*** *Рідуш Б.Т.* Палеогеографічні реконструкції природних умов пізнього кайнозою півдня Східної Європи за результатами досліджень відкладів печер. Автореф. дис. … док. геогр. наук. Київ, 2013. 46 с. ***9.*** *Рідуш Б.Т, Костюк У.І* Особливості літологічної будови сульфатної товщі Припруття та їх вплив на розвиток карсту // Географія в КНУ ім.Т.Шевченка. Міжнар. наук.-практ. конф. К., 2018. С.68–71. ***10.*** *Рідуш Б. Т., Костюк У.І* Досвід напівстаціонарних спостережень за динамікою гіпсового карсту в долині річки Чорний Потік // Довготермінові спостереження довкілля: досвід, проблеми, перспективи: м-ли міжнар. наук. семінару (Львів-Брюховичі, 10-12 травня 2019 р.). Львів-2019. С.31-33. ***11.*** *Рідуш Б., Купріч П.* Печери Чернівецької області: Кадастр. Чернівці: Прут, 2003. 68 с. ***12.*** *Bąbel M.* Event stratigraphy of the Badenian selenite evaporites (Middle Miocene) of the northern Carpathian Foredeep // Acta Geologica Polonica. 2005. V., 55(1): 9-29. ***13.*** *Peryt T.M.* Gypsum facies transitions in basin-marginal evaporites: middle Miocene (Badenian) of west Ukraine // Sedimentology. 2001. 48: 1103-1119.

УДК: 551.4

Кравчук І.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка; м. Київ

ЛІНІЙНІ МОРФОСТРУКТУРИ ТЕРИТОРІЇ ЄВРОПИ

Під *лінеаментами* на сучасному етапі розвитку науки розуміють структури, що мають переважно ендогенне походження і одночасно є вираженими у ландшафтах в якості певної сукупності ліній або подібних до них форм. Вважається, що їх взаємне розташування вказує на характер планетарної та регіональної (в нашому випадку) тріщинуватості, а сітка лінійних структур за загальними обрисами є подібною до розломної сітки. Так чи інакше, ми схиляємось до думки, що під терміном «лінеамент» доцільно розглядати лінійно організовані елементи земної поверхні, які прямо або опосередковано відображають особливості геологічної структури, в тому числі глибинної. В той же час, ми називаємо лінеаментами не тільки видимі на знімках або в натурі тріщини і розриви, а й прямолінійні елементи рельєфу і ландшафту, включаючи спрямлені ділянки річок і берегових ліній, а також лінійні, рослинні або ґрунтові контури [3]. Враховуючи цю подвійну взаємозалежну природу цих структур, в кінцевому випадку під терміном «лінеамент» ми можемо розуміти границю різкої зміни параметрів географічного середовища, геологічної структури і геофізичних полів[2]. Під *лінійними морфоструктурами* розуміється сукупність однонаправлених трьох і більше лінеаментів, що мають велику протяжність і проходять через різні структурно-тектонічні ділянки Європи.

Дослідження генезису та прояву лінійних мофроструктур має як фундаментальне, так і прикладне значення. По-перше, їх вивчення дозволяє нам краще зрозуміти будову не тільки літосфери, але й підкорових астеносферних шарів, адже існує гіпотеза про мантійне походження лінеаментів. По-друге, часто лінійні морфоструктури, маючи розломне походження, є шляхами виходу флюїдних корисних копалин (переважно нафти та газу) і можуть вказувати на гіпотетичні місця їх виходу, особливо там, де є перетин декількох лінійних морфоструктур (так звані морфоструктурні вузли).

Робота була сфокусована на платформних регіонах Європи, зонах омолоджених гір та континентальних рифтів, а також наАльпійсько-Гімалайському гірському поясі. Основне завдання складалося з побудови власної схеми лінійних морфоструктур території Європи. За базис ми використали карту масштабу 1:10000000, котра була створена компіляцією десятка панхроматичних супутникових знімків з супутника Landsat 8 та забарвлена в кольорову гаму звичайної фізичної карти. Після цього на неї був накладений шар гідромережі території Європи. Отже, отримана карта поєднувала три найважливіші риси ландшафтів Землі саме для цілей лінеаментого аналізу: обриси берегової лінії; форми макрорельєфу (які були добре помітні на знімках дистанційного зондування Землі високого розрізнення), характер рисунку гідромережі. Саме з цих трьох ознак ми і виходили для побудови спочатку схеми лінеаментів, а потім вирізнення з неї лінійних морфоструктур. Також слід зазначити, що ми свідомо не брали до уваги ані геологічну (1:5 Million International Geological Map of Europe and Adjacent Aria – IGME 500), ані тектонічну

(Міжнародна тектонічна карта Європи. Третє видання, Геологічний інститут РАН, ВСЕГЕИ, ЮНЕСКО та ін., 1996 рік) карти. Це було викликано наступними чинниками: 1) через властиву лінеаментам різномасштабність карт відповідного масштабу до вихідної було недостатньо; 2) незважаючи на те, що (як вважається) переважна більшість лінійних морфоструктур має ендогенне походження, виявити їх кореляцію з тектонічними та геологічними особливостями місцевості не вдалося, для цього потрібні подальші вишукування; 4) вибірково було обрано декілька лінійних морфоструктур різного простягання задля аналізу за допомогою цих карт співвідношення їх з регіональною тріщинуватістю та отримано невисокий ступінь кореляції. Отже, було вирішено користуватися лише трьома рисами при факторному аналізу прояву лінеаментів.

На карті Європи масштабу 1:10000000 (використовуючи вищеописаний факторний аналіз) було виділено близько 5400 лінеаментів від найдрібніших у десятки кілометрів у довжину до сотень кілометрів (рис.1).

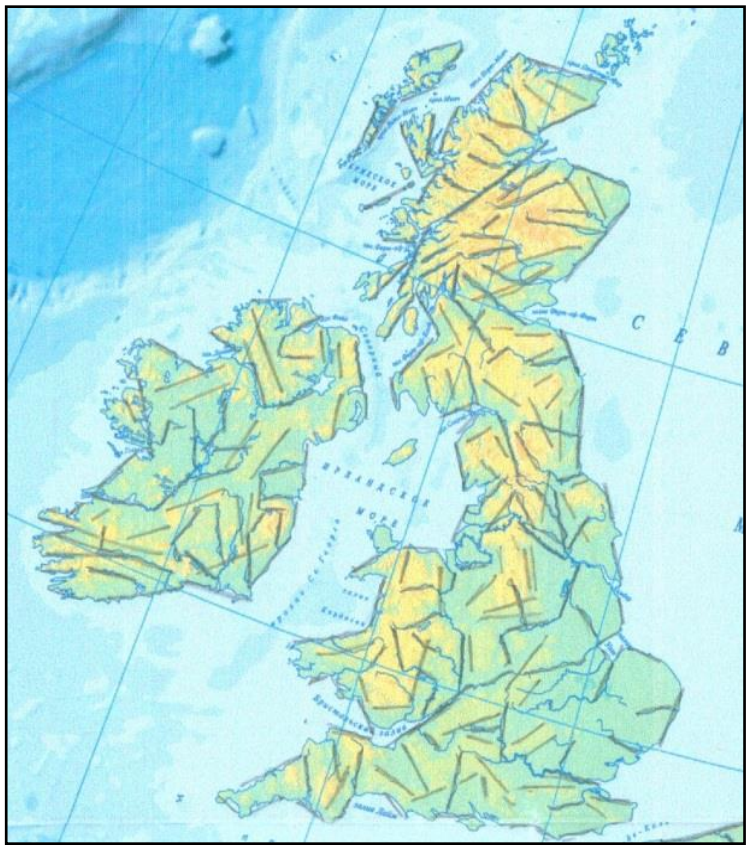


Рис.1. **Фрагмент схеми лінеаментів території Європи**

Наступним кроком постав аналіз виділених лінеаментів та виокремлення з них за допомогою аналогових засобів (кальки) лінійних морфоструктур. При виділенні ми виходили з двох принципів:

1) їх протяжності – 500 км більше (задля перетину лінійними морфоструктурами якомога більше площинних геоструктурних складових території Європи);

2) наявності просторової структури, тобто розуміння під лінійною структурою хоча б трьох послідовно витягнутих на земній поверхні лінеаментів однакової направленості.

Виходячи з цих рис, ми виділили для території Європи 67 протяжних лінійних морфоструктур. Вони були зведені у єдину таблицю з описом їх ландшафтного прояву, довжини і згруповані по домінуючим напрямках простягання.

З них 15 мали переважно пн.-сх. напрямок простягання, 27 - пн.-зх., 12 – субширотний, 13 – субмеридіональний. Тобто, 40% з них мали північно-західне простягання і цяриса може бути знайдена також і у схемі В.А. Буша [1].

Максимальна довжина для виділених лінійних морфоструктур становила 5000 км, а мінімальна – на порядок менше, тобто 500 км. Середня довжина– 1900 км. Всі виділені об’єкти отримали свою власну назву (переважно по природним чи антропогенним топонімам, які вони пов’язують) та були пронумеровані.

Наступним етапом стало перенесення лінійних морфоструктур з аналогового середовища до цифрового і побудова та оформлення власної схеми лінійних морфоструктур (рис.2, кольором позначений напрямок).

Рис.2. **Схема лінійних морфоструктур території Європи**

Список літератури

1. *Буш В.А.* Системы трансконтинентальныхлинеаментов Евразии. *Геотектоника*: сборник. май-июнь 1983. №3. С.15-31. ***2.*** *Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф.* Основы линеаментной тектоники. М.: Недра, 1986. 140 с., с ил. ***3.*** *Шульц С.С.* Планетарная трещиноватость (основные положения). *Планетарная трещиноватость*: сборник. Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. С. 5-37.

УДК 911.9+528.9(477.46)

Купач Т.Г., Дем'яненко С.О., Купач Д.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ РЕЛЬЄФУ В ОСВІТНІХ ЦІЛЯХ НАВЧАЛЬНИХ ПРАКТИК

Інструменти ГІС-моделювання, зокрема 3D-картографії, дозволяють об'ємно візуалізувати просторові дані, наочно виявляючи процеси та явища в геосередовищі і полегшують сприйняття та розуміння природного потенціалу досліджуваної території. Просторова інформація, сама по собі, є багатомірною, наприклад, рельєф земної поверхні, ландшафти, карстові печери, міська забудова, геодинамічні процеси та геологічні розломи та інше. Можливості 3D-картографування полягають у представленні результатів географічних досліджень не тільки у вигляді статичних двомірних карт, а й у вигляді тримірних картографічних моделей. Фрагмент розкадровки динамічної 3D-моделі на нагірну ділянку Канівського природного заповідника показано на рисунку 1.

До вагомих переваг сучасних технологій 3D-картографування потрібно віднести можливості побудови динамічних 3D-карт, тобто анімацій. Картографічні анімації – це візуалізація змін параметрів певних об'єктів в динамічній перспективі, географічних переміщень та змін в просторі і часі. Основою для анімованої 3D-моделі місцевості стала цифрова модель рельєфу (DigitalElevationModel – SRTM 1 Arc-Second (30m) (NASA) території Канівського природного заповідника, що раніше була використана для побудови ландшафтної карти на дану територію. Оскільки, цифрова модель рельєфу містить інформацію про значення абсолютної висоти земної поверхні в кожній конкретній її точці, то вона і є базисом для створення 3D-карти (сцени) місцевості. На цифрову основу

поверхні, в подальшому, можуть бути накладені будь-які географічні дані: тематичні або топографічні карти, аеро- чи космічні знімки на територію, схеми чи плани місцевості і, навіть, малюнки. Дані цифрових поверхонь при 3D-моделюванні є не тільки основою, але і фоном для візуалізації всіх інших даних про об'єкти.

Рис.1. **Фрагмент анімованої 3D-моделі на нагірну ділянку Канівського природного заповідника**

Анімована візуалізація географічних об'єктів, явищ робить зрозумілішими просторово-часові закономірності, які закладені в геоданих. Це дає можливість застосовувати їх з освітньою метою в навчальних та практичних курсах для студентів бакалаврату освітніх програм «Економічна географія» та «Середня освіта», зокрема під час проведення навчальної польової краєзнавчої природничо-географічної практики.

Навчальну польову краєзнавчу природничо-географічну практику для бакалаврів спрямовано на поглиблення теоретичних знань з базових дисциплін, які вивчаються протягом першого року навчання: геології, геоморфології, гідрології, метеорології,

ґрунтознавства, біогеографії, ландшафтознавства. Місцем проведення практики є стаціонарний навчальний полігон, розташований в Канівському природному заповіднику в межах Канівського району Черкаської області. Різноманіття природних комплексів заповідника віддзеркалює особливості історичного розвитку Канівського Придніпров'я та наочно демонструє студентам результати сукупної дії різних природних процесів. Природний потенціал території можна продемонструвати використовуючи анімовану 3D-модель місцевості. Під час польових досліджень студенти використовують дані, що подаються у різних формах у великій кількості джерел географічної інформації про територію проходження практики: текстові описи монографій, наукових статей, посібників, дані топокарт і планів місцевості, дані тематичних карт та схем на територію заповідника тощо. І головне, при рекогносціюванні місцевості дуже вдалим способом отримання географічної інформації про досліджувану місцевість є побудова і демонстрація динамічних 3D-моделей місцевості. Безпосередньо в роботі 3D анімовані моделі розглядаються разом з топо-та тематичними картзображеннями: порівнюється операційна інформація на робочих картографічних зображеннях, шукаються не відповідності, розвиваються навички та вміння читати топокарти, отримуються загальні уявлення про місцевість, звертається увага на особливості розташування об'єктів, визначаються майбутні орієнтири, візуалізуються закономірності простяганні та розташуванні природних елементів (для ділянки заповідника – луски-насуву, яри, відслонення, зміни в рослинності тощо), закономірності розташування об'єктів інфраструктури (дороги, стежки, будівлі). Їх відповідність природним об'єктам, закономірності у планових контурах населених пунктів та с/г угідь.

У висновках зауважимо на тому, що створена анімована 3D-карта (сцена) дозволяє об'єктивно відобразити природний потенціал території Канівського природного заповідника, формуючи цілісний образ природи Канівських гір: висотність поверхні та її рельєф, прояви і характер фізико-географічних процесів, наявність та характер рослинності, відмінності в ландшафтній структурі території, розвиток яружно-балкової мережі, розташування водних об'єктів, характер берегової смуги, форми та конфігурації рукотворних об'єктів, доріг та стежок та ін. За рахунок тримірності всі форми та конфігурації просторових об'єктів, що складають територію, стають більш зрозумілими. За рахунок анімованості картографічних зображень у студентів є можливість побачити та зрозуміти простір в будь-якій точці на місцевості. Можливості 3D-моделювання дозволяють візуалізувати різні тематичні двомірні карти місцевості, що полегшує сприйняття та розуміння студентами фізико-географічних процесів.

Список літератури

1. *Купач Д.В.* Канівські Гори. Моделювання території в ArcScene. URL: https://www.youtube.com/watch?v=jUCRIldMN9c&feature=youtu.be&fbclid=IwAR018CJoEZENEQgL2ma-A0jOozuGFdBzJXG1IICVGnqz3Gal3veasWg88bI. ***2.*** *Тумасьева В.А.* 3D-моделирование в ArcGIS 10.2 – настоящее, будущее. URL: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/ detail.php?ID=11160& SECTION_ID=288. ***3.*** Эволюция 3D картографии. URL: https://learn.arcgis.com/ru/arcgis-book/chapter6/

УДК: 551.4

Лаврук Т., Макаренко В., Стецюк В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРІЗНЕННЯ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПАМ'ЯТОК НА РІВНИНАХ ТА У ГОРАХ УКРАЇНИ

Останніми десятиліттями традиційні геоморфологічні канони збагачуються новими аспектами практичного використання знань про рельєф земної поверхні та геоморфологічні процеси. У свій час кафедрою геоморфології було започатковано підготовку фахівців-грунтознавців, що відобразило актуальність ролі рельєфу України та сучасних геоморфологічних процесів у формуванні, використанні та деградації грунтового покриву держави. Іншим прикладним напрямком діяльності кафедри (на цей час вона мала назву

«землезнавства та геоморфології») останніми роками стало дослідження геолого-геоморфологічних пам'яток України, встановлення методологічних основ їхнього наукового статусу, правомірності трактовки методологічної єдності геологічних та геоморфологічних пам'яток, розробка актуальних питань природопізнавального туризму (геотуризму) та підготовки фахівців зазначеного профілю.

Постановка вказаних завдань та формулювання методологічних основ статусу геолого-геоморфологічних пам'яток, перш за все, грунтуються на глибоких знаннях походження і розвитку певних властивостей земної кори та рельєфу земної поверхні, і саме тому, за традицією, регіональні геолого-геоморфологічні дослідження певних територій розпочинаються зі згадки про ці складники довкілля.

Завдяки цьому, у контексті головних відмінностей земної кори на території України (вона належить до двох діаметрально протилежних категорій за віком та динамікою, згадаймо, що більш, ніж на 90 % земна кора представлена її материковою категорією та близько 10 % – геосинклінальною, присутня також незначна частка океанічної кори), актуальною видається характеристика особливостей поширення геолого-геоморфологічних пам'яток у межах рівнинних та гірських областей.

Навіть такі загальні відмінності, як поширення рівнин на 95 % площі України (південний захід Східноєвропейської рівнини), а на 5 % – гірських областей (Українські Карпати та Гірський Крим), справляють значний вплив на поширення та характер геолого-геоморфологічних пам'яток, зважаючи на їхнє формування у кардинально різних геолого-геоморфологічних умовах.

* * *

Щодо ***українських рівнин***, то встановлення методологічних основ правомірності поняття «геолого-геоморфологічні пам'ятки» грунтується на *головних властивостях складників* таких об'єктів. Ними є різні вияви у рельєфі земної поверхні тектонічних рухів, магматизму, геологічної структури, складу і властивостей гірських порід та їхнього віку – з одного боку, та морфології рельєфу земної поверхні, його генезису, віку та давньої і сучасної динаміки.

Морфологічний, генетичний, віковий та динамічний спектр геолого-геоморфологічних пам'яток рівнинної частини території Україні, попри, здавалося б, одноманітність рельєфу земної поверхні, властивого рівнинам, насправді вельми різноманітний. Проте, у такому розмаїтті, щоб не сказати строкатості, можна простежити певні якщо не закономірності, то виразну кореляцію між характером пам'яток та особливостями орогідрографії, тектоніки, геологічної будови, особливостей рельєфу та іншими складниками довкілля. Певна річ, що значний перелік чинників, які беруть участь у формуванні геолого-геоморфологічних пам'яток, і породжують різні підходи до *інтерпретації, класифікації, систематизації*, що не дозволяє на сьогодні вирішити такі питання.

Першим кроком у встановленні кореляцій, які б здатні були пояснити наявність та особливості конкретних геолого-геоморфологічних пам'яток, є *взаємини тектоніки та орографії*, які, в свою чергу обумовлюють характер розташування річково-долинної мережі, а звідси ймовірність денудаційного «відкопування» тривалими флювіальними процесами феноменальних геологічних пам'яток. Як відомо, в навчальних посібниках залежності між тектонікою та орографією земної поверхні щодо рельєфу відображені поняттями «морфоструктури» та «морфоскульптури».

Розпочати варто пошук таких залежностей з найзагальніших уявлень про відповідність великих форм рельєфу земної поверхні певним тектонічним структурам, які, щоправда, у процесі свого розвитку могли змінювати знак вертикальних рухів. Так, відправним положенням про вплив тектонічних закономірностей на формування орографічних рис є аналіз ланцюжка закономірностей типу, по-перше, *височини, плато, кряжі, пасма, ували – наслідки сталого тектонічного підняття*, по-друге, *низовини – наслідки тенденцій до опускання значних за площею ділянок земної кори*. Зазвичай, такі залежності властиві *прямим морфоструктурам*. Зміна знаку вертикальних тектонічних рухів у часі спричинює комбінації у формуванні рельєфу у вигляді *обернених морфоструктур*.

Продовження пошуку кореляцій у взаємодії внутрішніх та зовнішніх чинників формування рельєфу, які призводять до утворення геолого-геоморфологічних пам'яток, доцільно здійснювати щодо пошуку *впливу структури гірських порід та їх відповідного препарування екзогенними геоморфологічними процесами*. Чи не усі види геологічної структури, будь-то горизонтальна, моноклінальна, вертикальна, периклінальна, плікативна або диз'юнктивна бувають відображеними у рельєфі настільки вражаюче, що безумовно виступають об'єктом геолого-геоморфологічної пам'ятки. Додамо, що елементи геологічної структури, відслонені на поверхні з допомогою екзогенних геоморфологічних процесів, у багатьох випадках стають настільки виразними та екзотичними, що безумовно складають зміст геолого-геоморфологічних пам'яток.

Склад і властивості гірських порід по-своєму знаходять вияв у формах рельєфу настільки виразно, що безумовно стають геолого-геоморфологічними пам'ятками, оскільки безперечними є різні форми і темпи опору гірських порід процесами денудації. Морфологічний вияв таких форм посідає чільне місце в сучасних атракціях природничого туризму (геотуризму), є наслідком різного вияву давньої та сучасної динаміки геоморфологічних процесів, в більшості випадків зумовлює визначні ландшафтно-пейзажні риси геолого-геоморфологічної пам'ятки.

В частині морфоскульптури визначним критерієм формування геолого-геоморфологічних пам'яток є, передусім, *визначні морфологічні риси рельєфу*, представлені як локальними формами, які займають порівняно незначну площу, але – вагомі відносні перевищення земної поверхні, так і такими, що поширені на обмеженій, значно більшій площі. Вони сформовані наслідками взаємодії внутрішніх чинників формування рельєфу (вертикальні тектонічні рухи земної кори, або давній чи сучасний вулканізм) з різними у часі та інтенсивності екзогенними процесами, як реакцією на такі впливи.

Генетичні характеристики, які надають об'єктам статусу геолого-геоморфологічної пам'ятки, обумовлені широким спектром впливу давніх та сучасних геоморфологічних процесів, наприклад, виразні деформації земної поверхні давніми льодовиковими або іншими катастрофічними процесами, останці тривалого вивітрювання кристалічних порід у місцях їх неглибокого залягання, потужного і тривалого хімічного вилуговування відповідних осадових товщ відкладів, унікальні берегові процеси як абразійного, так і акумулятивного характеру та інші.

Вікові особливості формування геолого-геоморфологічних пам'яток означають не тільки феноменальні часи утворення певних геологічних формацій, але й їхнє відслонення на земній поверхні і можливість легкого доступу до знайомства з ними. Наприклад, спостереження характеру зміни у часі індикаторів нижньої межі палеозою відкладами рифею – венду, ніколи не були б можливими без «відкопування» їх у нижній частині берегових урвищ Дністра та його притоків унаслідок формування врізаних меандр, як реакції флювіальних процесів на втягування Передкарпаття у тектонічне підняття Карпатської геосинкліналі. Схожим чином сформовано статус геолого-геоморфологічних пам'яток Подільських Товтр, численних геолого-тектонічних феноменів Донбасу, а також, карстових порожнин Поділля, Передкарпаття, Криму, вікові унікальні риси яких часто представлені ідентифікованими культурними (археологічними) пам'ятками.

Динамічні феномени геолого-геоморфологічних пам'яток представлені, передусім, незбагненними за способом свого утворення і живописних за морфологічними рисами формати, такими, наприклад, як каньйони с. Буки та іншими каньйоноподібними ділянками долини Гірського Тікича, долинами прориву Дніпра, Південного Бугу, прохідними долинами лівобережних приток Дніпра тощо. Проте, не лише зазначені свідки розвитку катастрофічних процесів характеризують динаміку об'єктів унікального геолого-геоморфологічного характеру, але й сталий розвиток флювіальних систем, тривалий у часі розвиток берегових процесів, як абразійного, так і акумулятивного характеру, а також гравітаційні, еолові, давні кріогенні процеси та їхні комбінації.

* * *

Справжньою окрасою природи України є альпійські ***геосинклінальні споруди Гірського Криму та Українських Карпат***. Серед унікальності природних феноменів

природного характеру в цілому, наявність геолого-геоморфологічних пам'яток перетворює такі куточки України на справжній рай для *поліпшення здоров'я у численних санаторіях* та базах відпочинку (як-то цілюще морське повітря, напоєне 30 тисячами видів фітонцидів кримської сосни, клімат сухих субтропіків, здавна відомих, як благодатний для лікування серцево-легеневих проблем тощо *у Гірському Криму,* або альпійське гірське повітря Карпат з їхньою екзотичною фауною і флорою, з цілющими термальними та мінеральними водами *Передкарпаття та Закарпаття*). Не менше місце посідають ресурси рекреаційного геотуристичного характеру, почасти з екстремальними його виявами – різноманітності природних феноменів у розмаїтті кліматичних, гляціологічних, орографічних, гідрологічних умов – об'єктів спортивного та екстремального туризму, спелеології, дайвінгу, рафтінгу, рекреаційного сплаву по річках, джампінгу, спортивного рибальства та мисливства, тощо. Важливими є також атракції щодо потужних природних процесів як ендогенного (вулканізм, землетруси), так і екзогенного характеру (катастрофічні повені, гравітаційні обвали, осипи, зсувні процеси, зокрема селеві потоки, грандіозні обвали й колапси крайових частин покривних льодовиків, процеси катастрофічного просідання та провалювання тощо). Притягальними є екстремальні процеси клімато-метеорологічного характеру, чимало з яких є об'єктами туристичного зацікавлення (гірські тумани, екзотичні заходи і сходи сонця).

Щодо встановлення методологічних основ правомірності поняття «геолого-геоморфологічні пам'ятки» у гірських регіонах України, то воно також грунтується на відображенні у рельєфі земної поверхні *головних властивостей складників* цих об'єктів. Ними є звичні для потужної енергії формування рельєфу (значного вертикального розчленування поверхні) вияви у рельєфі земної поверхні вражаючої *екзотики тектонічних рухів, зокрема – палеосейсмодислокацій*, виразних і представницьких форм магматизму, неспівставна з рівнинними областями і незрівнянно більша різноманітність *і відкритість геологічної структури*, складу і властивостей гірських порід та відносна однозначність оцінювання їхнього віку – з одного боку, та *широкий діапазон кількісних та якісних показників морфолого-морфометричних ознак рельєфу* земної поверхні, його *різко відмінного на близьких відстанях генезису*, достовірних індикаційних *ознак давньої і сучасної динаміки*.

Геолого-геоморфологічні пам'ятки займають у цьому переліку особливе місце, оскільки є складнішою видима у рельєфі *геологічна будова* та різко відмінною від платформних областей *тектоніка*, значно менша потужність *кори вивітрювання* та має місце лише локальне поширення *осадових порід* (зазвичай, останні є значно перетворені процесами літогенезу та катагенезу), а чи не увесь відомий спектр екзогенних та ендогенних *геоморфологічних процесів* зумовлюють незрівнянно більшу кількість пам'яток у порівнянні з рівнинними областями. Непересічними є також особливості вияву і розвитку контрольованих або зумовлених особливостями рельєфу земної поверхні *інших природних феноменів* (водоспадів, селевих потоків, снігових лавин, комплексу гравітаційних, схилових, а в Криму – берегових процесів та ін.).

Розмаїття геолого-геоморфологічних пам'яток у гірських областях України має свої *особливості атракційного геотуристичного характеру*, пов'язані з пізнанням геологічної будови та рельєфу земної поверхні. *По-перше*, вражаючі контрасти висот земної поверхні, в більшості незнайомі широкому загалу мешканців рівнин, особливо – початкуючих рекрантів, *по-друге* – більша відслоненість гірських порід у порівнянні з рівнинними областями справляє належне враження і служить прекрасним полігоном для розвитку і класифікації уявлень про геолого-геоморфологічні пам'ятки, *по-третє*, що стосується Карпат – сусідство з гірськими спорудами Європи служить надійною основою для вироблення методико-методологічних підходів до систематизації та уніфікації знань про геолого-геоморфологічні пам'ятки, *по-четверте*, подібність можливостей розвитку гірсько-лижного відпочинку також диктується особливостями геологічного та геоморфологічного характеру, а інфраструктура гірсько-лижних курортів придатна для зацікавлення рекреантами також і у літній період. В кримському регіоні геотуристичні зацікавлення, представлені також можливостями знайомства з геолого-геоморфологічними пам'ятками, обумовлені наявністю відомих спелеологічних феноменів Кримських гір, грязьового вулканізму, аматорського альпінізму, дайвінгу на узбережжі Тарханкутського півострова.

Значною також видається частка туристичних атракцій, пов'язаних зі специфічними властивостями рельєфу, а саме з можливостями знайомства з етнокультурними та духовними властивостями рельєфу, представленими у невипадковому розташуванні у рельєфі фортець, монастирів, печерних поселень, курганів тощо.

Щодо власне методико-методологічного обгрунтування статусів геолого-геоморфологічних пам'яток рівнинних та гірських областей, то ці положення вже висвітлені у іншій нашій публікації у цьому збірнику, яка розкриває методологічну єдність при врахуванні і характеристиці виключних особливостей регіонів *геологічного* (ендогенного) та *геоморфологічного* (переважно – екзогенного) характеру, а останні служать як неодмінні учасники формування пам'яток і виступають предметною основою їх характеристики та систематизації.

УДК: 551.4

Наказненко А.Г.
Комунальний заклад «Шишацький обласний науковий ліцей-інтернат ІІ-ІІІ ступенів Полтавської обласної ради», с. Шишаки, Полтавська обл.

ФАКТУРНА БУДОВА ПОЛТАВСЬКОЇ МОРФОСТРУКТУРИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПУ

Метою нашого дослідження є вивчення латеральної організації території, яка визначається перш за все просторовими характеристиками: розмірами, азимутами простягання, внутрішньою будовою, комбінаціями морфоструктур; виділення та характеристика фактурних елементів Полтавської морфоструктури центрального типу (МЦТ).

Полтавська МЦТ досліджувалась у працях О. Ніколаєнка та С. Бортника.

Закономірності латеральної організації Полтавської морфоструктури встановлювались шляхом побудови карти фактурної будови та її подальшого аналізу, що складена за результатами дешифрування МАКЗ та топографічної основи.

Полтавська МЦТ виявляється у вигляді комбінації численних дугових елементів внутрішнього та зовнішнього контурів, які фрагментарно збігаються з межами надзаплавних терас р. Дніпра, долинами річок Псел, Оскіл, Самара та вододілами річок Псел - Ворскла, Сіверський Донець - Оскіл, Дніпро - Сіверський Донець. Діаметр ПМЦТ становить 280 км, а ширина периферійної зони відповідно 20 км.

За характером фактурної будови Полтавську МЦТ слід розглядати як радіально-концентричну: тобто в її морфологічній будові характерне поєднання як радіальних, так і концентричних елементів фактурної будови, проте домінуючими є концентричні елементи структури [2]. Серед останніх найбільш чітко виявленими є п'ять концентрів, два з яких утворюють периферійну зону, а три описують ядерну зону Полтавської МЦТ, між ядерною та периферійною зонами ми вділяємо внутрішню зону.

Для Полтавської МЦТ характерні округлі обриси в плані та концентричне розташування основних каркасних елементів, ускладнене внутрішніми вписаними МЦТ меншого радіусу. Зовнішній контур віддешифрований фрагментарно і має чітке морфологічне вираження в межах долин р. Дніпра, на відрізку від гирла р. Самари до гирла річок Ворскли, Псел, від гирла р. Хорол до м. Лебедин, далі по вододілу річок Псел - Ворскла (до витоків р. Ворскли), по долині р. Оскіл, на відрізку від м. Дворічна до гирла Осколу, далі по вододільній ділянці річок. Сіверський Донець - Торець, долинами приток р. Торець, вододілу річок Казений Торець - Самара. Сумарна довжина чітко виявленої дуги зовнішнього контуру становить 575 км, інтерпольованої - 275 км, отже, чітко виявлено близько 2/3 контуру структури. Внутрішній контур виявлений слабше, морфологічне відображення має в межах уступу надзаплавних терас Дніпра (с. Підгородне - с. Чаплинка), долин річок Говтва, Ташань, долин дрібних приток Сіверського Дінця, вододільних ділянок між притоками Сіверського Дінця. Сумарна довжина чітко виявленої дуги 280 км, інтерпольованої - 435, тобто чітко виявлено тільки 2/5 внутрішнього контуру.

Серед фактурних елементів Полтавської МЦТ ми виділяємо периферійну, внутрішню та ядерну зони.

Периферійна зона, що має середню ширину 20 км, обмежена зовнішнім та внутрішнім контурами Полтавської МЦТ. Найбільш чітко вона простежується в межах східного, південно-західного та північно-західного квадрантів Полтавської МЦТ. Морфологічно на зазначених ділянках їй відповідають: вододільна ділянка Сіверський Донець - Оскол; фрагмент надзаплавної тераси Дніпра; вододільні ділянки Псел - Говтва, Псел - Ташань.

За характером будови ядерної частини Полтавська МЦТ може розглядатись як поліядерна. Морфологічно це виражається трьома концентрами, що можуть інтерпретуватися як ядро. Так, за результатами середньомасштабних досліджень, С. Бортник за ядро Полтавської МЦТ приймав МЦТ радіусом 30 км. Однак нами при крупномасштабних дослідженнях було встановлено, що ядерна зона має більш складну будову. Тут чітко простежуються три концентри ядра: перший - радіусом 30 км; другий - радіусом 45 км; третій - радіусом 60 км (Ядерна-1, Ядерна-2, Ядерна-3). Фактура даних морфоструктур чітко виражена в поєднанні орографічних елементів. Так, південна частина контуру МЦТ Ядерна-3 виражена долиною р. Орель, її північна та північно-східна частина контуру виражена долиною р. Сіверський Донець. Південно-західна частина контуру МЦТ Ядерна-2 виражена долинами річок Вшива, Орчик, північно-східна частина контуру - долинами приток р. Мжа та вододільною ділянкою Мерчик - Мжа. Східна та північно-східна частини контуру Ядерної-1 виражені долиною р. Межа та вододільною ділянкою Сіверський Донець - Ворскла.

У межах Полтавської МЦТ виділено три регіональні морфоструктури центрального типу III-го порядку (Решетилівська, Гадяцька-I, Ядерна-3), 16 локальних МЦТ I-го рангу та 19 локальних МЦТ II-го рангу; дев'ять лінеаментних зон; вісім морфоструктурних вузлів.

Поєднання морфоструктур різних типів та рангів формує в плані складний морфоструктурний рисунок. Реальний ансамбль можна розглядати як поєднання стійких повторюваних комбінацій, які в класифікації морфоструктур складають найвищий рівень організації морфоструктур.

О. Ковтонюк пропонує розглядати стійкі повторювані комбінації за такими типами: комбінації однотипових однорангових морфоструктур; комбінації однотипових різнорангових структур; комбінації різнотипних різнорангових структур [4].

Серед комбінації однотипових однорангових морфоструктур у межах досліджуваної території характерні два варіанти з'єднання: спряження (коли дві структури є дотичними) та інтерференції (накладання структур). У результаті інтерференції утворюється двояко опукла лінза (наприклад, Опішнянська та Орельська-2 локальні МЦТ I-го рангу при накладанні утворюють вузьку лінзу, які в рельєфі відповідає фрагмент долини р. Орчик) [1]. Унаслідок комбінації кількох однорангових однотипових структур утворюються так звані морфоструктурні ланцюги - прямолінійні із спряженими і накладеними варіантами з'єднань (Гадяцька-1, Котелевська, Ядерна-2) та дугоподібні із спряженими і накладеними варіантами з'єднань (Кобеляцька, Орельська-1, Синельниківська).

При поєднанні різнорангових МЦТ у межах досліджуваної території найбільш характерним є утворення сателітних комбінацій (наприклад, Гадяцька-1 та Решетилівська регіональні МЦТ III-го порядку є сателітами щодо Полтавської МЦТ) та орбітальних комбінацій (Гадяцька-2, Червоноармійська локальні МЦТ I-го рангу щодо Полтавської МЦТ).

Результатом поєднання різнорангових та різнотипних морфоструктур є утворення морфоструктурних вузлів (Новомосковський, Зачепилівський, Абазівський, Чутівський, Савенцівський, Котелевський, Карілвський, Чупахівський). Унаслідок комбінації лінійних морфоструктур та морфоструктур центрального типу в межах Полтавської МЦТ формуються такі типи поєднань: діаметральний перетин лінійною структурою МЦТ; довільний перетин лінійною структурою МЦТ. У результаті поєднання МЦТ та лінійно-площинних структур утворюються коміркові МЦТ (так МЦТ Ядерна-3, Ядерна-2, Ядерна-1 вписані в Полтавський блок) [3].

Висновок. Вивчення латеральної організації Полтавської МЦТ дало можливість виділити такі фактурні елементи, як ядерна зона, внутрішня зона та периферійна зона, а також встановити взаємозв'язки між основними фактурними елементами.

Список літератури

1. *Бортник С.Ю.* Морфоструктури центрального типу території України: просторово-часовий аналіз: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. К., 2002. ***2.*** *Бортник С.Ю.* Проблема класифікації морфоструктур центрального типу. Укр. геогр. журн. 2002. № 2. ***3.*** *Бортник С. Ю.* Просторово-геоструктурний аналіз Кіровоградської морфоструктури центрального типу : монографія / С. Ю. Бортник, О. В. Ковтонюк. К. : ВГЛ «Обрії», 2012. 190 с. ***4.*** *Ковтонюк О.В.* Просторово-геоструктурний аналіз Кіровоградської морфоструктури центрального типу: Автореф. дис. канд. геогр. наук. К., 2004.

УДК 551.435:631.47/48

Підкова О. М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕПЦІЇ МОРФОКЛІМАТИЧНОЇ ЗОНАЛЬНОСТІ ЗЕМЛІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ҐРУНТІВ І ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Одним із важливих напрямків розвитку сучасного наукового знання можна вважати синтез наукових теорій, положень, концепцій тощо двох (чи більше) наук, переплетіння їхніх ідей і одержання на основі цього нових наукових здобутків. Безумовно, такі напрацювання стають надбанням кожної з цих наук, збагачуючи наукове знання загалом. Особливо актуально це для природничо-географічних досліджень, де усі компоненти природи прямо чи опосередковано взаємопов'язані між собою, і вивчення одного з них у "чистому вигляді" є дещо умовним і штучно обмеженим.

Займаючи чільне місце серед методологічних положень геоморфології, концепція морфокліматичної зональності суші може також внести свою частку знань у ґрунтознавчу науку. Вважаємо за доцільне розглянути це у контексті основних закономірностей поширення ґрунтів і ґрунтового покриву.

Природна зональність – явище однозначне, основною причиною якого є розподіл сонячної енергії і тепла у межах планети, або географічне положення у ширшому розумінні. Виступаючи рушійною силою більшості екзогенних процесів, тепло і волога зумовлюють переважання відповідних екзогенних рельєфотворчих процесів у межах природних зон. Це лягло в основу концепції морфокліматичної зональності Землі.

Поняття про морфокліматичну (клімато-геоморфологічну) зональність і морфокліматичні зони у науковому знанні відносно нове. Під морфокліматичною зоною В. В. Стецюк і І. П. Ковальчук (2005) розуміють значні за площею ділянки поверхні рівнин суші, у межах яких співвідношення тепла і вологи зумовлюють панування тих чи інших екзогенних рельєфотворних процесів, що забезпечує існування своєрідних геоморфологічних ландшафтів-морфоскульптур. У той же час, автори відзначають, що поняття морфокліматичної зони є доволі абстрактним і за своєю суттю подібним до поняття природної зони.

Визначальним чинником формування морфокліматичної (як і природної) зони є співвідношення тепла і вологи, які, в свою чергу, зумовлюють переважання відповідних екзогенних геоморфологічних процесів. Варто наголосити, що більшість з останніх мають зональну природу (гляціальні, кріогенні, флювіальні та ін.), чим пояснюється переважання певних екзогенних процесів морфогенезу і формування відповідної морфоскульптури у межах тої чи іншої морфокліматичної зони.

Також є екзогенні рельєфотворні процеси, які належать до категорії азональних, але можуть зустрічатись у різних морфокліматичних зонах, якщо є відповідні умови для розвитку їх. До них відносять схилові, карстові і берегові. Проте їхнє поширення, динаміка, інтенсивність прояву також певним чином будуть визначатись зональними кліматичними відмінами.

Морфокліматична зональність значною мірою корелює із зональністю ґрунтового покриву. Відомо, що причинами просторової диференціації ґрунтового покриву є зміни чинників ґрунтотворення, а закономірності географічного поширення ґрунтів є одночасно і результатом, і відображенням складної взаємодії усіх чинників ґрунтотворення.

Поширення ґрунтів у просторі у найбільш загальних рисах підпорядковується біокліматичній зональності, що знаходить своє відображення у ґрунтово-географічному районуванні (за М. М. Строгановою, М. М. Розовим, 1979). Найвищими таксономічними одиницями районування є ґрунтово-біокліматичні пояси, які поєднують території зі схожими термічними особливостями клімату, а саме – подібністю радіаційних і термічних умов.

Ґрунтово-біокліматичні області виділяються у межах поясів за режимом зволоження і континентальністю (вологі, перехідні, сухі), які зумовлюють особливості ґрунтотворення, вивітрювання і розвитку рослинності на певній території. Тобто, в основі виділення найвищих таксономічних одиниць ґрунтово-географічного районування є кліматичні умови територій, що є відповідним аналогом кліматичної складової морфокліматичного зонування.

Ґрунтово-біокліматичні пояси і області представляють собою сукупність ґрунтових зон і гірських ґрунтових провінцій, які, у свою чергу, є основними таксономічними одиницями ґрунтово-географічного районування рівнинних і гірських територій. Визначальна роль тут відводиться рельєфу, який перерозподіляє кліматичні і, відповідно, біотичні (в основному – рослинність) умови – ці основні чинники формування ґрунтів. Це відображено у законах горизонтальної і вертикальної (або широтної і висотної) поясності ґрунтового покриву.

Поряд з тим, зональність ґрунтового покриву не є абсолютним явищем. Тут доречно згадати про закони фаціальності ґрунтів і аналогічних топографічних рядів ґрунтів. Згідно першого закону, фаціальні (провінційні) особливості клімату, причинами яких є різна континентальність території, відмінності у сезонному розподілі опадів тощо, зумовлюють появу специфічних місцевих ознак ґрунтів і навіть формування інших їх типів.

За другим законом, поширення ґрунтів у просторі (у межах зон) зумовлене переважно впливом рельєфу, ґрунтотворними породами та іншими місцевими умовами ґрунтотворення. Причому, у всіх зонах ця закономірність має аналогічний характер: на підвищених елементах рельєфу залягають автоморфні (самостійні) ґрунти, характеризуються відносною акумуляцією малорухомих речовин, у пониженнях – гідроморфні (підпорядковані), які акумулюють у своїх горизонтах рухомі продукти ґрунтотворення і вивітрювання, на схилових поверхнях залягають перехідні ґрунти, має місце транзит речовин у вигляді поверхневого, внутрішньо- і підґрунтового стоку. Рельєф при цьому виконує роль перерозподілювача геохімічних потоків, визначає їх основні напрямки, а ґрунти різних гіпсометричних рівнів є геохімічно пов’язані між собою.

Відзначимо, що екзогенні рельєфотворчі процеси, які поширені у межах певної морфокліматичної (чи природної) зони, мають значний вплив на ґрунти і ґрунтовий покрив зони. У відношенні до рельєфу, ґрунт виступає у ролі своєрідної “оболонки”, яка покриває (огортає) ту чи іншу форму рельєфу (мова йде про території, де наявний ґрунтовий покрив). Тож ґрунти зазвичай першими відчувають на собі дію і вплив екзогенних рельєфотворчих процесів, часто приймаючи на себе їхню силу. Ці процеси можуть зумовлювати трансформацію ґрунтів, окремих їх властивостей чи ґрунтового покриву загалом. Наприклад, морозобійне розтріскування як наслідок морозного вивітрювання зумовлює тріщинуватість ґрунтів, формування полігональної поверхні ґрунтів, при дефляції відбувається видування верхнього гумусового горизонту ґрунтів, водна ерозія як один з найбільш деструктивних процесів може призвести навіть до повного руйнування ґрунтового профілю чи значної його частини.

Таким чином, вивчаючи мофрокліматичні зони у геоморфології, зокрема у рамках такого її актуального в реаліях сьогодення прикладного напрямку, як екологічна геоморфологія, глибше і різнобічно пізнаємо особливості ґенези і географії ґрунтів відповідної зони, функціонування ґрунтів і протікання ґрунтових процесів у них. З іншого боку, розглядаючи поширення ґрунтів у просторі в розрізі природних зон через призму чинників ґрунтотворення можемо вивчати сучасні екзогенні геоморфологічні процеси і їхній вплив на інші компоненти довкілля, природні і антропогенні об’єкти.

Представлені вище думки свідчать про можливість подальшого синтезу наукових здобутків геоморфології і ґрунтознавства, окреслення і формування нових теоретико-методологічних підходів до вивчення їх об’єктів, тим самим сприяючи розвитку географічних знань у цілому.

УДК: 551.4.013:551.243.8

Погорільчук Н.М., Ковтонюк О.В., Бортник С.Ю.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

ВПОРЯДКОВАНІСТЬ МОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ КАНІВСЬКИХ ДИСЛОКАЦІЙ КРІЗЬ ПРИЗМУ РИСУНКУ ЕРОЗІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Поняття впорядкованості у геоморфологічних дослідженнях віддзеркалює баланс між ендогенними та екзогенними процесами, особливо в таких геодинамічно активних зонах, якою є територія Канівських дислокацій. Система тимчасових та постійних водотоків, пов'язаних єдиним речовинно-енергетичним ланцюгом, завжди найбільш чутливо і швидко реагує на зміни зовнішніх чинників. Домінування однієї або іншої групи процесів (дисбаланс) в досить короткий проміжок часу знаходить своє відображення у структурі, щільності та плановому рисунку ерозійної мережі.

Попри різноплановий інтерес геолого-геоморфологічного спрямування до Канівських дислокацій [2, 5, 6,7], крупномасштабні (1:50000) дослідження рисунку ерозійної мережі та його морфоструктурної інтерпретації на сьогоднішній день нам не відомі. В одній із попередніх публікацій [1] нами запропоновані схема класифікації та характеристика типів рисунків гідромережі. Саме вони покладені в основу спроби виявити риси впорядкованості та організації ерозійної мережі цього унікального району.

В першу чергу, звертає на себе увагу диференціація території Канівських дислокацій за характером планової організації ерозійної мережі на три ділянки – північну, центральну та південну.

Субмеридіонально витягнута північна ділянка (Бучацько-Трахтемирівський блок за схемою структурно-геоморфологічного районування Ю. Лаврушина та Ю. Чугунного, 1982) характеризується комбінованим типом планової організації рисунку ерозійної мережі. І лише велика кількість коротких тальвегів 1-го порядку відрізняє дислокований район від прилеглої на заході недислокованої лесової акумулятивної рівнини. Для цієї ділянки у рисунку ерозійної мережі за співвідношенням між головною річкою та притоками характерне домінування короткогіллястого та короткопір'ястого ширококутних планових рисунків. Довгогіллястими притоками відрізняються лише яружно-балкові системи в районі с.Григорівка. Звертають на себе увагу численні приклади відцентрового рисунку, які підкреслюють типові для цієї ділянки дрібно купольні ін'єктивні структури, виражені в рельєфі ізольованими пагорбами відносною висотою 20-30 м. Своєрідний рисунок ерозійної мережі спостерігається в районі урочища Московські гори, що розташоване на південний захід від с.Бучак. Сформований тут купол розтікання ускладнюється коліно- та дугоподібними вигинами тальвегами, що створює відцентрово-ґратчастий тип мережі.

Центральна частина Канівських дислокацій, яка відповідає Трощинському грабену [3] (район селищ Бобриця – Тростянець – Новоселиця), має в цілому ізометричний обрис, що підкреслюється домінуючим доцентровим рисунком ерозійної мережі та підвищеною щільністю ерозійного розчленування лише у периферійній частині. Остання представляє собою своєрідний дугоподібний вал розтікання, який відповідає відрізку вододілу річок Дніпро-Росава. Водотоки на ділянках їх нижніх течій тут практично позбавлені приток. Таке незначне горизонтальне розчленування відповідає фрагментуI-ї надзаплавної тераси Дніпра [3, 4] та свідчить про загальну тенденцію до опускання цієї території відносно сусідніх блоків. Ерозійна мережа в межах окремих басейнів постійних та тимчасових водотоків (яри Костянецький, Литвинець тощо) відрізняється лівосторонньою асиметрією, тобто відсутністю або зовсім малою кількістю лівих притоків.

Південна ділянка, яка відповідає Канівському блоку [3], характеризується в цілому відцентровим рисунком ерозійної мережі, що дозволяє разом з урахуванням підвищеної щільності горизонтального розчленування, впевнено відокремити район дислокацій у цій частині від прилеглих територій. Тут домінують довгогіллястий та довгопір'ястий ширококутний (а точніше, ортогональний) типи рисунку. Вододіл між басейнами Дніпра та Росави відповідає відрізку центрального ін'єктивного валу Канівських дислокацій, що в рельєфі представлений ланцюгом добре виражених пагорбів діаметром 30-100 м з

максимальними абсолютними та відносними висотами. Саме привершинні ділянки як головного, так і другорядних вододілів відрізняються найбільшою щільністю горизонтального розчленування, проте на відміну від Бучацько-Трахтемирівської ділянки, відцентровий тип рисунку тут не простежується. Домінує лінійно витягнутий характер зони розтікання.

Варто відмітити, що поряд із індивідуальними рисами впорядкованості рисунку ерозійної мережі трьох ділянок Канівських дислокацій існують і спільні для них особливості. Так, загальною і досить характерною рисою є еквідистантність розташування низько порядкових приток. За кроком, або відстанню між ними, та напрямком простягання (північний захід - південний схід) вони контролюються ритмічним розташуванням лінійних лускуватих структур. Це типовий приклад структурно-денудаційного рельєфу, у формуванні якого провідну роль відіграла вибіркова денудація, що спрацювала по субпаралельних системах тріщинуватості в осях обірваних антиклінальних складок та по лініях насувів. Еквідистантно розташовані тальвеги інших напрямків (субширотного, субмеридіонального тощо), як правило, контролюються відповідними лінеаментними зонами.

Згадані риси геологічної та тектонічної будови підкреслює і така особливість у розміщенні притоків та головних русел ярів, як локалізація в одній точці місць впадіння лівих і правих приток, що мають північно-західний – південно-східний напрямок простягання. Структурний контроль останнього спостерігається і між сусідніми системами ярів, коли тальвеги 1-го порядку якби «продовжують» один одного через вододіл, фіксуючи одну лінію. Разом із еквідистантністю це створює загальний субпаралельний вигляд морфологічної організації земної поверхні. І якщо на північній та центральній ділянках ця особливість дещо «розбивається» іншими лінеаментиними напрямками, то в межах Канівського блоку (в районі с. Яблунів, м. Канева тощо) вона беззаперечно домінує і виступає на перший план.

Можна констатувати, що як для району Канівських дислокацій в цілому, так і для окремих його ділянок, найбільш виразні та специфічні риси рисунку ерозійної мережі створюють елементи найнижчого порядку. Саме вони, на нашу думку, є індикаторами новітньої та сучасної геодинамічної активності цього регіону, які поряд із успадкованим характером віддзеркалюють ознаки закладання нових активних зон.

Список літератури

1. *Бортник С.Ю., Ковтонюк О.В., Погорільчук Н.М.* До питання класифікації та характеристики типів рисунку гідромережі. *Фізична географія та геоморфологія*. Вип. 1973). 2014. С. 5-15. ***2.*** *Іванік О. М. Ржаніцин В.О.* Особливості прояву зсувних процесів в межах Канівського Придніпров'я. *Актуальні проблеми геології України:* наук.-практ. конф., 18 квіт. 2002 р.: зб. матеріалів. К., 2002. С. 33-34. ***3.*** *Лаврушин Ю.А., Чугунный Ю.Г.* Каневские гляциодислокации. М.: Наука, 1982. 100 с. ***4.*** *Палієнко Е.Т., Мороз С.А., Куделя Ю.А.* Рельєф та геологічна будова Канівського Придніпров'я. Вид-во Київського університету, 1971. 95 с. ***5.*** *Ржаніцин В.О.* Прояви найновішої тектоніки у геологічній будові канівських дислокацій. *Сучасний стан та перспективи розвитку геоморфології, тектоніки, геоогії та палеогеографії.* Вид-во Київського університету, 1996. ***6.*** *Тимченко Ю.А., Іванік О.М., Крочак М.Д.* Особливі риси яружної ерозії в районі Канівських дислокацій. *Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища*: V міжнар. наук. конф., 7-9 жовт. 2004 р.: матеріали. конф. К., 2004. С. 184-185. ***7.*** *Тустановська Л.В.* Оцінка факторів новітнього тектогенезу Канівського Придніпров'я на основі структурно-морфометричного аналізу [Текст]: автореф. дис. ... канд. геол. наук : 04.00.01. Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2015. 19 с.

УДК 911.3

Чиж О.П., Денисик Г.І.
Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського, м. Вінниця

ЯРИ В АНТРОПОГЕННИХ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТАХ

Ерозійним процесам у лісових ландшафтах географи приділяють мало уваги. На перший погляд – це закономірно. Давно відоме і доведене протиерозійне значення лісу. Через це усталеним є переконання, що ліс і яр (ерозія загалом) – поняття несумісні. Навіть

словосполучення «лісовий яр» є незвичним, а розвиток ерозійних процесів у лісових ландшафтах, особливо поява ярів – це уже об'єкт спеціального дослідження. Зазначене стосується лише натуральних лісових ландшафтів.

Багаторічні дослідження сучасних, переважно, антропогенних (умовно-натуральних, похідних і лісокультурних) лісових ландшафтів, дають можливість стверджувати – ерозійні процеси, зокрема яри у лісах, явище поширене. Особливо це стосується регіонів розповсюдження похідних лісових ландшафтів і лісокультур. Розглянемо детальніше «лісові» яри.

З ландшафтознавчого погляду – яри у лісі, це складні пара динамічні системи (яр – прилегла територія), що активно розвиваються у нехарактерних для них умовах. Просторово-часовий аналіз розвитку ярів у лісових антропогенних ландшафтах лісополля України показує, що їх кількість і площі постійно зростають. Здебільшого у похідних лісах і лісокультура яри приурочені до схилів нагірних дібров або днищ верхів'їв безлісих балок, що продовжуються на лісових схилах. Їх розміри різні й залежать від природних особливостей території формування та господарської діяльності людей. Переважають яри глибиною пересічно 6-8, зрідка – 10-14 м.

У лісових антропогенних ландшафтах ерозійні процеси й особливо формування своєрідних для них «лісових ярів» зумовлено [2]:

- *наявністю балок або незначних заглибин,* особливо в нагірних дібровах, вершини яких розташовані за межами лісу, розорані та мають значні за площею водозбори. Талі весняні та зливові води надходять з них до лісових балок або на крутий лісовий схил у вигляді концентрованого потоку, що здатний здійснювати значну руйнівну (ерозійну) роботу;
- *широким розповсюдженням не задернованих м'яких порід,* що легко піддаються ерозії. Пухкі лесоподібні суглинки і леси значної (до 5-7 і більше метрів) потужності, що повсюдно оголюються в результаті вирубки окремих ділянок лісу і надмірного випасу та знищення підліску на схилах балок і долинах річок, легко розмиваються, обвалюються і на дно ярів падають дерева та кущі;
- *нераціональною діяльністю людей,* що призводить до втрати єдності лісового біогеоценозу – третя й найважливіша причина формування ярів у лісових, переважно антропогенних ландшафтах. У лісі кожна колія від автомобіля, або малопомітна стежка може будь-коли за відповідних умов перетворитися на повноцінний «лісовий яр»[1].

Крім цього, активному розвитку ерозійних процесів, особливо ярів у лісових антропогенних ландшафтах сприяють випасання худоби, рекреаційне перенавантаження окремих лісових урочищ, зумовлені різними видами будівництва вирубки дерев на схилах, пожежі тощо. Є випадки формування ярів у лісі в результаті спускання води із ставків, що розташовані у верхів'ях як лісових, так і польових балок, що примикають до лісу.

«Лісові яри» не лише парадинамічні, але й парагенетичні активно діючі системи. Результатом їх діяльності є не притаманні для лісових антропогенних ландшафтів конуси виносу поряд з лісових ярів. За розмірами і структурою вони відрізняються від конусів виносу безлісих яружно-балкових ландшафтних комплексів, однак чітко виражені й часто перекривають лісові дороги, прилеглі до лісу городи, пасовища, заважають проведенню лісогосподарських заходів тощо.

Дослідження ерозійних процесів, особливо ярів, що поступово стають ознакою нераціонального природокористування у лісових антропогенних ландшафтах, необхідно продовжувати. Це дасть змогу розробити реальні заходи щодо раціонального використання й охорони не лише лісових, але й антропогенних ландшафтів загалом.

Список літератури

1. *Денисик Г.І., Чиж О.П.* Лісостепові полісся: монографія. Вінниця: ПП «Видавництво «Теза», 2007. 210 с. ***2.*** *Денисик Г.І., Рябоконь О.В.* Натурально-антропогенні ландшафти Поділля: монографія. Вінниця: ПП « ТД «Едельвейс і К», 2016. 167 с.

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

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

Науковий збірник “Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія” запланований до чотирьох випусків на рік. Він є міжвідомчим, готується до видання на базі кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, а також Комісії з гідрології та гідроекології Українського географічного товариства. Наказом Міністерства освіти і науки України № 515 від 16.05.2016 р. включено до переліку наукових фахових видань України за галуззю «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 кордоном, анотації монографій і навчально-методичних видань.

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

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

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

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

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

Вихідні передумови (*аналіз останніх досліджень і публікацій)*;

Формулювання цілей статті, постановка завдання;

Виклад основного матеріалу дослідження *з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів*;

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

Список літератури *(7-10 джерел, в т. ч. інтернет-джерел, оформлених згідно* ***з ДСТУ 8302:2015*** *«Інформація та документація. Бібліографічне посилання…»).* 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 анотаціями, таблицями, рисунками (рисунки чорно-білі) та списком літератури) необхідно надсилати на адресу редколегії у **електронному вигляді** (з назвою файлу – прізвище автора латинськими літерами), а також у роздрукованому вигляді у 2-х примірниках (для рецензування), один – із підписами авторів; другий – копія першого без підпису. **Шрифт Arial, кегль 12, Word 6-8. Поля всі по 2.5 см; інтервал – 1, абзац – 1,00.**

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

Необхідно мати на увазі, що одиниці вимірювання величин і характеристик у статтях треба наводити згідно системи СІ. Зокрема, концентрацію хімічних компонентів у воді – в **мг/дм^3** (а не в мг/л).

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

УДК 551.49 (кегль 12)

Петренко М.І. ***(кегль 12, напівжирний, нахилений)***
Інститут гідробіології НАН України, м. Київ *(кегль 11, нахилений)*

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ БАСЕЙНУ ДНІПРА (кегль 12, **напівжирний**)

Ключові слова: *не більше 5 слів чи словосполучень (кегль 11, нахилений)*

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

Кожна стаття супроводжується 2-ма списками літератури:

1). Список літератури оригінальний.

2). Список літератури транслітерований латиницею (із заголовком References).

Список літератури. Після основного тексту статті (висновків) через один інтервал розташовується підзаголовок "Список літератури" (**кегль 11, напівжирний**), а потім власне перелік джерел (також кегль 11). Список літератури має бути оформлений згідно вимог **ДСТУ 8302:2015** «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» чинний від 2016-07-01.

References. Після оригінального списку літератури через один інтервал додається транслітерований латиницею список літератури із заголовком «References». Сайт з програмою транслітерації україномовного тексту на латиницю: http://litopys.org.ua. Сайт з програмою транслітерації російськомовного тексту на латиницю: http://www.translit.ru.

Після "Списку літератури" та «References» через один інтервал через інтервал – **анотації** українською, російською і англійською мовами, що *додаються за схемою:*

1) **назва статті** (кегль 10, **напівжирний)** , ***прізвище та ініціали автора(ів)*** *(кегль 10,* ***напівжирний, нахилений****);*

2) короткий текст анотації українською, російською та ***розширений – англійською (2000 знаків без пробілів)*** *(кегль 10, нахилений);*

3) ***ключові слова*** *(до 5 слів чи словосполучень), розділених крапкою з комою* (*кегль 10, нахилений).*

Крім того, до статті додається **реферат,** рекомендований обсяг – 850 знаків.

Приклад оформлення реферату статті:

УДК 556.012 556.522

Типізація річок та озер української частини басейну Вісли та її узгодженість з дослідженнями в Польщі / Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. (*№ і стор. - буде проставлено в редакції*).

Здійснена абіотична типізація річок, яка базується на вимогах ВРД ЄС і типологічній системі адаптованій в Польщі, дозволила виділити: для басейну Західного Бугу в межах України 5 абіотичних типів річок, в межах Польщі - 7; для басейну Сану в межах України - 4 типи річок, в межах Польщі - 10. Згідно ВРД ЄС у басейні р. Західний Буг до дуже великих річок належить, власне, Західний Буг, а до великих річок - Полтва, Рата, Луги і Ріта. У басейні р. Сан до дуже великих річок належить, власне, Сан, а до великих річок - Вишня і Завадівка (Любачівка). Для виконання типізації озер у басейні Західного Бугу на території України згідно вимог ВРД ЄС необхідно провести дослідження за комплексом показників (геологічних умов водозбору, співвідношення площі водозбору до об'єму озера, вертикальної стратифікації озерних вод).

Іл. 2. Табл. 3. Бібліогр.: 12 назв.

Ключові слова: Західний Буг, Сан, Водна рамкова директива Європейського Союзу, абіотичні типи, річка, озеро

Також 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.

Наукове видання

ГІДРОЛОГІЯ, ГІДРОХІМІЯ І ГІДРОЕКОЛОГІЯ

Науковий збірник

2019 рік

№ 3 (54)

Збережено авторський стиль та орфографію

Комп'ютерна верстка – Москаленко С.О.

Підписано до друку 17.09.2019
Формат 60х90/8. Папір офсетний.
Гарнітура Arial. Друк різограф.
Ум. др. арк. 8,0. Обл.-вид. арк. 8,2.
Наклад 100 прим. Зам. № 52-014.

ОБРІЇ

Видавництво географічної літератури "Обрії"
Свідоцтво Держкомінформ України
ДК № 23 від 30.03.2000 р.
Київ, вул. Старокиївська, 10
Тел.: (096) 882-30-30
e-mail: vgl_obrii@ukr.net