



*100-річному Ювілею
Гідрометеорологічної Служби
України присвячується*



ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

ДРУГОГО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО З'ЇЗДУ



Одеса, Україна

7-9 жовтня 2021 року



Український
гідрометеорологічний центр



Український
гідрометеорологічний
інститут



Гідрометеорологічний центр
Чорного та Азовського морів

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ДРУГИЙ ВСЕУКАЇНСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ З'ЇЗД

7-9 жовтня 2021

Одеса, Україна

Тези доповідей

Одеса

Одеський державний екологічний університет

2021

УДК 551.46+551.5+556

T29

T29 Другий Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд: тези доповідей.
Одеса: Одеський державний екологічний університет. 242 с.

ISBN 978-966-186-163-2

В збірнику представлено тези доповідей Другого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, метою якого є обговорення основних наукових, прикладних та виробничих проблем у сфері гідрометеорологічної діяльності для забезпечення сталого економічного та соціального розвитку України в умовах зміни клімату.

Тексти надісланих тез доповідей редакцією не коригуються і друкуються в авторській редакції.

У к л а д а ч і:

*Грушевський О.М., к.геогр.н., доц., Докус А.О., к.геогр.н., ст.викл.,
Катинська І.В., к.геогр.н., ст. викл., Костюкевич Т.К., к.геогр.н., доц.,
Мирза К.Л., асп., Прокоф'єв О.М., к.геогр.н.,
П'ятакова В.Ф., асп., Хоменко І.А., к.геогр.н., доц.*

ISBN 978-966-186-163-2

© Одеський державний екологічний університет, 2021

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ "АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ ТА АГРОЕКОЛОГІЯ"	10
<i>Вольвач О.В., Ярмолинський О.Ю.</i> Агрокліматична оцінка біокліматичного потенціалу Вінницької області стосовно вирощування біоенергетичних культур.....	11
<i>Домбовська І.О., Жигайло О.Л.</i> Моделювання продуктивності озимої пшениці в умовах зрошення.....	13
<i>Кирнасівська Н.В., Колеснікова О.А.</i> Агрокліматична оцінка впливу типу і механічного складу ґрунтів на їх температуру у Вінницькій області.....	15
<i>Колосовська В.В.</i> Вплив змін клімату на умови формування урожаю гороху в Київській області.....	17
<i>Костюкєвич Т.К.</i> Перспективи вирощування сої в Україні за сучасних умов зміни клімату.....	19
<i>Ляшенко Г.В., Данілова Н.В., Толмачова А.В.</i> Методологічні підходи агрокліматичного забезпечення плодівництва і виноградарства в Україні.....	21
<i>Ляшенко Г.В., Данілова Н.В., Толмачова А.В.</i> Гідрометеорологічне забезпечення при розробці проектів землеустрою і ведення кадастру природних ресурсів на різному таксономічному рівні.....	23
<i>Польовий А.М.</i> Наукова школа «Моделювання продукційного процесу рослин: підсумки та перспективи розвитку».....	25
<i>Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А., Адаменко Т.І.</i> Вплив підвищення концентрації CO ₂ в атмосфері на фотосинтетичну продуктивність посівів в умовах зміни клімату.....	28
<i>Рибченко Л.С., Савчук С.В.</i> Визначення фотосинтетично активної радіації за теплий період 1986-1995 рр. в Україні.....	30
<i>Шевченко О.Г., Сніжко С.І.</i> Особливості формування попиту на метеорологічну продукцію серед сільськогосподарських виробників у сучасних умовах.....	32
СЕКЦІЯ "ГІДРОЛОГІЯ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЯ".....	34
<i>Батог С.В.</i> Методичні підходи еколого-гідрологічних досліджень урбанізованих водойм.....	35
<i>Білецька С.В., Осадча Н.М., Бончковський А.С.</i> Методика розрахунку балансу біогенних елементів ґрунту.....	37
<i>Большот Г.В., Гребінь В.В.</i> Вплив кліматичних змін на складові водного балансу басейну Сіверського Дінця у періоди низької водності.....	39
<i>Бурлуцька М.Е., Колесник А.В.</i> визначення та узагальнення коефіцієнтів варіації при розрахунках річного стоку на прикладі басейну р. Десна.....	41

<i>Вандюк Н.С., Самойленко Н.А.</i> Про необхідність відновлення повного комплексу спостережень за температурними показниками води на Дніпровських водосховищах в умовах змін клімату.....	43
<i>Гопцій М.В., Овчарук В.А.</i> Особливості сучасного внутрішньорічного розподілу водного стоку на річках Одеської області.....	45
<i>Гопцій М.В., Акіньшина К.О., Корніловська Д.В.</i> Моніторинг дат настання екстримальних гідрометеорологічних явищ в суббасейні Сіверського Дінця за багаторічний період.....	47
<i>Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф., Шниг В.М., Гуда К.В.</i> Короткострокове прогнозування паводків на річках басейну Верхнього Дністра: методика, прогностична система та перші результати.....	49
<i>Горбачова Л.О.</i> Просторово-часові тенденції мінімального стоку річок Півдня України.....	51
<i>Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф., Заболотня Т.О., Розлач В.О., Приходькіна В.С., Афтенюк О.О., Липкань О.А.</i> Розрахункові характеристики середньорічного стоку води та його внутрішньорічного розподілу в басейні річки Сіверський Донець.....	53
<i>Гриб О.М.</i> Методичні основи сучасних досліджень наповнення ставків і малих водосховищ з використанням архіву космічних знімків та онлайн-інструменту USGS Land Look (на прикладі басейну річки Великий Куяльник).....	55
<i>Довганенко Д.О., Шерстюк Н.П.</i> Можливості оцінки твердого стоку річок лісостепової та степової зони України з використанням матеріалів мультиспектральної зйомки земної поверхні.....	57
<i>Докус А.О., Шакірзанова Ж.Р.</i> Методика довгострокового прогнозування екстремальних характеристик весняного водопілля на річках басейну Південного Бугу та річок Причорномор'я.....	59
<i>Дубняк С.С.</i> Методологічні аспекти гідроморфологічних досліджень дніпровських водосховищ.....	61
<i>Забокрицька М.Р., Нетробчук І.М., Никонюк У.С.</i> Оцінка якості води річки Прип'яті від витоків до українсько-білоруського кордону.....	63
<i>Ковальчук Л.А., Осадча Н.М., Осадчий В.І.</i> Розділення значень фактичних концентрацій показників хімічного стану води на складові: фонові, антропогенні та обумовлені змінами клімату.....	65
<i>Корнілов М.В., Морозов В.М.</i> Застосування безпілотних літальних апаратів в гідроморфологічних дослідженнях дельти Дунаю.....	67
<i>Кущенко Л.В.</i> Нормування меженного стоку на річках Півдня України.....	69

<i>Лобода Н.С., Овчарук В.А, Шакірзанова Ж.Р.</i> Сучасні наукові досягнення Одеської школи теоретичної та прикладної гідрології....	71
<i>Лобода Н.С.</i> Гідроекологічні аспекти дослідження впливу змін клімату на водне господарство.....	73
<i>Мартинюк М.О., Овчарук В.А.</i> Обґрунтування параметрів розрахункової методики для визначення максимального стоку річок району басейну Вісли.....	75
<i>Мирза К.Л., Овчарук В.А.</i> Катастрофічні паводки в Криму влітку 2021 року.....	77
<i>Москаленко С.О.</i> Пікові максимуми дощових паводків на гірських річках басейну Дунаю в межах України.....	79
<i>Ободовський О.Г., Онишук В.В , Лук'янець О.І., Сніжско С.І., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Шевченко О.Г., Кривець О.О., Корогода Н.П., Купріков І.В., Корнієнко В.О.</i> Гідроекологічна оцінка та прогноз гідроенергетичного потенціалу річок України в умовах кліматичних змін.....	81
<i>Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р., Гонцій М.В., Кічук Н.С., Куценко Л.В.</i> Екстремально високий та низький стік на річках Півдня України в сучасних кліматичних умовах.....	85
<i>Осипов В.В., Осадча Н.М.</i> Вплив водного стоку на формування навантаження поверхневих вод басейну Десни біогенними елементами.....	87
<i>Самойленко Н.А., Дубняк С.С.</i> Основні тенденції сучасних змін кліматичних факторів і стоку річок басейну Дністра.....	89
<i>Сарнавський С.П.</i> Історія формування мережі гідрологічних постів та гідрографічних досліджень на лівих притоках Середнього Дніпра	91
<i>Світличний О.О., П'яткова А.В.</i> Водна ерозія ґрунтів у Правобережному Лісостепу України.....	93
<i>Світличний О.О.</i> Довгостроковий прогноз зумовлених кліматом змін водної ерозії ґрунтів в рівнинній частині України.....	95
<i>Смирнова В.Г., Петросяню А.П.</i> Проблема вимірювання витрат води на річках у зимовий період.....	97
<i>Тимко О.С., Шакірзанова Ж.Р.</i> Методика розрахунку шарів опадів та поверхневого припливу води до Каховського водосховища.....	99
<i>Ухань О.О., Набиванець Ю.Б., Осадча Н.М., Лузовіцька Ю.А.</i> Ізотопна гідрологія: загальний огляд та розвиток мережі спостережень в Україні.....	101
<i>Хільчевський В.К., Гребінь В.В.</i> Проблеми верифікації гідрологічної інформації в Україні у ХХІ ст.....	103
<i>Христюк Б.Ф.</i> Прогнозування рівнів води в Кілійському рукаві в сучасних умовах водності Дунаю.....	105

Шакірманова Ж.Р., Медведєва Ю.С., Романова Є.О., Станко М.І. Сучасні методи та технології гідрометеорологічних досліджень Придунайських водойм для забезпечення сталого водокористування в умовах зміни клімату.....	107
Шакірманова Ж.Р., Погорелова М.П., Мостій А.С., Блага А.О., Стратійчук О.В. Методика прогнозування сезонного меженого стоку річок Півдня України для забезпечення сталого водокористування.....	109
СЕКЦІЯ "КЛІМАТОЛОГІЯ"	111
Martazinova V.F. Analysis of the History of Meteorological Reports in the UkrHMI and the Hydrometeorological Service of Ukraine.....	112
Martazinova V.F., Shcheglov A.A. Climatic Features of Drought on the Territory of Ukraine.....	112
Prokofiev O., Goptsiy M. Dynamics of the Temperature Regime of the Antarctic Peninsula.....	113
Sumak K. Analysis of Spatial-Temporal Distribution of Fire Weather Index from 1990 to 2020 in Belarus.....	115
Timofeyev V., Mazepa O., Grebeniuk O. Current Climate and Seasonal Predictability Potential for the Antarctic Peninsula Region (to the 25th Anniversary of the Academic Vernadsky Station).....	117
Аксюк О.М., Ланишин В.П., Гончаренко Г.А. Атлас снігових лавин Українських Карпат.....	119
Бурнаєв О.М., Смичок В.Д., Качуровська В.В. Вплив глобальних кліматичних змін на вітроенергетичний потенціал України.....	121
Вишневський В.І. Кліматичні особливості Українських Карпат.....	124
Волошина О.В., Родінова І.О. Необхідність врахування регіональної зміни клімату при обслуговуванні авіації на прикладі АМСЦ Херсон	126
Куций А.В., Доніч О.А. Зміни температури повітря та режиму опадів в Україні за останні 30 років на прикладі нових кліматичних норм.....	128
Митник Т.Г., Манукало В.О., Дубровіна О.В. Аналіз змінювання кліматологічних стандартних норм окремих метеорологічних величин за періоди 1991-2020 рр. та 1961-1990 рр.....	131
Осадчий В.І., Ошурок Д.О., Скриник О.Я. Електронний атлас вітрових ресурсів України: базовий компонент для створення кліматичного сервісу.....	133
Писаренко Л.А., Краковська С.В. Вплив часткового знеліснення на режим зволоження території України.....	135
Пясецька С.І. Аналіз відхилень середньої кількості випадків відкладень ожеледі на території України протягом стандартних кліматологічних норм 1961-1990 та 1991-2020 рр.....	137
Серга Е.М., Хохлов В.М., Серга І.М. Регіональні процеси взаємодії атмосфери й океану у Північній Атлантиці.....	139

СЕКЦІЯ "МЕТЕОРОЛОГІЯ"	141
<i>Агайар Е.В.</i> Сучасні підходи до спеціалізованих прогнозів погоди....	142
<i>Аксюк О.М.</i> Інформаційно-аналітична система «Стратиграфія та фізико-механічні властивості снігового покриву».....	144
<i>Балабух В.О., Орещенко А.В., Ягодинець С.М.</i> Надзвичайна пожежна небезпека за умов погоди у вересні-жовтні 2020 р у Луганській області: причини та наслідки.....	147
<i>Балабух В.О.</i> Ефективність врахування кількості опадів та швидкості вітру при оцінці природної пожежної небезпеки за метеорологічними умовами.....	149
<i>Балабух В.О.</i> Вплив водно-фізичних властивостей ґрунтів та диференційованої кількості опадів на природну пожежну небезпеку за метеорологічними умовами.....	151
<i>Большаков В.Н., Ситов В.Н., Мартинюк М.О., Соколов Е.В.</i> Простий метод визначення прозорості атмосфери.....	153
<i>Волошин В.Г., Степаненко С.М., Куришина В.Ю.</i> Визначення швидкості вітру на верхній межі граничного шару за даними приземних метеорологічних спостережень.....	155
<i>Грушевський О.М., Мансарлійський В.Ф., Міщенко Н.М., Яцишен А.О.</i> Про спосіб адаптації прогнозу туману до місцевих умов	157
<i>Густенко О.С., Хоменко І.А.</i> Умови утворення туманів і суцільної низької хмарності в аеропорту Одеса.....	159
<i>Доніч О.А.</i> Метеорологічна вразливість території України у 2010-2019 рр. за матеріалами центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського.....	161
<i>Заболотна О., Кривобок О., Кривошеїн О.</i> Моніторинг кількості опадів за супутниковими даними для території України.....	164
<i>Козленко Т.В., Комісар К.М.</i> Особливості прогнозування метеорологічних умов забруднення атмосферного повітря на значній території.....	166
<i>Коман М.М.</i> Можливість використання системи грозопеленгації для виявлення граду.....	168
<i>Міщенко Н.М., Мансарлійський В.Ф., Грушевський О.М.</i> Визначення інформативності індексу <i>SARE</i> з урахуванням часової еволюції енергії нестійкості атмосфери при формуванні конвективних штормів	170
<i>Надточій Л.М., Дворецька І.В., Баштаннік М.П.</i> вплив метеорологічних характеристик на рівні забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту в містах України.....	172
<i>Недострелова Л.В., Чумаченко В.В., Чаленко В.В.</i> Сучасні тенденції у формуванні небезпечних явищ на Півдні України.....	174
<i>Олійник Р.В., Костирко І.О., Карєвіна К.В.</i> Просторово-часове прогнозування суховію на основі Гаусового процесу.....	176

Савенець М.В. Особливості отримання та препроцесингу оперативних даних супутника Sentinel-5P для оцінки стану якості атмосферного повітря в Україні.....	178
Семенова І.Г. Щодо інформативності індексу пожежонебезпечної погоди FWI в умовах України.....	180
Семенова І.Г., Мансарлійський В.Ф., Міщенко Н.М. Оцінка пожежної небезпеки погодних умов в період лісових пожеж в Чорнобильській зоні у квітні 2020 р.....	182
Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційний наукастинг.....	184
Федонюк В.В., Федонюк М.А., Костів О.Т. Перспективи удосконалення системи моніторингу атмосферних опадів (на прикладі Волинської області).....	186
Хомутовська А.Г., Грушевський О.М. Прогнозування суперкоміркових штормів з використання фактичних і прогностичних даних.....	188
Шидловська Л.І., Катеруша О.В., Катеруша Г.П. Дослідження хвиль тепла у Закарпатті.....	190
Шпиг В.М., Будає І.В., Гуда К.В. Моделювання сильних опадів у басейні р. Дністер.....	192
Щеглов О.А., Повшик Т.А., Судика Є.О. Ідентифікація посушливих явищ на території України за даними з добовою часовою роздільною здатністю.....	194
СЕКЦІЯ "ОКЕАНОЛОГІЯ"	196
Андріанова О.Р., Белевич Р.Р., Батирев О.А. Довгострокові коливання гідрометеорологічних параметрів Чорного моря та зміни в береговій зоні.....	197
Большаков В.Н. Простий спосіб регулювання солоності Куяльницького лиману.....	199
Ель Хадрі Ю., Берлінський М.А., Сліже М.О. Кліматичні зміни в Чорноморському регіоні наприкінці ХХ - початку ХХІ століття.....	201
Ільїн Ю.П., Войцехович О.В., Лаптев Г.В. Морські дослідження українського гідрометеорологічного інституту у ХХІ сторіччі.....	203
Морозов В.М., Корнілов М.В. Експедиційні дослідження північно-західного району Чорного моря: минуле, сьогодення та майбутнє....	205
Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В., Гаврилюк Р.В. Розробка складових національної системи морських прогнозів.....	207
Тучковенко Ю.С., Хохлов В.М., Лобода Н.С. Оцінка впливу зміни клімату на складові прісного водного балансу лиманів північно-західного Причорномор'я.....	209
Шевчук С.А., Вишневський В.І. Коливання рівня води в Одеській затоці наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть.....	212

СЕКЦІЯ "ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТА І ПРАКТИКА"...	214
<i>O.Prokofiev, E.Sierha, L.Nedostrelova, Y. El Hadri</i> Competence Approach in Training Climatology Specialists.....	215
<i>Агайар Е.В., Семергей-Чумаченко А.Б., Міщенко Н.М., Нажмудінова О.М.</i> Проблематика підготовки фахівців з метеорологічних прогнозів.....	217
<i>Бірюков О.В., Зубкович С.О.</i> Фахова гідрометеорологічна освіти в Україні.....	219
<i>Великий І.Г., Нагорний Є.С.</i> Підвищення ефективності гідрометеорологічної діяльності за рахунок модернізації та переоснащення матеріально-технічної бази.....	221
<i>Гринчак В.В., Куркуріна О.С.</i> Популяризація роботи Дніпропетровського РЦГМ у медіа-просторі.....	223
<i>Корнус А.О., Данильченко О.С., Корнус О.Г., Клок С.В.</i> Використання інтерактивних методів навчання при викладанні дисциплін «Метеорологія та кліматологія» і «Гідрологія» для студентів географічних спеціальностей.....	225
<i>Лебедєва Н.В., Глєбова О.В., Горобинська Т.Ю.</i> Проблемні питання розвитку гідрометеорологічного обслуговування.....	227
<i>Ліпінський В.М.</i> Державній гідрометеорологічній службі України – 100 років.....	231
<i>Манукало В.О., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г., Пархісенко Л.В.</i> Розроблення національної бази нормативних документів у сфері гідрометеорологічної діяльності: поточні напрацювання та найближчі завдання.....	233
<i>Орещенко А.В.</i> Профіль компетенцій і когнітивна платформа для студентів гідрометеорологічних спеціальностей.....	235
<i>Попова М.Г., Романовська О.В.</i> Мережа спостережень національної гідрометеорологічної служби на території Донецької області в умовах реформування екологічного законодавства України: сучасний стан та модернізація.....	238
<i>Решетченко С.І., Ткаченко Т.Г.</i> Гідрометеорологічна освіта і процеси реформування освіти.....	240

СЕКЦІЯ
«АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ»

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА БІОКЛІМАТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ СТОСОВНО ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Вольвач О.В., к.геогр.н., доцент, Ярмолинський О.Ю.

Одеський державний екологічний університет

Одною з найважливіших проблем теперішнього часу є глобальна зміна клімату та її вплив на довкілля. Підвищення глобальної температури спричиняє постійні економічні втрати, але на деякі галузі рослинництва, зокрема, на вирощування біоенергетичних культур, потепління клімату може вплинути позитивно. Завдяки збільшенню інтенсивності процесів фотосинтезу, продуктивність біоенергетичних культур може суттєво зрости. Все це сприятиме розповсюдженню високопродуктивних енергетичних культур з метою виробництва різних видів біопалива у ґрунтово-кліматичних зонах України [1].

Серед широкого спектру енергетичних культур перспективними є багаторічні злакові з періодом вегетації 10-20 років, здатні рости не тільки на родючих землях сівозміни, а також на землях, не придатних для вирощування традиційних культур [2]. Багаторічні злакові культури здатні накопичувати велику кількість біомаси за рахунок фотосинтезу, що відбувається впродовж тривалого періоду – від ранньої весни до пізньої осені [3].

Для раціонального розміщення посівних площ необхідно всебічно враховувати агрокліматичні ресурси території. Їх основною характеристикою вважається біокліматичний потенціал (БКП), запропонований Д.І. Шашко. Біокліматичний потенціал характеризується комплексом кліматичних факторів, що визначають можливості сільськогосподарського виробництва. У більш вузькому понятті біокліматичний потенціал характеризується комплексом кліматичних факторів, що визначають можливу біологічну продуктивність землі на даній території.

Метою даного дослідження є оцінка агрокліматичних ресурсів та біокліматичного потенціалу території Вінницької області за умов природного зволоження. Така оцінка є необхідною для подальшого аналізу біологічної продуктивності земель стосовно вирощування перспективних біоенергетичних культур міскантусу та світчграсу.

Робота виконувалася з використанням метеорологічної та агрометеорологічної інформації по п'яти станціях Вінницької області за період з 1986 по 2005 рр. Результати надаються у табл.1.

Як видно, перехід через 10°C навесні (Дв) спостерігається по всій території в третій декаді квітня, а дати осіннього переходу температур через

10°C (Дo) змінюються від 30 вересня (північна станція Білопiлля) до 8 жовтня (південна станція Крижопiль). Суми температур за теплий перiод по території області збільшуються з півночі на південь. Наприклад, на станції Білопiлля ця сума становить 2465°C, а на станції Крижопiль – 2725°C. Показник зволоження Md , запропонований Д.І. Шашко для характеристики умов зволоження, змінюється від 0,47 до 0,37. Тобто, посушливість клімату також збільшується у напрямку з півночі на південь.

Таблиця 1. Кількісна оцінка біокліматичного потенціалу Вінницької області за природних умов зволоження

Станція	Дв	До	N _{тп}	ΣT>10 ⁰	Md	k _p	БКП	Бк, бали	Бк(оп), бали
Білопiлля	27.04	30.09	155	2465	0,47	0,97	2,39	132	79
Липовець	29.04	3.10	156	2520	0,46	0,97	2,44	134	81
Вінниця	27.04	3.10	158	2505	0,47	0,98	2,45	135	81
Жмеринка	26.04	6.10	162	2600	0,42	0,93	2,41	133	80
Крижопiль	25.04	8.10	165	2725	0,37	0,87	2,37	130	78

Вiдомо, що при значеннях $Md=0,5$ створюються оптимальні умови вологозабезпеченості рослин. Однак, в даному випадку має місце деяка нестача зволоження території, що знижує значення БКП і його балову оцінку. Наприклад, в районі центральної станції Вінниця, де Md найвищий - 0,47, значення БКП також найвище - 2,45, а в балах - 135. В районі південної станції Крижопiль величини БКП найнижчі і становлять 2,37 і 130 відповідно.

Представляє інтерес і порівняльна оцінка біологічної продуктивності щодо оптимальних умов зростання. Виконавши відповідні розрахунки, можна зробити висновок, що на території Вінницької області найнижча біокліматична продуктивність спостерігається в районі станції Крижопiль (78 балів). В цілому, згідно до шкали Д.І. Шашко, вся територія Вінницької області є сприятливою зоною для вирощування біоенергетичних культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Калетнік Г.М. Розвиток ринку біопалив в Україні. Київ: Аграрна наука, 2008. 464 с.
2. Гументик М.Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива. Цукрові буряки. 2010. № 4. С. 21-22.
3. Кулик М.І. Енергетичні культури: навч. посібник. Полтава: «Астрiя», 2017. 150 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Домбовська І.О., Жигайло О.Л., к. геогр. н., доцент

Одеський державний екологічний університет

Значна частина території України розташована в зонах недостатнього і нестійкого зволоження. Насамперед, це степова зона півдня України. Невелика кількість опадів при значному надходженні теплових ресурсів призводить до того, що ведення землеробства в Південному Степу знаходиться на межі постійного ризику. Цим обумовлено те, що врожайність культур коливається в широких межах. В таких умовах ведення успішної сільськогосподарської діяльності можливо тільки за рахунок зрошення.

Моделювання формування урожаю озимої пшениці виконувалось за допомогою математичної моделі MODSOL-6, розробленої на базі наукової школи "Математичне моделювання продукційного процесу рослин" (А.М. Польовий) для оцінки продуктивності сільськогосподарських культур в умовах зрошення [1].

Параметри моделі оптимізовані до культури озима пшениця, що вирощується в Південному Степу України в межах Херсонської області.

Продуктивність озимої пшениці на богарі та на зрошувальних землях моделюється з урахуванням закономірностей формування гідрометеорологічного режиму в системі "грунт – рослина – атмосфера" і біологічних уявлень про ріст і розвиток сільськогосподарських культур під впливом чинників зовнішнього середовища. В основі моделі лежить система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів, балансу біомаси у рослинному покриві.

Розрахунки виконувались з використанням стандартної декадної метеорологічної інформації (кількість годин сонячного сяйва, середня та максимальна температура повітря, дефіцит насичення повітря водяною парою, кількість опадів). Застосовувались показники водного режиму ґрунту (запаси продуктивної вологи в 0-100 см шарі ґрунту та його найменша вологемність), режим зрошування та якість зрошувальних вод. Задавалися початкові характеристики озимої пшениці, початкові та граничні умови для рішення системи рівнянь.

Виконана оцінка впливу агrometeorологічних умов та режиму зрошення на продуктивність озимої пшениці (табл.1) за період вегетації весна-літо.

Було розглянуто три варіанти погодних умов (табл. 1): 1-й варіант – середні умови за 20 років (з 1986 по 2005 рр.); 2-й варіант – умови 2012 року (характеризується як сухий); 3-й варіант – умови 2016 року (характеризується як вологий).

Таблиця 1. Оцінка впливу агрометеорологічних умов та режиму зрошення на продуктивність озимої пшениці

Період	Агрометеорологічні умови							Продуктивність посівів		
	Максимальна температура повітря, °С	Середня температура повітря, °С	Сума опадів, мм	Сума дефіцитів, мм	Вологопотреба, мм	Вологоспоживання, мм	Вологозабезпеченість, від. од.	Максимальна площа листя, м ² /м ²	Суха загальна біомаса, т/м ²	Урожай зерна, т/га
1985-2005	24,6	14,0	167	734	477	244	0,51	3,6	473	2,7
2012, «сухий»	28,1	17,0	139	839	545	195	0,36	1,0	227	1,6
2016, «вологий»	22,9	12,7	241	651	423	274	0,69	4,0	625	3,7
	Режим зрошення							Продуктивність посівів		
	Декади вегетації									
	2	3	4	5	6	7	8			
	Веgetаційні поливи, м ³ /га									
1985-2005			600			600		6,3	999	6,2
2012, «сухий»			800		800		800	6,1	659	5,3
2016, «вологий»				600			600	6,8	1161	7,1

Дослідження показали, що в межах Херсонської області при вирощуванні озимої пшениці на богарі у «сухий» рік урожай зерна становить лише 1,6 т/га. В середньому за 20 років урожайність дорівнює 2,7 т/га. А в так званий «вологий» рік можливо одержувати урожай 3,7 т/га. Водночас, потенціал сучасних гібридів і сортів озимої пшениці становить для даного регіону 5-7 т/га [2].

Стабілізувати урожай на максимальному рівні можливо за рахунок зрошення. В «сухий» рік потрібно проводити три вегетаційні поливи: 1-й полив в період трубкування (табл.1), 2-й полив в період колосіння і 3-й полив в період початку наливу зерна. Веgetаційна норма дорівнює 800 м³/га. У «вологий» рік можливо отримати 7 т/га і більше, якщо провести два вегетаційних полива нормою 600 м³/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Одеса: «Екологія», 2013. 430 с.
2. Пути увеличения производства зерна и эффективности использования влаги в условиях Южной Степи Украины / Гамаюнова В. В., Дворецкий В. Ф., Литовченко А. А. и др. Пути повышения орошаемого земледелия. 2017. Вып. № 2 (66). С. 258-263.

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ТИПУ І МЕХАНІЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ НА ЇХ ТЕМПЕРАТУРУ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Кирнасівська Н.В., к. геогр. н., Колеснікова О.А.

Одеський державний екологічний університет

Використовуючи середньобогаторічні матеріали спостережень на шести станціях Вінницької області [1] виконана кількісна оцінка термічного режиму та теплових ресурсів ґрунтів в шарі 0-20 см. За допомогою робочих графіків річного ходу температури ґрунту на різних рівнях (0, 10, 20 см) визначені наступні показники: а) дати переходу температури ґрунту через 10 °С навесні і восени ($D_{вг}$, $D_{ог}$) на поверхні ґрунту і на глибинах 10, 20 см; б) тривалість теплового періоду з $T_{пт}$, $T_{г}$ і $T'_{г}$ вище 10 °С, тобто на різних рівнях ґрунту ($N_{пт}$, $N_{г}$, $N'_{г}$); в) сума активних температур вище 10 °С на поверхні ґрунту і на її глибинах ($\Sigma T_{пт}$, $\Sigma T_{г}$, $\Sigma T'_{г}$). Неповні дані наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Агрокліматичні показники теплових ресурсів ґрунту в порівнянні з повітрям на рівні будки в різних районах Вінницької області

Станція (Тип ґрунту, механічний склад)	Шар ґрунту	Показники ґрунту				Показники повітря				$K_{прг}$
		$D_{вп}$	$D_{оп}$	$N_{пт}$	$\Sigma T_n > 10^0 C$	$D_{в}$	$D_{о}$	$N_{тп}$	$\Sigma T_c > 10^0 C$	
Білопілля (чорнозем середньосуг- линковий)	0	21.04	04.10	166	3147	29.04	03.10	156	2520	1.15
	10	26.04	08.10	165	2979					
	20	27.04	11.10	167	2900					
Жмеринка (сірий опідзолений середньосуг- линковий)	0	21.04	06.10	168	3091	26.04	06.10	162	2600	1.09
	10	24.04	09.10	168	2909					
	20	25.04	11.10	169	2844					
Гайсин (сірий лісовий середньосуг- линковий)	0	18.04	07.10	172	3319	25.04	08.10	165	2710	1.16
	10	21.04	12.10	174	3202					
	20	22.04	15.10	176	3139					
Могилів- Подільський (чорнозем опідзолений легкоглини стий)	0	11.04	15.10	187	3759	19.04	13.10	176	3060	1.15
	10	15.04	17.10	185	3555					
	20	16.04	20.10	187	3510					

Встановлено, що на протязі теплого періоду року температура ґрунту з глибиною понижується. Наприклад, на ст. Білопілья бачимо, що на поверхні ґрунту суми активних температур складають 3147°C , а на глибині 20 см знижується до 2900°C . Діапазон різниці складає 247°C . На південному заході області (ст. Могилів-Подільський) на поверхні ґрунту сума активних температур складає 3759°C , а з глибиною понижується до 3510°C . Діапазон різниці складає 249°C .

Якщо порівнювати суми активних температур ґрунту і повітря (вище 10°C) в північних районах (ст. Білопілья) на поверхні ґрунту і в орному шарі вище сум активних температур повітря на $624 - 380^{\circ}\text{C}$ відповідно; в південно-західних (ст. Могилів-Подільський) на $699-450^{\circ}\text{C}$.

Вплив ґрунту на її клімат спостерігається і при порівнянні дат переходу температури повітря і ґрунту через 10°C навесні і восени. Встановлено, що повсюдно на території області навесні з підвищенням температури повітря до 10°C поверхня ґрунту починає прогріватися раніше, ніж повітря на 5-8 днів, а на глибині 20 см період скорочується до 1-3 дні. Якщо аналізувати перехід температури ґрунту через 10°C на поверхні ґрунту та глибині 20 см, то простежується наступна закономірність. Поверхня ґрунту завжди прогривається раніше, ніж на глибині 20 см, і з збільшенням температури повітря різниця в днях збільшується. Так, при переході $T_{\text{г}}$ через 10°C різниця становить 4-6 днів.

Восени навпаки, перехід температури через 10°C в повітрі настає раніше на 1-4 дні порівнюючи з переходом температури через дану межу на поверхні ґрунту. З глибиною охолодження ґрунту настає пізніше на 5-7 днів в порівнянні з середньодобовим переходом через 10°C . Аналізуючи дати переходу температури на поверхні ґрунту та на глибині 20 см через 10°C видно, що по території Вінницької області охолодження поверхні ґрунту настає раніше на 4-7 днів, ніж на глибині 20 см.

Визначено коефіцієнт прогрівання ґрунту, по території області даний показник коливається в межах від 1.09 до 1.18, доводячи ти самим те, що суми температур ґрунту на глибині 20 см вищі від сум температур повітря. Найменша різниця в сумах температур на ст. Вінниця ($K_{\text{прг}}=1,18$), найбільша на станції Жмеринка ($K_{\text{прг}}=1,09$)

Показниками різниці мікроклімату ґрунтів (температури) під впливом механічного складу можуть служити дати переходу температури ґрунту через 5°C , суми температур ґрунту вище 10°C , тривалість періоду з температурою вище 10°C і вище 15°C , показники нагрівання ґрунту у вигляді відношення суми температур ґрунту вище 10°C до суми температур повітря вище 10°C .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрокліматичний довідник по Вінницькій області: (1986 – 2005 рр.) / за ред. начальника Вінницького ЦГМ М.М. Кощавки та Т.І.Адаменко. Вінниця: Астропринт, 2010. 209 с.

ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА УМОВИ ФОРМУВАННЯ УРОЖАЮ ГОРОХУ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Колосовська В.В., к.геогр.н., асистент

Одеський державний екологічний університет

Тривалий час основною зернобобовою культурою в Україні був горох. Цінність гороху обумовлена його здатністю формувати досить високі і стабільні врожаї зерна в порівнянні з іншими бобовими культурами, а також хорошими показниками якості зерна і нетривалим вегетаційним періодом. Він є одним з кращих попередників для озимих культур. Горох – одним з дешевих джерел високоякісного білка. Білок, що міститься у зернобобових, багатий незамінними амінокислотами, необхідними людському організму. Крім високого вмісту білка, зерно бобових багатий на вуглеводи, антиоксиданти, залізо, цинк, калій, магній та фолієву кислоту (вітамін B₉). І майже не містять насичених жирних кислот і холестерину.

За посівними площами та валовими зборами група зернобобових культур у світовому землеробстві займає друге місце після зернових. Їх площа перевищує 200 млн. га, а валовий збір 400 млн.т., що обумовлено рядом цінних показників. Вони є найдешевшим джерелом високоякісного білку.

Останнім часом посівні площі гороху значно зменшилися (в 2014 році посівні площі гороху по Україні зменшились до 154 тис. га, а виробництво – до 360 тис. тонн). Зростання попиту на зерно гороху на світовому ринку спричинило збільшення виробництва гороху в Україні у три рази (2017 – посівна площа становила 410 тис. га, а вже в 2018 р. – зросла до 430 тис. га). За посівними площами та рівнем урожайності гороху Запорізька область лідирує в Україні (в 2019 році площа посіву становила 60 тис. га, урожайність – 28 ц/га).

Як зернобобова культура, горох цінний і в агротехнічному відношенні. Він за допомогою бульбочкових бактерій, які поселяються на корінні, засвоює азот повітря. Особливо доцільне використання гороху в сівозміні з озимою пшеницею. Введення в сівозміну поля гороху дає можливість відмовитися від чорного пару і одержати добрий попередник для озимої пшениці. В останні роки створені досить адаптивні сорти гороху з урожаєм на рівні ~ 55 ц/га.

Зважаючи на важливість цієї культури, розглянемо як будуть змінюватись умови фотосинтетичної продуктивності гороху під впливом змін клімату [1].

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2015 по 2050 рр. нами було розглянуто такі варіанти: базовий період; кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм

RCP 4.5 за період 2015-2050 рр.; кліматичні умови періоду 2015-2050 рр. за сценарієм *RCP 4.5* (кліматична норма + CO₂) [2, 3].

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів гороху, що обумовить рівень його урожайності (табл.1). За умови реалізації сценарію зміни клімату *RCP 4.5* буде очікуватись більш інтенсивне формування площі асимілюючої поверхні в порівнянні з середніми багаторічними даними (1,9 м²/м² та 2,5 м²/м²). Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними становили 87 г/м². В разі реалізації сценарію *RCP 4.5* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат + збільшення CO₂» зменшиться на 10 – 11 г/м².

Таблиця 1. Формування продуктивності гороху при середніх багаторічних умовах в порівнянні з сценарними умовами в Київській області

Період	1986-2005рр.	RCP 4.5	
Варіант	Базовий	Клімат	Клімат + збільшення CO ₂
Площа листя в період максимального розвитку, м ² /м ²	1,9	2,4	2,5
Чиста продуктивність фотосинтезу в період максимального розвитку, г/(м ² дек)	87	77	76
Приріст маси в період максимального розвитку, г/(м ² дек)	145	160	168
Суха біомаса, г/м ²	421	500	535
Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ²	84	107	111

Розрахунки сухої маси за сценарієм *RCP 4.5* показують, що як і площа листя, суха маса збільшується в усіх варіантах.

В Київській області очікуються суттєві прирости врожаїв: до 15 – 21% більше середнього багаторічного за сценарієм *RCP 4.5* і становитимуть 26 – 28 ц/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильченко В.В. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату. Київ: Агенство з раціонального використання енергії та екології, 1998. С. 208.
2. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.
3. Степаненко С.М., Польовий А.М. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса: «Екологія», 2011. 694 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ ЗА СУЧАСНИХ УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Костюкєвич Т. К., к. геогр. н.

Одеський державний екологічний університет

Однією з сільськогосподарських культур світового землеробства, що може сприяти вирішенню проблем з продовольчою безпекою є соя. Від її виробництва залежать стабілізація землеробства, підвищення врожайності, ліквідація дефіциту білка, поповнення ресурсів жирів, запасів азоту в ґрунті, як біологічний азот-фіксатор вона є одним з кращих попередників у сівозміні. В умовах глобальних і локальних змін клімату в Україні відбулися істотні зміни в розміщенні посівів сої по ґрунтово-кліматичних зонах: зменшилася частка посівів сої в зони Степу, збільшилася в Лісостепу та Поліссі, особливо в зонах, де вона раніше не вирощувалася. Разом з тим не всі північні регіони підходять для вирощування сої [1].

Середня врожайність сої сьогодні в Україні становить 20-25 ц/га. Наочно бачимо, що починаючи з середини 2000-х рр. відбувається стрімке збільшення площі під посівами культури та ріст її врожайності (рис. 1). Але в остання п'ять років спостерігається зменшення площі під посівами, що позначається на виробництві. Негативний вплив на обсяги вирощування культури мали як економічні, так й агрокліматичні особливості. Причинами низької врожайності, зокрема в попередньому році, стали ряд агрокліматичних умов та особливості вегетації.

Бобові культури з тривалим періодом вегетації дуже страждають, коли спека доводиться на період цвітіння і зав'язування бобів. Тривалість жаркого періоду більше ніж 10-14 днів дуже критична, особливо водночас з повітряною посухою.

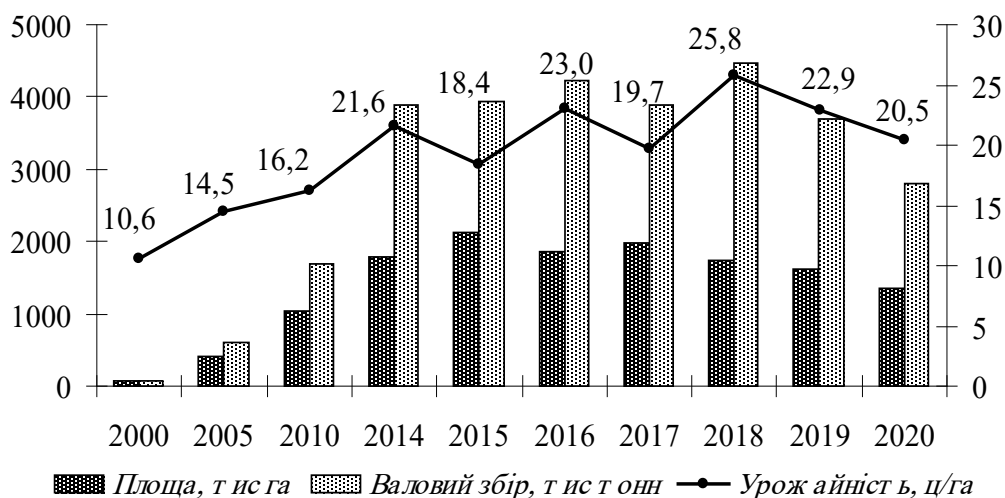


Рисунок 1. Динаміка виробництва сої в Україні.

В основі вирощування будь-якої культури закладена економіка, тому багато аграріїв сьогодні відмовляться від вирощування сої. Але соя високопротеїнова культура, яка є не тільки гарним попередником майже для всіх культур, а й високомаржинальною культурою.

Так, головною проблемою, що впливає на ріст та розвиток рослин є зміна погодних умов, які призводять до внутрішньосезонної мінливості врожайності. Результати недавніх досліджень підтвердили шкідливість впливу підвищення вмісту озону в тропосфері на врожайність сільськогосподарських культур, зокрема й сої [1, 3].

В останні 10 років інтенсивно змінюється клімат в Україні. У деяких регіонах країни ведення агробізнесу під загрозою, в інших різко зменшується рентабельність і прогнозованість. Існуючі підходи в агровиробництві не можуть дати очікуваного результату, оскільки вони на 70% залежать від кліматичних умов в конкретному регіоні.

У зв'язку з очікуваним підвищенням температури продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату. Точні наслідки зміни клімату для врожайності передбачити дуже важко. Вони будуть залежати від безлічі факторів, включаючи фізичні параметри (температура, характер опадів і "добриво вуглекислим газом"), зміни в агроєкосистемах (наприклад, внаслідок зникнення запилювачів і зростання поширення хвороб і шкідників) і адаптаційні заходи з боку населення.

Для адаптації сої до сучасних кліматичних змін необхідно виведення нових сортів та слід віддавати перевагу раннім сортам. Також, дуже привабливим для аграріїв на сьогодні може бути вирощування органічної сої. На ринку ЄС зараз спостерігається дефіцит даної продукції, що відкриває хороші перспективи для України. Дефіцит органічної сої становить близько 50-100 тис тонн, і його поки не можуть перекрити європейські виробники. Відповідно, інтерес до органічної сої з боку вітчизняних аграріїв буде зростати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Костюкевич Т.К., Толмачова А.В., Колосовська В.В., Барсукова О.А. Агроєкологічна оцінка продуктивності сої в Західному Лісостепу України в умовах зміни клімату. *Екологічні науки*. 2021. № 2(35). С. 99-103. DOI: 10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.17
2. Сайт Державного департаменту статистики України. Сільське господарство. Рослинництво. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
3. ФАО. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Изменение климата, сельское хозяйство и продовольственная безопасность. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/publications/sofa/2016/ru/>

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ АГРОКЛІМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЛОДІВНИЦТВА І ВИНОГРАДАРСТВА В УКРАЇНІ

¹Ляшенко Г.В., д.геогр.н., професор, ²Данілова Н.В., к. геогр.н.,
²Толмачова А.В., к.геогр.н.

¹*Національний науковий центр «Інститут виноградарства
і виноробства ім. В.Є.Таїрова,*

²*Одеський державний екологічний університет*

В Україні в аграрній галузі значна увага традиційно приділяється плодівництву і виноградарству, відомості про які зустрічаються ще в античній літературі. Причому в країні вирощують як теплолюбну, так і холодостійку групу плодкових та різні за вимогами до режиму температур сорти винограду. В останні роки аграрії - аматори, а іноді, й спеціалісти агрохолдингів, стверджують про можливість вирощування винограду та плодкових субтропічної й тропічної групи в західних і північних районах країни. Проте, як свідчать результати останніх 10-15 років, за винятком застосування технології вирощування цієї групи культур в оранжереях і тепличних комплексах та спеціальних технологічних прийомів, такі спроби закінчуються значними збитками. Через 2-4 роки після закладання плодкових і виноградних плантацій у зв'язку із проявом несприятливих агрометеорологічних умов впродовж вегетації відзначається втрата врожаю цих культур в поточному й наступному році або через значні пошкодження взимку деревини і багаторічної лози відзначається зрідження плантацій.

У цьому сенсі важливо відмітити, що ще в 60-70 роки минулого століття для обґрунтування розміщення сільськогосподарських галузей, особливо плодівництва і виноградарства, об'єктом яких є багаторічні насадження, необхідна детальна оцінки агрокліматичних ресурсів і лімітуючих агрокліматичних факторів.

Методологія агрокліматичного забезпечення плодівництва і виноградарства базується на знанні біології й фізіології рослин, насамперед, вимог культур до умов середовища – світла, тепла і вологи, за якими була виконана класифікація усіх рослин на групи. За вимогами до світла рослини поділяють на рослини короткого, довгого і нейтрального дня. За вимогами до тепла вони поділяються на групи теплолюбні й холодостійкі, морозостійкі й нестійкі до морозів взимку та стійкі й нестійкі до заморозків, а за відношенням до вологи – вологовимогливі й посухостійкі. Тому для агрокліматичного обґрунтування розміщення плодкових і винограду необхідна детальна оцінка агрокліматичних ресурсів і лімітуючих агрокліматичних факторів. Вона охоплює оцінку режиму освітлення, термічного режиму і режиму зволоження, які відзначаються на конкретній території. При цьому важливо визначати ці режими не тільки в теплий

період, а впродовж усього року, так як період онтогенезу цих культур охоплює періоди активної вегетації, закалювання рослин восени, зимового спокою й початку вегетації весною, коли велике значення мають навіть незначні відхилення температур від певного їх діапазону.

Агрокліматичне забезпечення плодівництва і виноградарства має певні відмінності від агрокліматичного забезпечення галузі польових культур, яка включає переважно однорічні зернобобові й овочеві культури. Завдання агрокліматичного забезпечення полеводства полягає у визначенні середніх багаторічних та екстремальних величин агрокліматичних ресурсів стосовно вимог конкретних груп культур до світла, тепла і вологи з подальшим коректуванням агротехнічних заходів вирощування культур за прогнозами погоди і агрометеорологічними прогнозами.

Рентабельність плодівництва й виноградарства як галузі багаторічних культур визначається довговічністю насаджень – переважно до 25 – 30 років, тому необхідна більш детальна характеристика агрокліматичних ресурсів і, особливо, лімітуючих агрокліматичних факторів. Зважаючи на значну різницю у вимогах різних порід плодових і сортів винограду до умов освітлення, термічного режиму та теплових ресурсів, режиму зволоження впродовж періоду онтогенезу, агрокліматичне забезпечення цих галузей спрямоване на підготовку спеціалізованої агрокліматичної інформації стосовно до конкретної групи культур.

Особлива увага надається інформації, що характеризує термічний режим повітря до висоти 100см і ґрунту до глибини 100см в зимовий, весняний і осінній періоди, відносної вологості повітря весною-восени, а також величини запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту до 100см весною: середні багаторічні величини у декадному розрізі та імовірнісні характеристики на рівні 10-20%, що вимагає виконання додаткових розрахунків, в тому числі з врахуванням типу і гранулометричного складу.

Важливе значення надається оцінці ризиків пошкодження плодових і винограду взимку морозами та весною і восени заморозками, яка характеризується умовною ймовірністю співпадання критичної температури пошкодження окремих органів рослини, які розміщені на певній висоті і температури повітря на цій висоті.

В поточний період агрокліматичне забезпечення галузі в змозі надавати інформацію про забезпечену агрокліматичними ресурсами, насамперед ресурсами світла, тепла і вологи, врожайність культур. Це максимально і реально можлива врожайність, за умови дотримання технології їх вирощування. Особливо треба відзначити можливість визначення просторової мінливості показників агрокліматичних ресурсів під впливом неоднорідностей підстильної поверхні – елементів рельєфу, ґрунтового покриву і близькості до водойм різного розміру. Ця інформація має велике значення, так як більшість плодових і виноградних плантацій розміщується саме на таких ділянках землі.

**ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ
ПРОЄКТІВ ЗЕМЛЕУСТРОЮ І ВЕДЕННЯ КАДАСТРУ ПРИРОДНИХ
РЕСУРСІВ НА РІЗНОМУ ТАКСОНОМІЧНОМУ РІВНІ**

¹Ляшенко Г.В., д.геогр.н., професор, ²Данілова Н.В., к.геогр.н.,
²Толмачова А.В., к.геогр.н.

¹*Національний науковий центр «Інститут виноградарства
і виноробства ім. В.Є.Таїрова,*
²*Одеський державний екологічний університет*

Якщо розглядати проєкт землеустрою як проєкт антропогенного ландшафту, треба виділити три головні умови їх формування – господарська спрямованість, екологічна обґрунтованість і ступінь можливої деталізації показників компонентів ландшафтів, особливо компонентів зі значною динамічністю. Тільки за цих умов реалізовані проєкти землеустрою будуть економічно ефективні й стійкими у часі.

Важливість врахування кліматичних умов при розробці проєктів землеустрою територій і кадастрової оцінки земель не викликає сумніву. Аналіз же розроблених проєктів землеустрою територій, як міських забудов, так і проєктів сільськогосподарського спрямування, на регіональному і локальному рівнях свідчить про відсутність ієрархічного підходу оцінки найбільш динамічного фактору – клімату, взагалі, і агрокліматичних умов, зокрема. Найбільше використовуються показники, які відзначаються значною зональною мінливістю, що має сенс на глобальному і субглобальному рівні проєктуванні. Але за цими показниками не можна враховувати особливості просторового перерозподілу величин показників агрокліматичних ресурсів на землях з неоднорідною підстильною поверхнею – різних типів, форм і елементів рельєфу, ґрунтового і рослинного покриву, близькості до водойм різного розміру. Між тим, на таких землях на невеликих відстанях можлива значна просторова мінливість ресурсів світла, тепла, вологи та умов заморозко- і морозонебезпечності, яка може перевищувати зональну мінливість величин показників в 5-20 разів. Як наслідок, орієнтація на кліматичну й агрокліматичну інформацію тільки мережі гідрометеорологічних станцій може зумовити значні помилки розроблених проєктів землеустрою.

Складання і ведення різних галузевих кадастрів, в тому числі, кадастру земельних ресурсів та методика кадастрової оцінки земель також вимагає удосконалення. Це можливо виконувати шляхом більшої деталізації кліматичної і агрокліматичної інформації.

Як приклад недостатньої інформативності даних агрокліматичних довідників для складання проєктів землеустрою земель сільськогосподарського призначення розглянемо результати розрахунків мікрокліматичної мінливості сум фотосинтетично активної радіації на

схилах південної і північної експозиції крутістю 5, 10, 15 і 20° та запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-50см на верхній, середній і нижній частинах та підніжжі схилу на землях Болградського району з пагорбкуватим і горбистим типом рельєфу.

Встановлено, що різниця у накопичених сумах фотосинтетично активної радіації на схилах південної і північної експозиції крутістю 20° досягає на кінець жовтня 400 мДж/м² (рис. 1), що вказує на різницю в умовах фотосинтетичної діяльності сільськогосподарських культур.

ΣQ_f , МДж/м²

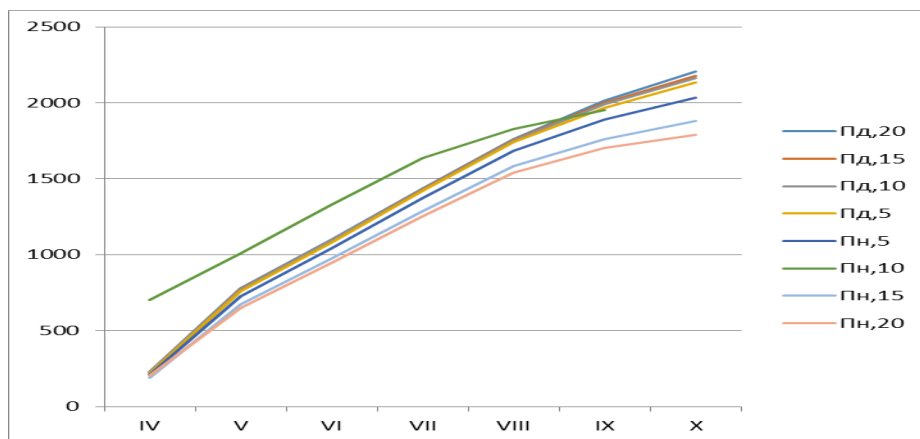


Рисунок 1. Мікрокліматична різниця у надходженні фотосинтетично активної радіації на схили різної експозиції і крутості. Болградський район.

Найбільші запаси продуктивної вологи у шарі 0-50 см в Болградському районі відзначаються на підніжжі схилу, а найменші – на верхній і середній частинах схилу та рівному місці – відповідно 117 і 58 мм в квітні і 70 та 37 мм – в травні (рис. 2). Різниця відповідно складає 59 і 33 мм.

W_{0-50} , мм

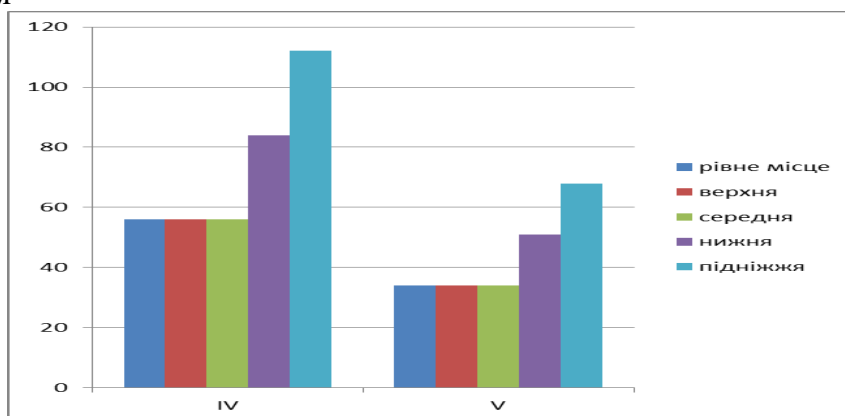


Рисунок 2. Мікрокліматична різниця у запасах продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-50 см на різних частинах схилу. Болградський район

НАУКОВА ШКОЛА «МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ РОСЛИН: ПІДСУМКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ»

Польовий А.М., д.г.н., професор, академік АН ВШ України

Одеський державний екологічний університет

*«Сонце - батько урожаю, вода - мати урожаю»
(індійське прислів'я)*

Наукова школа «**Моделювання продукційного процесу рослин**» створена на основі фундаментальних досліджень фотосинтетичної продуктивності посівів А.А. Ничипоровича та сформульованій на цій основі Ю.І. Чирковим концепції створення принципово нових підходів до оцінки агrometeorологічних умов формування урожаю сільськогосподарських культур, розвиток самих методів прогнозів, фундаментальні дослідження в області агрокліматології.

За час свого існування (з 1981 року) в рамках наукової школи на основі теорії енерго-масообміну в рослинному покриві та кількісної теорії фотосинтезу створені математичні моделі продуктивності с.-г. культур, які описують формування в системі «грунт – рослина – атмосфера» режиму сонячної радіації, волого-температурного, турбулентного режиму та режиму CO₂ та вплив гідромeteorологічного режиму рослинного покриву на процеси життєдіяльності рослин, на формування кількості, якості та екологічної чистоти урожаю. Особлива увага приділяється моделюванню впливу екстремальних погодних умов (суховії, посухи, перезволоження, приморозки) на продуктивність с.-г. культур. Розглядається виникнення та шкідливий вплив таких явищ як полягання посівів та стікання, захвату і запалу зерна колосових культур. Моделюється також розвиток популяцій шкідників та поширення інфекцій, їхній шкідливий вплив на продуктивність с.-г. культур.

Структура моделей визначається виходячи з закономірностей формування гідромeteorологічного режиму в системі «грунт – рослина – атмосфера» і біологічних уявлень про ріст і розвиток с.-г. культур під впливом чинників навколишнього середовища. У основі моделі лежить система рівнянь радіаційного, теплового і водного балансів, балансу біомаси (вуглеводів та азоту) у рослинному покриві.

Основні концептуальні положення такі: ріст і розвиток рослин визначається генотипом та чинниками навколишнього середовища; моделюється ріст рослин (накопичення сухої біомаси) шляхом розподілу продуктів фотосинтезу і поглинених елементів мінерального живлення з урахуванням потреб для росту в асимілятах надземної і підземної частин рослин; моделюються радіаційний, тепловий і водний режими системи «грунт – рослина – атмосфера»; моделюється трансформація форм азоту в

ґрунті та азотне живлення рослин; моделюється гідроліз рослинної тканини при старінні рослин і в стресових умовах, а також перетік продуктів гідролізу з листя, стебел, коренів у репродуктивні органи; моделюється вплив агрометеорологічних умов в основні міжфазні періоди с.-г. культур на формування урожаю, втрати урожаю за рахунок посухи, а для зернових колосових культур – полягання посівів і «стікання» зерна.

Найбільш вагомі результати за час існування школи:

– розробка теорії прогнозування продуктивності с.-г. культур та математичних моделей гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем та методів ідентифікації параметрів моделей на основі стандартної агрометеорологічної інформації; розробка та впровадження в практику методів прогнозування урожаю с.-г. культур, в тому числі, з використанням дистанційної інформації про стан посівів с.-г. культур та зволоження ґрунту;

– розробка математичних методів оцінки агрокліматичних ресурсів територій та впровадження їх в практику районування й розміщення с.-г. культур;

– моделювання вегетативного та репродуктивного розвитку рослин – настання етапів органогенезу й формування конусу наростання, фаз розвитку рослин на основі теорії катастроф, процесу проростання насіння та формування сходів, моделювання просторового розподілу росту фітомерів та на цій основі моделювання в комплексних моделях розподілу продуктів фотосинтезу та елементів мінерального живлення, моделювання водного, вуглеводного та азотного балансу рослин, моделювання процесу утворення зерна;

– створення моделі впливу агрометеорологічних умов на просторове формування вегетативної і репродуктивної сфери злаків на основі польових експериментальних матеріалів (моделі типу 3D);

– моделювання найбільш загального біологічного процесу, який характеризує старіння живих організмів, розпад життєдіяльних структур рослинних тканин, що відбувається при старінні рослин і в стресових умовах;

– моделювання впливу посушливих умов періоду вегетації на продукційний процес рослин, впливу перезволоження на полягання посівів і «стікання» зерна, впливу ранніх весняних заморозків на фотосинтез та дихання рослин, формування морозостійкості рослин озимих культур в різноманітних умовах припинення вегетації осінню;

– моделювання розвитку шкідників та хвороб стосовно таких с.-х. культур як картопля, зернові колосові та виноград і їхній шкодочинний вплив на процеси фотосинтезу, дихання, формування асиміляційного апарату та господарсько-корисної частини урожаю;

– розробка та впровадження в практику роботи Українського ГМЦ методів агрометеорологічних прогнозів кількості та якості урожаю с.-г.

культур та зернового балансу України, включення їх в автоматизовану систему АРМ «Агrometeorолога-прогнозиста»;

– створення математичних моделей міграції радіонуклідів у ґрунті, поглинання радіонуклідів кореневою системою та накопичення радіонуклідів в органах рослин та їх урожаї, моделей водно-сольового режиму та антропогенного забруднення важкими металами урожаю зрошуваних с.-г. культур на Півдні України, моделей формування урожаю на осушених органічних ґрунтах;

– моделювання тепло- та вологозабезпеченості вегетаційного періоду в умовах зміни клімату в Україні. Виконання моделювання впливу збільшення концентрації CO₂ на характеристики фотосинтезу. Розробка базової моделі формування урожайності для великого набору с.-г. культур, що дозволило оцінити агрокліматичні ресурси вирощування цих культур, їх фотосинтетичну продуктивність та урожайність, а також оцінити кліматичні ризики вирощування с.-г. культур в умовах зміни клімату;

– моделювання викидів парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O, NO) із органічних ґрунтів та накопичення вуглецю у торф'яних ґрунтах (PEAT-GHG-MODEL), а також моделювання викидів парникових газів (CO₂, N₂O, NO) із мінеральних ґрунтів агроєкосистем (plant-agrosoil-GHG-model);

– моделювання динаміки органічного вуглецю чорнозему в польовій сівозміні в умовах кліматичних змін;

– сформульовано основні положення регіональної системи моніторингу посух з використанням супутникової інформації;

– моделювання системи «пасовище – довілля – тварина» стосовно формування продуктивності кормової бази і життєдіяльності північного оленя та вівці.

Підготовка 12 монографій за результатами досліджень, фундаментальних підручників (Ґрунтознавство, Сільськогосподарська метеорологія, Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем, Агrometeorологічні прогнози) та циклу навчальних посібників (14 дисциплін).

Підготовка трьох докторів наук та 45 кандидатів наук.

В перспективі тематика наукових досліджень в рамках школи буде розвиватися в наступних основних перспективних напрямках:

1. Оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні ресурси України та процеси опустелювання Півдня України;

2. Наукове обґрунтування адаптації сільського господарства до фактору зміни клімату та розробки нових технологій вирощування с.-г. культур у зв'язку з можливими змінами ґрунтово-кліматичних зон;

3. Математичне моделювання продуктивності рослин та розробка методів агrometeorологічних прогнозів урожайності с.-г. культур.

4. Створення системи моніторингу посушливих явищ за допомогою супутникової інформації.

ВПЛИВ ПІДВИЩЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ CO₂ В АТМОСФЕРІ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Польовий А.М., д.г.н., професор, Божко Л.Ю., к.г.н., доцент,
Барсукова О.А., к.г.н., доцент, Адаменко Т.І.¹, к.г.н.

Одеський державний екологічний університет
¹Український гідрометеорологічний центр

Останні десятиліття характерним є постійно зростаюча увага до проблеми підвищення концентрації CO₂ в атмосфері. В рамках сучасної теорії продуційного процесу рослин CO₂ є найважливішим аргументом функції фотосинтезу листка, який в значній мірі визначає інтенсивність фотосинтезу і сумарну продуктивність будь-якого рослинного організму. В зв'язку з цим виконання експериментальних досліджень, пов'язаних з впливом зміни концентрації вуглекислого газу на інтенсивність фотосинтезу, побудова адекватних кількісних залежностей, отримання кількісних характеристик реакції рослин на ці зміни.

Встановлено [1], що в оптимальних умовах освітлення й температури інтенсивність фотосинтезу листя рослин при підвищенні концентрації CO₂ в атмосфері до 0,10-0,20 % зростає в 2-4 рази. Ця властивість рослин, що встановлена в короткочасних вимірах газообміну листка при різних концентраціях CO₂, дає унікальну можливість вивчення взаємодії фотосинтезу й росту в системі цілої рослини.

Для оцінки ефекту збільшення вмісту CO₂ в атмосфері використовуються моделі, в яких враховуються як процеси дифузії CO₂ в листок, так і біохімічний цикл фотосинтезу в припущенні, що устячковий опір є постійною величиною. До таких моделей відноситься модель, яка запропонована у роботі З.Н. Біхеле, Х.А. Молдау, Ю.К. Росса [2]. Вона поєднує залежність фотосинтезу зеленого листка від радіації, концентрації CO₂ і від дифузійних опорів, що дозволяє в чисельних експериментах дослідити питання про ефективність утилізації сонячної енергії в залежності від різних коливань концентрації CO₂ в атмосфері, щільності потоку ФАР та турбулентного режиму.

За всіх умов збільшення концентрації CO₂ в повітрі викликає підвищення інтенсивності газообміну (рис. 1). Параметри цієї кривої характеризуються нахилом вуглекислотної кривої фотосинтезу при малій концентрації CO₂ в повітрі, тобто $a_C = \Phi_L / C_A$ при $C_A \rightarrow 0$, та величиною насиченої інтенсивності фотосинтезу Φ_{\max} при $C_A \rightarrow \infty$.

Чисельні експерименти дозволили дослідити зміну світлової кривої фотосинтезу листка в залежності від концентрації CO₂ в атмосфері (рис.1), а також за допомогою моделі продуктивності агроєкосистем [3] зміну показників фотосинтетичної продуктивності посівів с.-х. культур (табл.1).

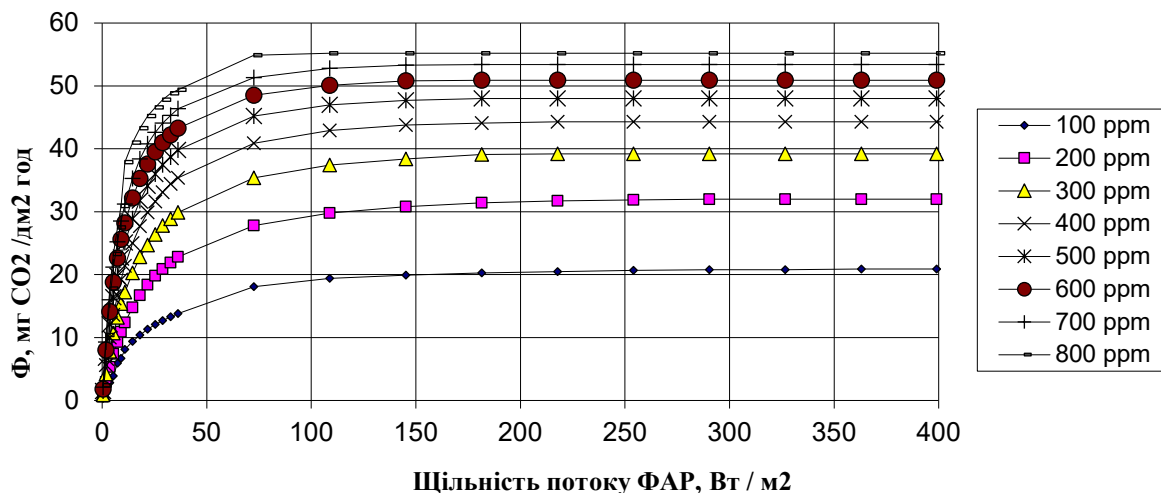


Рисунок 1. Залежність інтенсивності фотосинтезу зеленого листка (Φ) від щільності потоку ФАР при різній концентрації CO_2 в атмосфері

Таблиця 1. Фотосинтетична продуктивність посівів сільськогосподарських культур при збільшенні рівня CO_2 в атмосфері

Концентрація CO_2 в атмосфері, ppm	Максимальна площа листя, m^2/m^2	Максимальна інтенсивність фотосинтезу, $\text{mg CO}_2/\text{dm}^2$ год.	Максимальний приріст рослинної маси, г(с.а.)/ m^2 д	Фотосинтетичний потенціал посівів, m^2 за період вегетації	Урожай, ц/га
Ярий ячмінь					
380	2,3	24,5	207,4	102,0	32,4
400	2,7	26,9	224,0	111,5	34,0
450	2,8	28,5	237,6	116,2	36,0
500	2,9	30,2	251,6	120,8	38,1
550	3,0	31,9	266,0	125,6	40,2
600	3,2	33,6	280,7	130,5	42,3
Томати					
380	6,9	23,2	170,2	570,9	99,0
400	7,0	28,1	206,9	583,8	101,3
450	7,4	29,8	220,1	616,5	107,3
500	7,9	31,6	233,7	650,3	113,5
550	8,3	33,5	247,8	685,1	119,8
600	8,8	35,4	262,3	720,8	126,2

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Neales T.F., Nicholls. Growth responses of young wheat plants to a range of ambient CO_2 levels. *Aust. J. Plant Physiol*, 1978. № 5. P. 45-49.
2. Бихеле З.Н., Молдау Х.А., Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 223 с.
3. Польовий А. М. Моделювання продуктивності агроєкосистем. *Вісник ОДЕКУ*. 2005. Вип. 1. С. 79-86.

ВИЗНАЧЕННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ ЗА ТЕПЛІЙ ПЕРІОД 1986-1995 РР. В УКРАЇНІ

Рибченко Л.С., к. геогр. н., Савчук С.В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Фотосинтетично активна радіації (ФАР) – випромінювання Сонця в діапазоні довжин хвиль 380...750 нм, що зумовлює фотосинтез рослин та основу їх життєдіяльності. В Україні вимірювання ФАР не проводиться. Інформацію щодо ФАР одержують із використанням коефіцієнтів переходу від інтегральної радіації, яка вимірюється стандартними приладами.

Вивчення змін ФАР – нагальне завдання агрометеорології для довгострокового ефективного планування сільськогосподарського розвитку регіонів України. Актуальність дослідження зумовлена сучасним коливанням клімату в глобальному та регіональному масштабах [1].

З метою визначення ФАР за окремі місяці та теплий період року отримано складові радіаційного режиму на мережі актинометричних і метеорологічних спостережень в Україні за 1986-1995 рр. із використанням кліматологічних методів і математичної статистики. Отримання прямої, розсіяної та сумарної ФАР проведено за вимірюваннями та коефіцієнтами переходу до інтегральної прямої, розсіяної, сумарної радіації [2, 3].

Сума прямої ФАР у 1986-1995 рр. змінюється: у квітні в межах 40...95 МДж/м² із північного заходу на Південному березі Криму (ПБК) (ПБК); у травні – 80...145 МДж/м² із Українських Карпат на морське узбережжя Степу; у червні – 75...155 МДж/м² із Українських Карпат на ПБК; у липні збільшується до 105...180 МДж/м² із північного заходу на ПБК; у серпні поступово знижується до 75...165 МДж/м², а у вересні зменшується до 40...120 МДж/м², змінюючись за тим же напрямком; у жовтні вона найменша за теплий період – 35...75 МДж/м², збільшуючись із північного заходу та сходу на ПБК; а за теплий період – 470...920 МДж/м² із північного заходу й Українських Карпат на ПБК.

Сума розсіяної ФАР у 1986-1995 рр. змінюється: у квітні в межах 120...154 МДж/м² із Закарпаття на південь Степової зони; у травні – 114...190 МДж/м² за тим же напрямком; у червні – 162...197 МДж/м² із північного заходу на південь Степової зони; у липні – 156...200 МДж/м² із північного заходу на південний захід Степової зони; у серпні – 133...173 МДж/м² за тим же напрямком; у вересні – 95...124 МДж/м² із північному сходу на захід Степової зони; у жовтні – 58...95 МДж/м² із північного сходу на ПБК; за теплий період – 886...1128 МДж/м² із північного сходу на захід Степової зони.

Сума сумарної ФАР у 1986-1995 рр. змінюється: у квітні в межах 161...240 МДж/м² із північного заходу на ПБК; у травні – 254...336 МДж/м²

із Українських Карпат на захід південного Степу; у червні – 249...326 МДж/м² із Українських Карпат на ПБК; у липні – 278...362 МДж/м² із північного заходу на південний захід Степу; у серпні – 228...318 МДж/м² із північного сходу на ПБК; у вересні – 142...234 МДж/м² за тим же напрямком; у жовтні – 95...158 МДж/м² із північного сходу на ПБК; за теплий період – 1425...1949 МДж/м² із північного заходу на ПБК.

Розроблено непрямий метод розрахунку сумарної ФАР за спостереженнями над тривалістю сонячного саява (ТСС) у МО МДУ [4], результати якого співвідносяться з оцінкою сумарної ФАР за інтегральною сумарною радіацією, яка узгоджується з методом УкрГМІ [2].

Сума сумарної ФАР за ТСС у 1986-1995 рр. змінювалась за територією: у квітні в межах 160... 210 МДж/м² із півночі на південний захід Степу та Крим; у травні – 300... 340 МДж/м² із північного сходу на центральний Степ і Лісостеп; у червні – 310...380 МДж/м² із північного заходу на північний схід Степу та Лісостеп; у липні – 360...440 МДж/м² із північного заходу на південь центральної частини Степу; у серпні – 280...360 МДж/м² із північного заходу на південь Степу та Крим; у вересні – 130...230 МДж/м² із північного заходу на південний захід Степу та Крим; у жовтні – 80...130 МДж/м² із північного заходу та сходу на ПБК; у теплому періоді – 1620...2000 МДж/м² із північного заходу та сходу на південь Степу та Крим.

Отже, розрахунки за інтегральною прямою, розсіяною, сумарною сонячною радіацією та за ТСС зумовили формування ФАР за складовими радіаційного режиму в окремі місяці та теплий період року в Україні в 1986-1995 рр. Отримані значення прямої, розсіяної, сумарної ФАР координуються з результатами, виконаними у інших регіонах помірної зони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рыбченко Л.С., Савчук С.В. Радиационный режим Украины в условиях изменения климата. Материалы Междунар. науч. конф.: Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата, 5-8 мая 2015, г. Минск (Республика Беларусь). – Минск: Изд. Центр БГУ, 2015. – С. 131-133. – URL: <https://istina.msu.ru/download/9593547/1dWz4i:lLEdDKJ-6GKNVydcxPaJRxxhzFI/>
2. Гойса М.І., Перелет Н.А. Фотосинтетично активна радіація. Клімат України. К.: Вид-во Раєвського. 2003. С. 65-68.
3. Гуляев Б.И. Методика измерения фотосинтетически активной радиации. Сб. Фотосинтез и продуктивность растений. К.: Наукова думка. 1963. С. 10-15.
4. Абакумова Г.М., Горбаренко Е.В., Незваль Е.И., Шиловцева О.А. Климатические ресурсы солнечной энергии Московского региона. М.: Изд-во Книжный дом: «ЛИБРОКОМ». 2012. 310 с.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ПОПИТУ НА МЕТЕОРОЛОГІЧНУ ПРОДУКЦІЮ СЕРЕД СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИКІВ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Шевченко О.Г., д.геогр.н., доцент, Сніжко С.І., д.геогр.н., професор

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Сільське господарство є однією з найбільш погодозалежних галузей економіки. Сільськогосподарські культури займають значні площі і на всіх фазах вирощування перебувають під безпосереднім впливом погоди та клімату. Вплив погодних умов на урожайність становить 52 % [1]. В умовах проявів зміни клімату сільське господарство належить до найбільш вразливих напрямків економічної діяльності людини та невідкладно потребує впровадження заходів з адаптації. Таким чином, для успішного його функціонування очевидною є необхідність використання метеорологічної та агrometeorологічної інформації. Виходячи з вище зазначеного, аграрний сектор економіки мав би належати до споживачів метеорологічної інформації, які забезпечують надходження значної частини коштів за рахунок спеціалізованого метеорологічного забезпечення підрозділам Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), що займаються гідрометеорологічною діяльністю. Проте, за даними *Звіту про надходження та витрачання коштів від надання послуг із спеціалізованого гідрометеорологічного забезпечення за січень-грудень 2017 року*, в 2017 р. кошти від забезпечення сільського господарства становили лише 1,8% від суми надходжень за виконання спеціалізованих робіт гідрометеорологічними організаціями України.

До основних чинників, що визначають прибутки від спеціалізованого метеорологічного забезпечення належить попит на метеорологічну продукцію та політика ціноутворення. Попит на метеорологічну продукцію визначається рівнем доходу споживачів; кількістю покупців на ринку певної продукції; рівнем обізнаності споживачів про переваги від використання метеорологічної продукції в їхній діяльності; довірою споживача до постачальника продукції та її якості; наявністю «товарів-замінників» та рівнем цін на них; доступністю продукції; очікуванням зміни цін; сезоном [2]. В останні роки, попит на деякі види метеорологічної продукції може знижуватися за рахунок активного впровадження технологій інтернету-речей («Internet of Things» (IoT)) для отримання метеорологічної інформації. Невисока вартість і зростання поширення автоматизованих метеорологічних станцій (АМС), більшість з яких забезпечують інформацією не лише про поточну погоду, але й надають прогнози, створюють помітну конкуренцію підрозділам ДСНС України, що займаються гідрометеорологічною діяльністю. Сільське господарство використовує більше IoT та цифрових інновацій, ніж більшість інших

галузей. Згідно з нещодавною доповіддю McKinsey Global Institute, аграрний сектор витрачає щороку до 10–15 млрд дол. США на сучасні IoT технології, дані та послуги.

До переваг автоматичних метеорологічних станцій належать: 1) АМС надають інформацію про погоду безпосередньо на конкретному полі, а не на відстані кілька десятків кілометрів, як у випадку використання інформації з мережі метеорологічних станцій (МС) ДСНС; 2) дискретність вимірювань метеорологічних величин є значно більшою, порівняно зі стандартними строками проведення спостережень на МС; 3) багато виробників АМС пропонують різноманітні «хмарні рішення», що дають можливість об'єднання численних метеостанцій та датчиків в єдину мережу і таким чином, можна користуватися інформацією не лише з власної станції, але й з сусідніх, без додаткових фінансових витрат; 4) важливою опцією, якою забезпечені сучасні АМС, є отримання SMS-попереджень або сповіщень в додатку на телефоні щодо настання критичних умов для розвитку сільськогосподарських культур або сприятливих умов для вирішення певної задачі (наприклад, внесення добрив, тощо).

Зважаючи на те, що додаткові кошти, отримані від спеціалізованого метеорологічного забезпечення, відіграють важливу роль у розвитку та функціонуванні більшості Національних метеорологічних та гідрологічних служб (НМГС), очевидною є необхідність привернення уваги представників аграрного сектору до метеорологічної продукції, що надається відповідними організаціями, та підвищення попиту на неї. Для цього слід застосовувати маркетингові підходи та залучати відповідних фахівців. Покращення якості послуг з урахуванням рекомендацій WMO Strategy for Service Delivery [3] теж сприятиме активізації комерційної діяльності НМГС. Важливо створити позитивний імідж підрозділів ДСНС України, що займаються гідрометеорологічною діяльністю, у очах споживачів та донести до споживачів важливість поєднання інформації з двох джерел – з приватних автоматизованих метеорологічних станцій та від організацій ДСНС. Адже, лише дані МС мають тривалі ряди спостережень, інформація з МС є об'єктивною та достовірною (адже, прилади проходять періодичну повірку), окремі види спостережень здійснюються лише на МС, а підготовка певних спеціалізованих прогнозів – лише фахівцями з підрозділів ДСНС України, що займаються гідрометеорологічною діяльністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нечипоренко О. Стан та перспективи адаптації аграрного сектору економіки України до глобальних змін клімату. Економіст. 2018. № 11. С. 10–14.
2. Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Вітренко А.О. Економічна метеорологія. – К.: Майстер книг, 2019. – 352 с.
3. WMO Strategy for Service Delivery and Its Implementation Plan. 2014. WMO-No. 1129. 2014.

СЕКЦІЯ

«ГІДРОЛОГІЯ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЯ»

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ УРБАНІЗОВАНИХ ВОДОЙМ

Батог С.В., к.геогр.н.

Інститут гідробіології НАН України, Київ, Україна

З розвитком урбанізації все актуальнішими стають проблеми незадовільного екологічного стану водних об'єктів, які є невід'ємною складовою урбоекосистеми. Антропогенні перетворення перш за все проявляються в зміні гідрологічних умов. Такі процеси відбуваються зокрема і в урбанізованих водоймах м. Києва.

Згідно з принципами Водної рамкової директиви ЄС оцінка екологічного стану водних об'єктів має здійснюватися за гідробіологічними, гідроморфологічними та гідрохімічними показниками. Тому при оцінці та прогнозуванні екологічного стану урбанізованих водойм неможливо обійтися без вивчення гідрологічних процесів та впливу на них антропогенного навантаження.

Результати комплексних еколого-гідрологічних досліджень в Україні та за кордоном стали основою для формування *екологічної гідрології* як окремого наукового напрямку, визнаного ЮНЕСКО (Тимченко В.М., 2006, Timchenko V. M., 2016). Його основна мета полягає у розробці науково-обґрунтованих методів управління станом водних екосистем, їх біопродуктивністю та якістю водного середовища шляхом регулювання гідрологічних процесів. Розробка цих методів базується на визначенні та оцінці ключових екологічно значущих елементів гідрологічного режиму водного об'єкту, що найбільш повно характеризують оптимальні та лімітуючі умови їх середовища, а також аналізі механізмів їх впливу на біотичні й абіотичні компоненти водних екосистем.

За результатами багаторічних еколого-гідрологічних досліджень різнотипних водних об'єктів встановлено, що ключовими елементами їх гідрологічного режиму є змінюваність води (зовнішній водообмін), гідродинамічні процеси (внутрішній водообмін), гідрофізичні властивості водних мас та донних ґрунтів (Тимченко В.М., 2006). Для дослідження цих характеристик застосовано методичну базу екологічної гідрології, яка ґрунтується на методичних принципах, методах і підходах загальної гідрології, лімнології, гідрохімії, гідроекології та гідробіології.

Для оцінки стану водних екосистем різнотипних водних об'єктів України, а саме водосховищ Дніпра (Абіотичні компоненти.., 2006; Тимченко В.М., 2006; Timchenko V. M., 2015), водосховищ Дністровського енергетичного комплексу (Гуляева О. А., 2013), заплавних водойм пониззя Дніпра (Стебліївський лиман, 2011; Коржов Є.І., 2015) та водойм урбанізованих територій (Екологічний стан урбанізованих водойм: Затока

Осокорки, 2011; Затока Берковщина, 2009; Озеро Видубицьке, 2007; Тимченко В.М., Дараган С.В., 2014; Батог С.В., 2015; Серета Т.М., Усов О.Є., Жежеря В. А., 2018 та ін.), сформовано алгоритм проведення еколого-гідрологічних досліджень. Вони включають основні методи гідрологічних досліджень, зокрема: натурні експедиційні дослідження; теоретичні методи, що базуються на законах фізики та географічних закономірностях просторово-часових змін гідрологічних характеристик, наприклад методи математичного моделювання; розрахункові методи, що використовуються у випадках відсутності або обмеженості даних натурних спостережень.

Аналіз вихідної інформації (літературні та картографічні матеріали, аерокосмічні знімки, результати натурних досліджень, розрахунків та математичного моделювання, наявних даних за результатами моніторингових спостережень) дає змогу в повній мірі охарактеризувати особливості водойм за елементами їх гідрологічних умов. Наприклад, серед водойм Києва, найбільш проточними з періодом водообміну 3,5-21,1 доби є *затоки*, малопроточними (період водообміну від 1 до 14 років) – *антропогенно змінені водойми, стариці* та більшість *кар'єрів* (Тимченко В.М., Дараган С.В., 2014).

Невід'ємним етапом еколого-гідрологічних досліджень є встановлення закономірностей впливу гідрологічних умов на абіотичні та біотичні компоненти екосистем. Розшифровка механізмів такого впливу дозволяє зрозуміти перебіг процесів у водоймі та роль кожного елемента гідрологічного режиму, як одного із важелів регулювання екологічного стану та якості їх водного середовища. Наприклад, у водоймах з періодом зовнішнього водообміну 7-9 діб формуються оптимальні умови розвитку фітопланктону, вищої водної рослинності, зообентосу. Гідродинамічні процеси, що обумовлені переважно вітровою діяльністю (середня швидкість 3 м/с), посилюють самоочисну здатність урбанізованих водойм в 4-7 разів порівняно з нерухомим станом вод.

Ключовим етапом еколого-гідрологічних досліджень є розробка науково-обґрунтованих методів та засобів управління з метою поліпшення стану екосистем водойм урбанізованих територій шляхом регулювання гідрологічних процесів. Запропоновано комплекс заходів для водойм Києва, що базується на методах басейнового і внутрішньоводоймового підходів (Батог С.В., 2018). При розробці та реалізації таких заходів мають враховуватися гідрологічні особливості кожної водойми окремо.

Результати еколого-гідрологічних досліджень гідрологічних умов та комплекс заходів можуть бути використані у проектних роботах та техніко-економічних обґрунтуваннях, пов'язаних з оцінкою екологічного стану урбанізованих водойм та плануванням заходів із його покращення.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ҐРУНТУ

Білецька С.В., Осадча Н.М., Бончковський А.С.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України

Біогенні елементи (БЕ) справляють значний вплив на екологічний стан водних об'єктів, про що свідчать ідентифіковані водно-екологічні проблеми у більшості річкових басейнів світу (Turner et al., 1990; Осадча та ін., 2020).

БЕ надходять до водних об'єктів як від точкових, так і дифузних джерел. Так, у басейні Дніпра частка дифузного надходження нітрогену варіює від 48 до 74%. Натомість, забруднення вод сполуками фосфору у основному зумовлено дією точкових джерел, а їхня емісія з поверхні водозбору переважно пов'язана з ерозією ґрунту (Doody et al., 2012; Osadcha et al., 2021).

Надходження БЕ від дифузних джерел визначається низкою чинників, серед яких вагому роль відіграє тип землекористування території. В Україні відзначається один з найбільших у світі ступінь розораності території. Для забезпечення стійких урожаїв сучасні методи інтенсивного рослинництва передбачають використання значної кількості мінеральних добрив. Вимивання частки добрив з водним стоком призводить до забруднення вод.

Емісійний потік БЕ з сільськогосподарських територій залежить від обсягу водного стоку та запасу БЕ у ґрунті. Методика розрахунку останнього представлена нижче.

Суть методу визначення запасу БЕ у ґрунті полягає в обчисленні їхнього балансу в агроєкосистемі у розрізі року.

Вхідною інформацією слугують дані державної статистики у рослинницькій та тваринницькій галузях. До прихідних складових балансу БЕ відносяться кількісні показники застосування мінеральних і органічних добрив, атмосферні випадіння, симбіотична і не симбіотична фіксація.

Загальне надходження (*Input*) сполук нітрогену і фосфору в ґрунт розраховують за рівнянням (1):

$$Input(N;P) = Mf(N;P) + Of(N;P) + Natm + Nn + Fn, \quad (1)$$

Input (*N*; *P*) – прихідна частина *N* і P_2O_5 , що надійшла у ґрунт, кг/га;
Mf (*N*; *P*) – кількість *N* і P_2O_5 , що надійшла з мінеральними добривами, кг/га;
Of (*N*; *P*) – кількість *N* і P_2O_5 , що надійшла з органічними добривами, кг/га;
Natm – надходження сполук нітрогену в ґрунт з атмосферними опадами, кгN/га;
Nn – несимбіотичне надходження нітрогену; *Fn* – симбіотична фіксація нітрогену бобовими культурами або багат. травами (б/т), кг/га.

Розрахунок надходжень БЕ виконують окремо для різних культур.

Внесок мінеральних добрив встановлюють за статистичними даними. Для обчислення надходження БЕ з органічними добривами використовують дані про кількість та типи тварин. Обчисливши кількість утвореного гною

та вміст у ньому нітрогену і фосфору, можна визначити загальне надходження БЕ з органічним добривом за рівнянням (2):

$$Of(N;P) = \frac{C}{T_{pl.ar}}, \quad (2)$$

де $Of(N; P)$ – N і P_2O_5 , що надходить з органічними добривами, кг/га; C – вміст сполук БЕ (N ; P_2O_5) в 1 т гною/пташиного посліду, кг; $T_{pl.ar}$ – загальна посівна площа, га.

Атмосферні випадіння сполук нітрогену обчислюють за інформацією про річну кількість опадів і вміст у них сполук нітрогену (рівняння 3). Кількісні показники опадів визначали з поправкою на вітер. Беручи до уваги кліматичні зміни, середню багаторічну суму опадів розраховували за період 1990-2021 рр та привели до фізико-географічних зон.

$$Natm = \frac{C_N \times h}{T_{pl.}}, \quad (3)$$

де $Natm$ – атмосферні випадіння сполук нітрогену, кгN/га; C_N – середньорічний вміст сполук нітрогену (NO_3^-) + (NH_4^+) у атмосферних опадах, мгN/л; h – середня багаторічна кількість опадів, мм; $T_{pl.}$ – площа території водозбору, га.

Несимбіотичну фіксацію нітрогену (N_N) застосовують у межах від 22,5 кгN/га (дерново-підзолисті ґрунти) до 31,2-35 (сірі лісові, чорноземи), а його симбіотичну фіксацію (Φ_N) – 0,94 і 0,33 кгN/ц під бобовими і б/т (Балюк, 2011).

Витратна частина балансу зумовлена споживанням рослинами у період вегетації. Коефіцієнти споживання різними культурами запозичені з (Балюк та ін., 2011), а показники урожайності отримані із офіційних статистичних даних.

Результуюче значення балансу БЕ в ґрунтах виконують шляхом віднімання витратної складової від прихідної (рівняння 4). Остаточний результат приводять до площі посівних земель, що надає можливість порівняльного аналізу з іншими річковими басейнами.

$$B(N;P) = \frac{Input(N;P) - Output(N;P)}{S_{\Sigma}} \quad (4)$$

де $B(N;P)$ – баланс нітрогену, фосфору в ґрунті, кг/га; $Input(N;P)$ – загальне надходження мінеральних та органічних сполук N , P_2O_5 , кг; $Output(N;P)$ – вилучення N , P_2O_5 урожаєм с/г культур, кг; S_{Σ} – загальна посівна площа у межах адміністративної одиниці(району), га.

Позитивний баланс свідчить про надлишок елемента, а негативна величина – про дефіцитний стан. Результати балансу БЕ ґрунту залежать від структури і потужності тваринницької галузі, врожайності сільськогосподарських культур і від норми застосування добрив.

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА СКЛАДОВІ ВОДНОГО БАЛАНСУ БЕСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ У ПЕРІОДИ НИЗЬКОЇ ВОДНОСТІ

Больбот Г.В.¹, н.с.,
Гребінь В.В.², д-р геогр. наук., професор

¹*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Кліматичні зміни можуть призвести до зміни доступності водних ресурсів. Зміна клімату вплине на доступність води в Європі, і Україна не є винятком [1]. Основними показниками кліматичних змін виступають атмосферні опади та температура повітря. Вони мають істотний вплив на хід багаторічних коливань річкового стоку.

Головним джерелом водозабезпечення східної частини України є басейн Сіверського Дінця, саме тому важливим завданням виступає оцінка впливу кліматичних змін на водні ресурси регіону.

Для аналізу тенденцій змін кліматичних та гідрологічних характеристик (середньомісячна температура повітря, середньомісячна сума опадів, середньомісячний стік води) розглянуто два маловодні періоди 1961-1976 рр. та 2007-2019 рр., що були визначені на основі попередніх досліджень [2].

Розрахунки, з використанням методів математичної статистики, виконані для 32 гідрологічних постів та 13 метеостанцій в басейні. Для зазначених пунктів спостережень вихідна гідрометеорологічна інформація була приведена до єдиного розрахункового періоду шляхом відновлення даних спостережень.

Оскільки розташування метеорологічних станцій в межах басейну Сіверського Дінця неоднорідне у роботі використано метод зважування, для обчислення зведених метеорологічних характеристик водозбору, відповідно до якого визначені зони впливу метеостанцій.

В ході проведеної роботи виявлено збільшення кількості опадів у весняні місяці (березень, квітень, травень). Порівняно з маловодним періодом 1961-1976 рр. відмічається збільшення кількості опадів у вересні, жовтні та січні місяці (рис.1) за період 2007-2019 рр. Зменшення кількості опадів спостерігається в літні місяці, а також в листопаді, грудні та лютому. Зимовий максимум змістився з грудня на січень місяць.

Тенденція до підвищення температури прослідковується протягом усього року. За два досліджувані періоди найбільші зміни температури відмічаються у січні, лютому, березні та серпні місяці.

Середньомісячний стік у басейні Сіверського Дінця суттєво зменшився в лютому та березні. Значне зменшення стоку виявлено в квітні

місяці (15%). Весняне водопілля невиражене, порівняно з попередньою маловодною фазою. Відмічається збільшення стоку восени - вересень, жовтень, листопад (1-2%).

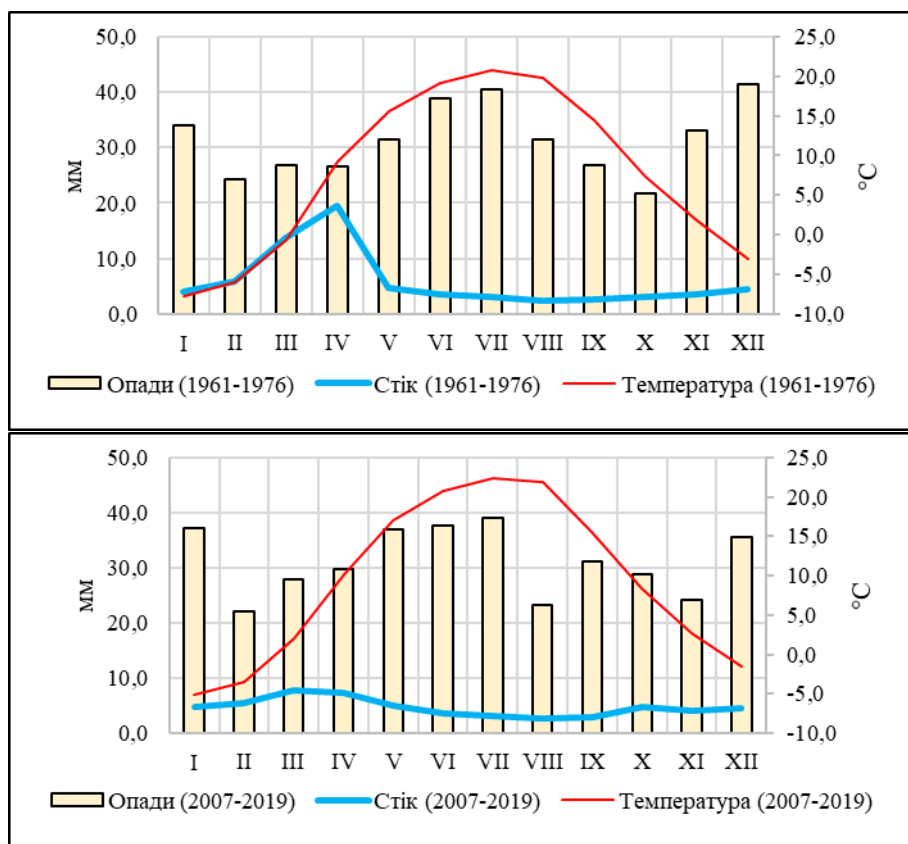


Рисунок 1. Розподіл складових водного балансу басейну Сіверського Дінця у періоди низької водності.

Під дією сучасних змін клімату відбувся перерозподіл гідрометеорологічних характеристик протягом року. Внутрішньорічний перерозподіл опадів відображається в коливаннях річкового стоку.

Отже, оцінка гідрометеорологічних показників для території басейну Сіверського Дінця виявила, що тенденції їх коливань та розподіл протягом року зазнали суттєвих змін впродовж останніх десятиліть.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Didovets, I., Krysanova, V., Hattermann, F. F., Rivas López, M. d. R., Snizhko, S., Müller Schmied, H. (2020): Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. - Journal of Hydrology: Regional Studies, 32, 100761. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>
2. H. Bolbot and V. Grebin (2019): Long-term dynamics and current trends in fluctuations of the flow characteristics of the Siverskyi Donets River Basin.- Conference Proceedings, Monitoring 2019, Nov 2019, Volume 2019, p.1 – 5. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903229>

ВИЗНАЧЕННЯ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ КОЕФІЦІЕНТІВ ВАРІАЦІЇ ПРИ РОЗРАХУНКАХ РІЧНОГО СТОКУ НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ Р. ДЕСНА

Бурлуцька М. Е, канд. геогр. наук, доцент,
Колесник А.В., магістр

Одеський державний екологічний університет

У багаторічному розподіленні річний стік коливається в широких межах. Головною причиною коливань величин річного стоку є мінливість з року в рік кліматичних чинників, які пов'язані з особливостями циркуляції атмосфери. Мірою оцінки коливань річного стоку відносно його норми є коефіцієнт варіації. Коефіцієнт варіації C_v річного стоку є характеристикою багаторічної мінливості ряду стоку: чим більше значення коефіцієнта варіації, тим більший розмах коливань величин стоку відносно середнього багаторічного значення.

Існують річки на яких відсутні систематичні вимірювання стоку. При відсутності або недостатності гідрологічної інформації фахівці звертаються до карт ізоліній гідрологічних величин, опублікованими більш ніж 20 років тому. Тому уточнення розрахункових характеристик річного стоку для невивчених річок басейну р. Десна з використанням нових даних – важлива задача. Метою досліджень є одержання і уточнення нових даних коефіцієнтів мінливості часових рядів річного стоку для басейну р. Десна, виявити вплив на цю характеристику місцевих факторів та широтного положення, узагальнення коефіцієнтів варіації C_v та аналіз отриманих результатів.

Метою досліджень є одержання і уточнення нових даних коефіцієнтів мінливості часових рядів річного стоку для басейну р. Десна, виявити вплив на цю характеристику місцевих факторів та широтного положення, узагальнення коефіцієнтів варіації C_v та аналіз отриманих результатів.

Для розрахунку обрано 36 гідрологічних поста за весь період спостережень за річним стоком у басейні річки Десна. Коефіцієнти варіації були обчислені за програмою Stok Stat з використанням методів моментів і найбільшої правдоподібності. Змінюються вони у досить широких межах:

-- у методі моментів – від 0,2 до 0,48;

-- у методі найбільшої правдоподібності – від 0,2 до 0,48.

Для узагальнення коефіцієнтів мінливості річного стоку в басейні р. Десна були побудовані залежності коефіцієнтів варіації від широти геометричних центрів водозборів та від площ водозборів басейну.

Виявилось, що залежність коефіцієнтів варіації від широти геометричних центрів водозборів слабо виражена, коефіцієнт кореляції дорівнює $r = 0,23$. Навпаки залежність від площ водозборів має чіткий вираз і коефіцієнт кореляції $r = 0,38$ (рис.1).

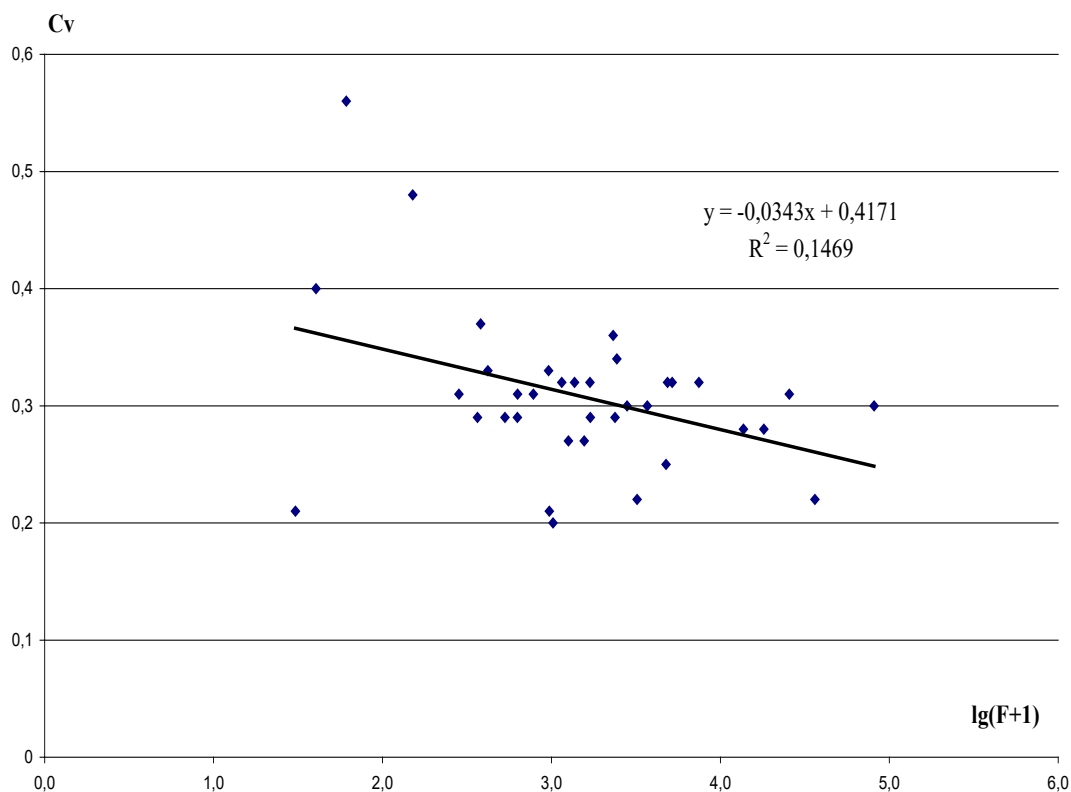


Рисунок 1. Залежність коефіцієнта варіації від площ водозборів

На підставі рівняння, яке описує залежність на рис. 1 отримано регіональну формулу:

$$C_v = 0,41 - 0,034 \lg(F + 1). \quad (1)$$

На підставі отриманих результатів дослідження можна сказати, що середньоквадратична похибка для коефіцієнта варіації дорівнює $\sigma_{C_v} = 11,8\%$, це відповідає вимогам нормативного документа СНіП 2.01.14-83, де для річного стоку $\sigma_{C_v} = 15\%$. Узагальнення коефіцієнтів варіації часових рядів річного стоку в басейні р. Десна здійснене з використанням емпіричної залежності. На підставі рівняння, яке описує залежність отримали регіональну формулу. По отриманій формулі були виконані перевірочні розрахунки коефіцієнтів варіації. Середнє значення $\Delta C_v = 14,9\%$, що відповідає вихідній інформації і вимогам СНіП 2.01.14-83.

Запропоновану методику можна використовувати для визначення мінливості стокових рядів при розрахунках річного стоку за відсутністю даних спостережень в басейні р. Десна.

**ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ ПОВНОГО
КОМПЛЕКСУ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ТЕМПЕРАТУРНИМИ
ПОКАЗНИКАМИ ВОДИ НА ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩАХ В
УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ**

Вандюк Н.С., к. геогр. н., Самойленко Н.А.

Інститут гідробіології НАН України

Характеристика термічного режиму будь-якого водного об'єкту неможлива без систематичних спостережень за температурними показниками водних мас. Згідно з [1] основна програма термічного моніторингу на великих рівнинних водосховищах включає спостереження за температурою води біля берега на гідрологічних постах двічі на добу – о 8-ій ранку та о 20-ій ввечері; спостереження на рейдових вертикалях у поверхневому шарі та по глибині. Періодичність таких вимірювань – 5, 10, 15, 25 числа та в останній день місяця з 10-ої години ранку; при стійкому льодоставі – двічі на місяць – 15 числа і в останній день місяця.

На усіх водосховищах дніпровського каскаду з початку створення кожного з них виконувалась така стандартна програма спостережень. Отримувані дані давали можливість детально дослідити температурний режим водних мас у водоймі, а саме – річний термічний цикл, особливості вертикальної термічної структури водойми, режим температури поверхневого шару води і т. ін. Крім того, на основі аналізу матеріалів багаторічних спостережень можна прослідкувати зміни температурного режиму за весь період існування водойми. Саме це питання набуває дедалі більшої актуальності у зв'язку зі змінами клімату, адже глобальне потепління, початок якого датують 2-ою половиною ХХ ст. продовжується і до теперішнього часу.

Високі значення температур здатні викликати низку негативних явищ у водоймах. Так, надмірний розвиток фітопланктону пригнічує бактеріальну флору водойми. Остання є джерелом харчування зоопланктону – кормової бази іхтіофауни. Якщо ж температура води залишається високою довгий час – починається масове відмирання водоростей: за рахунок їх інтенсивного розкладання погіршуються фізико-хімічні показники води – зростають колірність та мутність, посилюється неприємний запах, збільшується споживання кисню – натомість виділяється сірководень, накопичуються токсичні метаболіти, виникає ймовірність заморів представників іхтіофауни. Так особливістю 2016 року став дефіцит опадів у літній сезон, зокрема у червні випало лише 38% кліматичної норми по Україні, в Києві ж ця цифра склала лише 21% норми. Також всі літні місяці 2016 року виявились теплішими за норму, особливо липень, який мав аномалію +2,4° [2]. І саме в цей період – кінець червня-початок липня в

нижній частині Канівського водосховища було зафіксовано випадок масового замору риб, викликаного, ймовірно, дефіцитом кисню на фоні відмирання синьо-зелених водоростей [3].

Підвищення середньодобової температури води в теплий (безльодовий) період року, незначні внутрішньодобові коливання її значень, зростання максимальних температур, теплі зими – все це створює сприятливі умови для появи та успішної адаптації у дніпровських водосховищах чужорідних видів флори і фауни. Впродовж багатьох років цій темі присвячувалась значна кількість досліджень. З останніх знахідок у водосховищах дніпровського каскаду можна згадати досить екзотичну мохуватку *Pectinatella magnifica* [4], вперше знайдену наприкінці серпня 2020 року на верхній ділянці Канівського водосховища.

Відомо, що тенденції до зростання температур повітря зберігатимуться ще досить довгий час [5], а це достатньо швидко відобразиться і на термічному режимі досліджуваних водних об'єктів. Слід відзначити, що за період з 1998 по 2015 рр. на усіх водосховищах дніпровського каскаду було припинено спостереження за температурою води на рейдових вертикалях у поверхневому шарі, по глибині та на термопрофілях. Саме тому постає гостра необхідність у відновленні повної програми спостережень за термічними показниками для детального аналізу змін режиму температури водних мас.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 7. Часть 1. Гидрометеорологические наблюдения на озерах и водохранилищах. Ленинград: Гидрометеиздат, 1973. 468 с.
2. Косоветц О.О., Доніч О.А. Кліматичні особливості 2016 року. *Праці ЦГО*. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2017. Вип. 13 (27). С. 4-10.
3. Куйбіда В.В., Некрасова О.Д., Куцоконь Ю.К., Лопатинська В.В., Трускавецька І.Я. Випадок літнього замору риб у Канівському водосховищі. *Гідробіол. журн.* 2018. № 5 (323). С. 113-116.
4. Афанасьев С.О., Летицька О.М. Перша знахідка чужорідної мохуватки *Pectinatella magnifica* у басейні Дніпра та оцінка шляхів її розповсюдження. *Гідробіол. журн.* 2020. № 6 (336). С. 27-37.
5. Сніжко С.І., Шевченко О.Г., Дідовець Ю.С., Ганчук А.В., Демчук-Маригіна Д.П. Проекції температури повітря в Україні на ХХІ століття на основі RCP-сценаріїв. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2019. № 3 (54). С. 157-158.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ВНУТРІШНЬОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ ВОДНОГО СТОКУ НА РІЧКАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Гопцій М.В., канд. геогр. наук,
Овчарук В.А, д-р геогр. наук, доцент**

Одеський державний екологічний університет

Територія Одеської області розташована у Північно-Західному Причорномор'ї в межах степової зони України. Однак натепер, на всій території області, внаслідок тривалої діяльності людини, природний рослинний покрив перетерпів корінні зміни. Майже скрізь природні степи перетворені в орні землі, зайняті сільськогосподарськими культурами. Крім того, значне місце займають сади і виноградники.

Клімат регіону сухий та помірно-теплий з відмінними рисами: помірна континентальність, нетривала м'яка зима з частими відлигами, тривале жарке сухе літо, недостатня кількість опадів, нерідко повторювані посухи, суховії і пилові бурі. В останні роки, внаслідок зміни клімату, збільшується ймовірність виникнення екстремальних гідрологічних явищ – локальних паводків та посух.

Усі річки області можна поділити на дві групи. Першу складають малі річки, режим яких цілком визначається місцевими фізико-географічними умовами. Джерела цих річок знаходяться на південних окраїнах Подільської і Південно-Молдавської височин. Усі місцеві малі річки мають незначну довжину вузьких басейнів, витягнутих у меридіональному напрямку, широкі і глибокі долини, схили яких звичайно сильно порізані мережею балок і ярів.

До малих річок області відносяться: Савранка, Великий і Малий Куяльники, Сарата, Хаджидер та інші. Усі малі річки області маловодні, більшість з них улітку пересихають.

До другої групи відносяться середні річки: Кодима, Когильник, Кучурган, Тилігул, Чичекля, Ялпуг.

На сьогоднішній день в межах області спостереження за стоком проводять лише по 3 гідропостах (р. Кодима – с. Катеринка, $F = 2390 \text{ км}^2$, р. Великий Куяльник – с. Северинівка, $F = 1840 \text{ км}^2$, р. Тилігул – смт Березівка, $F = 3170 \text{ км}^2$). На півдні області протікає р. Дунай, де також проводять комплекс гідрометеорологічних спостережень за стоком по 6 гідропостах.

В межах даного дослідження створена база даних багаторічних спостережень за стоком річок в Одеській області по 7 водозборах (діапазон площ водозборів змінюється від 145 км^2 до 3170 км^2), часові ряди спостереження за стоком перевірено на однорідність. Визначено, що на рівні значущості 1% неоднорідні 2 з 7 ряди, а при 5% - неоднорідні 3 з 7 рядів.

Проаналізована наявність циклічності у ході водності річок, використовуючи різницево-інтегральні криві рядів річного стоку по 3 діючих постах в Одеській області. Слід відмітити, що на постах р. Великий Куяльник - с. Северинівка і р. Тилігул – с. Березівка починаючи з 2003 та р. Кодима – с. Катеринка – з 2006 й до 2015 рр. спостерігається маловодна фаза.

Виконаний розрахунок сучасного внутрішньорічного розподілу стоку по середньомісячних витратах води по водозбору р. Кодима – с. Катеринка з 1995 р. по 2015 р. (який охоплює рівну кількість років як багатоводної фази - 1995-2005 рр., так і маловодної фази - 2006-2015 рр) свідчить, що протягом року стік розподіляється нерівномірно - на весну приходиться понад 48 % його річної величини, влітку та осінню - 14 % та 13 %, відповідно, а взимку – 24 %. Привертає увагу те, що найменший відсоток стоку припадає на вересень місяць і складає - 2,7 %.

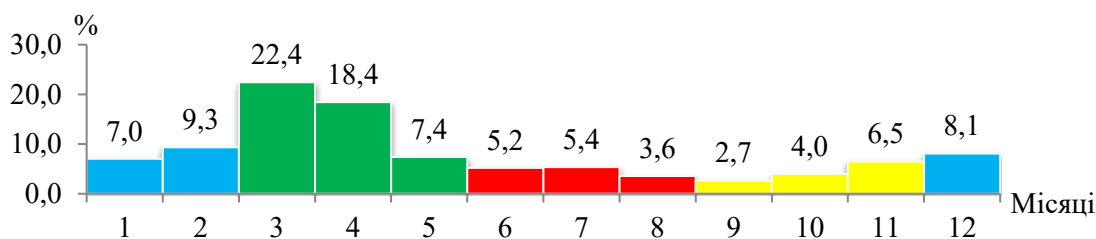


Рисунок 1. Багаторічний розподіл стоку води протягом року р. Кодима – с. Катеринка (2390 км²) за типовою схемою

Величина річного стоку та його характеристики визначені з використанням статистичного аналізу багаторічних часових рядів середньорічних модулів стоку на річках Одеської області. Норма річного стоку \bar{q} змінюється від 0,21 л/(с·км²) (р. Тилігул – смт Березівка, $F = 3170$ км²) до 2,49 л/(с·км²) (р. Белоче – с. Белоче, $F = 225$ км²), при діапазоні коливання коефіцієнтів варіації 0,18-1,53 та середньому по території співвідношенні $C_s/C_v = 3,5$.

Як вже було відмічено вище, в період зміни клімату, особливо актуальним є обґрунтування величин екстремального високого та низького стоку річок. Отже, величина модуля максимального стоку весняного водопілля за багаторічний період спостереження на річках Одеської області коливається у межах 0,032 – 0,38 м³/(с·км²) по території. Тоді як величина модулів 1%-ої забезпеченості дощових паводків складає 0,04 – 0,53 м³/(с·км²). При цьому величина шарів стоку складає 45 мм на узбережжі та знижується до 35 мм у північно-західній частині області.

У свою чергу величина середнього модуля мінімального стоку за період відкритого русла в межах Одеської області змінюється від 0,04 л/(с·км²) р. Кодима – с. Обжила до 0,65 л/(с·км²) р. Кодима – с. Катеринка, а за зимовий період - від 0,09 л/(с·км²) (р. Тилігул – с. Новоукраїнка) до 0,26 л/(с·км²) (р. Тилігул – с. Березівка).

МОНІТОРИНГ ДАТ НАСТАННЯ ЕКСТРИМАЛЬНИХ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ В СУББАСЕЙНІ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ ЗА БАГАТОРІЧНИЙ ПЕРІОД

Гопцій М.В., канд. геогр. наук,
Акіньшина К.О., Корніловська Д.В.

Одеський державний екологічний університет

Сучасний стан гідрологічного режиму річок України пов'язаний як з чергуванням багатолітніх періодів високої та низької водності, так і з сучасними кліматичними умовами, у яких він формується. За дослідженнями багатьох вітчизняних та світових вчених [1-4], починаючи з 1989 р., на річках України зросла частота прояву формування екстремальних гідрологічних явищ, які охоплювали як локальні території так і великі басейни.

Наслідками таких явищ нерідко є тривале затоплення територій, пошкодження об'єктів і споруд комунального, транспортного, енергетичного, водогосподарського господарства, проте й тривалий екстремально низький стік, завдає не меншої шкоди людству.

Для аналізу екстремального стоку, на прикладі річок суббасейна Сіверського Дінця, розглянуто 17 водозборів зі стійким льодовим покривом на досліджуваній території. Водозбори з діапазоном площ від 189 км² до 22600 км² та середнім періодом спостереження 60 років.

Основним завданням було сформувати базу даних по максимальному та мінімальному стоку на досліджуваних водозборах та проаналізувати дати прояву екстремальних гідрологічних явищ за багаторічний період.

Суббасейн Сіверського Дінця розташований у зволоженій лісостеповій зоні лівобережної України та характеризується помірно-континентальним кліматом з помірно холодною зимою і тривалим, часом посушливим, жарким літом. Водозбори річок відносяться до рівнинних річок з весняним водопіллям [5].

Річна сума кількість опадів -567 мм на рік. Найбільш вологі місяці - червень та липень з нормою опадів 61 мм. Найбільш посушливі місяці - лютий - квітень. Найхолодніший місяць - січень, найтепліший - липень. Середньорічна температура за багаторічний період складає 7,8 °С.

За характерних типовим розподілом стоку річок протягом року визначено, що на притоках Сіверського Дінця найбільший за водністю місяць – березень (25-30%), тоді як по самому Сіверському Дінцю – це квітень (22-28%). Найбільш посушливий місяць для всіх річок суббасейну – серпень (на притоках 1,7-2,6%, по Сіверському Дінцю – 3,8-4,5%). Отже, весною стік річок досліджуваних водозборів складає 37-55% від річного стоку, влітку – 7,7-13,5%, восени – 10-24% та взимку 22-33%.

Як вже відмічалось вище, досліджувані річки відносяться до річок з весняним водопіллям, тобто максимальні витрати води характерні саме для

цього періоду. Проте починаючи з 1992 року почастишали випадки, коли екстремальні високі витрати води у протягом року відмічалися під час дощових паводків, які спостерігаються у різні сезони.

Для досліджуваного суббасейну на розглянутих водозборах пік весняного водопілля у різні роки може спостерігатися від 25-26 січня до 26-28 квітня; меженний стік періоду відкритого русла різної тривалості - на притоках р. Сіверський Донець відмічаються у осінньо-зимовий час, а по самому Сіверському Дінцю від кінця травня до листопада-грудня, а зимова межень від 26 грудня до 13 січня, проте у верхів'ї р. Сіверський Донець від 13 листопада до 16 березня.

Проаналізувавши об'єми сезонного стоку за сучасний період (1981-2015рр.) визначено, що в останні роки відзначається зменшення об'ємів стоку по кожному сезону та мінливість внутрішньорічного розподілу стоку із року в рік (рис. 1).

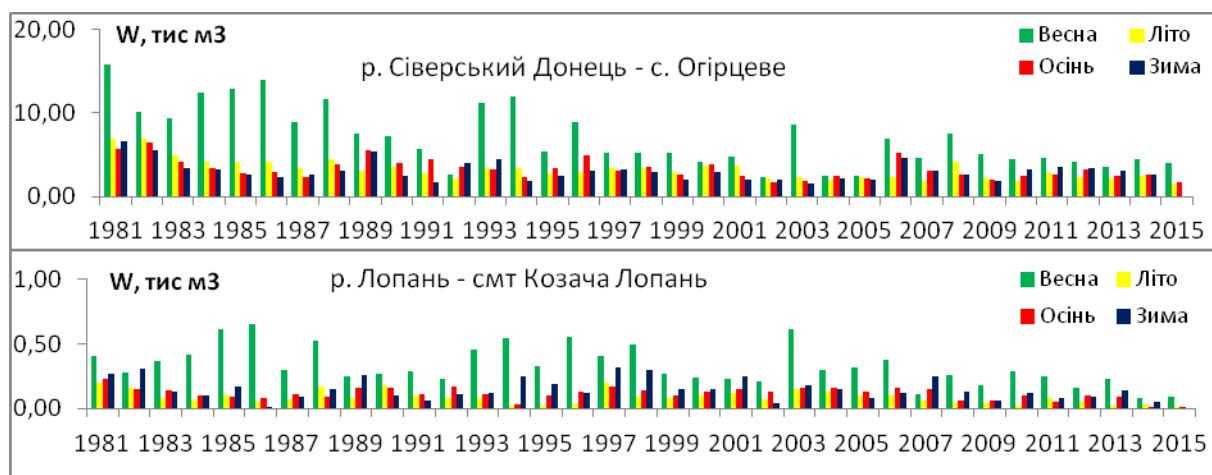


Рисунок 1. Об'єми сезонного стоку в басейні р. Сіверський Донець за 1981-2015рр.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРИ

1. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти / колективна монографія [В.М.Волощук, С.Г.Бойченко, С.М.Степаненко та ін.] Київ : ВПЦ "Київський університет", 2002. 117 с.
2. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / монографія. Київ : Ніка-Центр, 2010. 316 с.
3. Бойко В.М., Петренко Л.В. Стихійні гідрологічні явища на річках України в останні 10-15 років та проблеми їхнього оперативного попередження // Наукові праці УкрНДГМІ. Вип. 255. Київ, 2002. С. 272-278.
4. Вишневський В.І. Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі // Наук. праці УкрНДГМІ, 2001. Вип. 249. С. 89-105.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья: / [Под ред. М.С.Каганера]. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. Вып.3. Т.6. 492 с.

КОРОТКОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАВОДКІВ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ДНІСТРА: МЕТОДИКА, ПРОГНОСТИЧНА СИСТЕМА ТА ПЕРШІ РЕЗУЛЬТАТИ

Горбачова Л.О., д-р геогр.наук, с.н.с.,
Христюк Б.Ф., канд. геогр. наук,
Шпиг В.М., канд. геогр. наук, Гуда К.В.

*Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України*

Протягом останніх двох десятиліть світовими метеорологічними центрами, міжнародними консорціумами та окремими національними метеорологічними/гідрометеорологічними службами розробляються нові та вдосконалюються вже існуючі чисельні моделі прогнозу погоди. На їх основі створюються різнотипні геосферні (об'єднані) прогностичні системи. Україна не є виключенням. Так, впродовж останніх десяти років в УкрГМІ ДСНС та НАН України було створено низку подібних систем, досвід використання яких описано у [1-2].

Однією зі складних для гідрологічного прогнозування є територія Верхнього Дністра, яка, окрім того, має обмежену мережу спостережень за гідрометеорологічними показниками. Діючі методики короткострокового прогнозування водного стоку у даному регіоні мають суттєві недоліки різного характеру.

Система короткострокового прогнозування водного стоку в басейні Верхнього Дністра розроблена на основі комплексного використання чисельної мезомасштабної атмосферної моделі та модуля NAM моделі Rainfall-Runoff програмного комплексу MIKE 11.

Виходячи із ступеня поширеності у світі, наявності досвіду експлуатації, відсутності необхідності придбання ліцензії на використання моделі, точності прогнозів, їх справджуваності, повноти прогностичної інформації та швидкості (економічності) розрахунків для виконання поставлених цілей було обрано чисельну мезомасштабну модель прогнозу погоди WRF ARW v.3.x. Для формування початкових та граничних умов у WRF ARW використовуються дані глобального прогнозу системи GFS з кроком по горизонталі 1°. Реалізація моделі WRF ARW має три домени: головний і два вкладених (телескопічно) з кроками відповідно 30, 10 і 3,3333 км (див. рис. 1). Прогностичні дані оновлюються двічі на добу (відповідають ініціалізації моделі за 00 та 12 год. за Всесвітнім координованим часом, UTC) та викладаються на веб-ресурс (<http://accuweather.org.ua/hydro/index.php>).

Модуль NAM моделі Rainfall-Runoff є неперервною детермінованою балансовою моделлю типу «опад-стік» з зосередженими параметрами на концептуальній основі, яка описує процеси формування водного стоку на водозборі річки шляхом постійного врахування вмісту води у чотирьох

умовних резервуарах: у сніговому покриві, у поверхневому, підповерхневому (коренева зона) та підземному шарі [1].

Вхідними даними для модуля NAM є тривалі (більше 3 років) з кроком у часі 3 години неперервні ряди витрат води в замикальному створі та середніх значень температури повітря, кількості опадів і шарів випаровування на водозборі. Оскільки прямі виміри випаровування з поверхні водозбору не провадяться, їхні значення визначаються за емпіричними формулами у залежності від дефіциту вологості повітря та швидкості вітру. Після калібрування параметрів модуля NAM для конкретного річкового водозбору прогнозування водного стоку відбувається за прогнозом параметрів погоди.

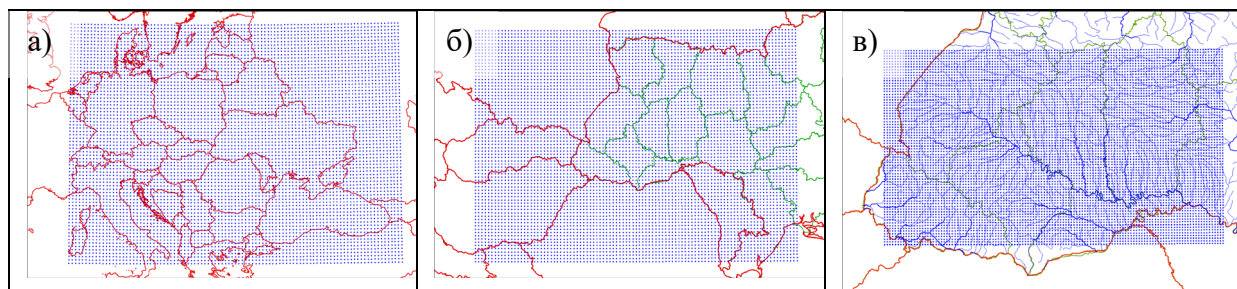


Рисунок 1. Розрахункова область моделі WRF ARW v.3.6.1
а) гол. домен (30 км); б) вклад. домен (10 км); в) вклад. домен (3,3 км)

Результати прогнозування стоку дощових та сніго-дощових паводків на річках в басейні Верхнього Дністра перебувають у залежності від прогнозів параметрів погоди, основним з яких є кількість опадів, яка випадає на поверхню водозборів.

Методика короткострокового прогнозування паводків була апробована на двох водозборах Верхнього Дністра: р. Стрий – смт Верхнє Синьовидне та р. Дністер – с. Стрілки. Результати моделювання стоку води на цих водозборах характеризуються цілком задовільними коефіцієнтами детермінації, що вказує на доцільність подальшого використання модуля NAM моделі Rainfall-Runoff програмного комплексу Mike 11 у прогностичній практиці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбачова Л.О. Адаптація гідрологічної моделі «Опади-стік» MIKE 11 до гірських річок. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2012. Вип. 263. С. 152-164.
2. Doroshenko A. Numerical atmospheric models and their application in different areas of economics / Anatoliy Doroshenko, Vitalii Shpyg, Igor Budak, Kateryna Huda [In: Kvasniy L. and Tatomyr I. (eds) *Ukraine in the context of global and national modern servisation processes and digital economy*]: monograph. Praha: Oktan Print, 2020. – eBook ISBN 978-80-907863-4-9; Print ISBN 978-80-907863-3-2. – P. 155-171. DOI: 10.46489/UITCOG0909

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ТЕНДЕНЦІЇ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Горбачова Л.О., д-р геогр. наук, с.н.с.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Переважна частина річок Півдня України (окрім гірської частини Криму) відносяться до степової зони, яка, у свою чергу, належить до зони недостатньої водності. Окрім цього, на Півдні України розташовано багато густонаселених пунктів, промислових об'єктів, сільськогосподарських земель, які потребують для своєї діяльності значної кількості води. Зазначимо також, що мінімальна витрата води є однією з основних гідрологічних характеристик, яку потрібно розраховувати при проектуванні, будівництві та експлуатації гідротехнічних споруд на річках. Отже, дослідження мінімального стоку річок завжди є актуальними. Особливого значення вони набувають в сучасний період, який характеризується підвищенням приземної температури повітря, наявністю посушливих років, а також прогнозованим зменшенням водності річок степової зони у майбутньому [1].

Для дослідження багаторічних просторово-часових тенденцій мінімального стоку води річок Півдня України використано гідролого-генетичний аналіз, методичні засади якого було обґрунтовано в роботі [2]. Отже, у роботі використано такі методи: сумарна крива, інтегральна крива відхилень, суміщені хронологічні графіки, методи порівняння, узагальнення. Сумарна крива дозволяє виконувати аналіз однорідності часових рядів. За цим методом графік накопичувальних величин гідрологічної характеристики за незмінних умов її формування наближається до вигляду прямої лінії, нахил якої щодо осі абсцис є постійним з часом коефіцієнтом. Зрозуміло, що відхилення гідрологічної характеристики від прямої лінії є індикатором змін в умовах її формування. Інтегральна крива відхилень дозволяє визначити стаціонарність рядів спостережень, а саме стійкість середнього значення гідрологічної характеристики з плином часу. Середнє значення часового ряду є стабільним при наявності, принаймні, одного повного циклу (багатоводна та маловодна фази) довготривалих коливань. Комбіновані графіки характеристик дозволяють визначити синхроні/асинхроні коливання на різних річках. У свою чергу, синхронні коливання вказують на однорідність умов формування стоку.

Дослідження виконано за даними спостережень 22 гідрологічних постів, які розташовано на притоках у нижній частині великих річок, а саме Південного Бугу та Дніпра, а також річок Причорноморської та Приазовської низовини, що впадають у Чорне та Азовське моря.

Гідрологічні пости, які розташовано в руслах рр. Південного Бугу та Дніпра у дослідженні не розглядались, оскільки їхній водний стік формується в інших природних зонах. Річки ж нижньої частини, зазвичай, суттєво не впливають на стік таких полізональних річок. Використано мінімальні середні витрати води за 30 діб холодного і теплого періодів року від початку спостережень по 2015 р. включно. Дані спостережень на гідрологічних постах, які мають значний антропогенний вплив, тобто наявність водосховищ, забір та скиди води тощо, у дослідженні не використовувались.

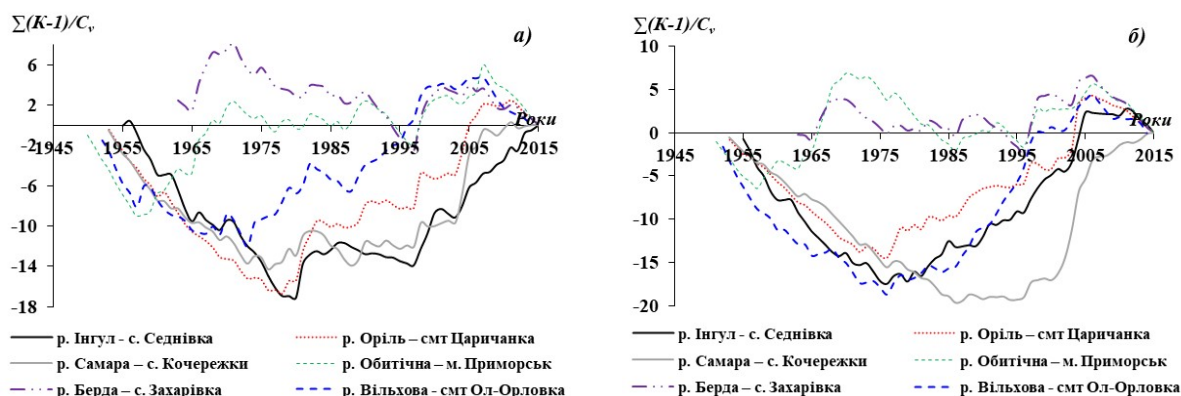


Рисунок 1. Деякі інтегральні криві відхилень мінімальних середніх витрат води за 30 діб холодного (а) і теплого (б) періодів року річок півдня України

Аналіз багаторічних тенденцій мінімальних середніх 30-ти добових витрат води річок Півдня України показав, що ряди спостережень можна віднести до квазіоднорідних та квазістаціонарних, що пояснюється наявністю в рядах тільки маловодної і багатоводної фаз циклічних коливань, їхньою значною тривалістю. Циклічні коливання мінімальних середніх 30-ти добових витрат води теплого і холодного періодів року річок Півдня України є синхронними, але коливання більшості річок Приазов'я є протифазними по відношенню до коливань інших річок. Починаючи з середини 70-х років минулого століття відбувся перехід від маловодної до багатоводної фази коливань, окрім річок Приазов'я.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Водні ресурси України XXI сторіччя за сценаріями змін клімату (RCP8.5 ТА RCP4.5). Український гідрометеорологічний журнал. 2016. № 17. С. 114-122. <https://doi.org/10.31481/uhmj.17.2016.13>
2. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок. Наук. праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С. 73-81.

РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕДНЬОРІЧНОГО СТОКУ ВОДИ ТА ЙОГО ВНУТРІШНЬОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ В БАСЕЙНІ РІЧКИ СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

**Горбачова Л.О., д-р геогр. наук, с.н.с., Христюк Б.Ф., канд. геогр. наук.,
Заболотня Т.О., канд. геогр. наук, Розлач В.О., канд. геогр. наук,
Приходькіна В.С., асп., Афтенюк О.О., асп., Липкань О.А.**

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Розрахункові характеристики водного стоку річок мають важливе значення для вирішення багатьох наукових та прикладних задач, зокрема, моделювання та прогнозування водного режиму річок, розробка розрахункових формул, будівництво і експлуатація гідротехнічних споруд, забезпечення потреб промисловості, комунального, сільського господарства, населення тощо.

Річка Сіверський Донець є одним із найважливіших водних об'єктів Східної України, який відіграє важливу роль як для різних водогосподарських структур, так і суспільства у цілому. У басейні річки Сіверський Донець розташовано велика кількість різноманітних підприємств, великих міст, тощо. Річкові води використовуються для забезпечення населення частково питною та технічною водою. Отже, дослідження просторово-часових тенденцій та оновлення розрахункових характеристик річного стоку р. Сіверський Донець є актуальним завданням. Особливо це важливо з огляду того на те, що прогнозується у майбутньому, в умовах більш теплого клімату, зменшення стоку цієї річки. Разом з цим, важливим аспектом є те, що розрахункові характеристики внутрішньорічного стоку води було визначено ще в середині 60-х років 20 століття. На жаль, з того часу оновлення цих характеристик не було виконано. Це призводить до того, що у сучасних оцінках внутрішньорічного стоку річки Сіверський Донець використовуються застарілі відомості. Зрозуміло, що така ситуація не сприяє отриманню ґрунтовних і достовірних розрахунків.

Аналіз однорідності і стаціонарності рядів спостережень середньорічного стоку води в басейні р. Сіверський Донець виконано за даними 32 гідрологічних постів за багаторічний період з початку спостережень по 2017 р. включно. Ряди спостережень середньорічного стоку води річок є однорідними в часі, оскільки їхні сумарні криві не мають суттєвих відхилень у напрямках, окрім річок зі значним антропогенним навантаженням. Часова мінливість середньорічного стоку води річок, які мають значний антропогенний вплив, усе ж таки зберігає природні тенденції, оскільки їхні довготривалі циклічні коливання добре узгоджуються з коливаннями стоку на інших постах спостережень, на яких відсутня господарська діяльність або вона є незначною. Ряди спостережень

середньорічного стоку води річок є стаціонарними, оскільки його багаторічні тенденції вказують на наявність у рядах спостережень повних циклів коливань як довго-, так і короткотривалих. Короткі ряди спостережень є квазістаціонарними, оскільки їхня тривалість є недостатньою для визначення фаз водності – маловодної та багатоводної.

Для більшості рядів спостережень середньорічного стоку води у басейні р. Сіверський Донець найкраща відповідність емпіричних точок і аналітичних кривих розподілу виходить методом найбільшої правдоподібності для кривої трипараметричного гамма-розподілу.

Виконане у роботі дослідження внутрішньорічного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Донця за різні фази водності показало, що залежно від фаз водності середньорічного стоку відбувається внутрішньорічний перерозподіл стоку води. В маловодну фазу водності по відношенню до багатоводної спостерігаються менші витрати води за період весняного водопілля і більші витрати води за період літньо-осінньої та зимової межени (приклад на рис. 1).

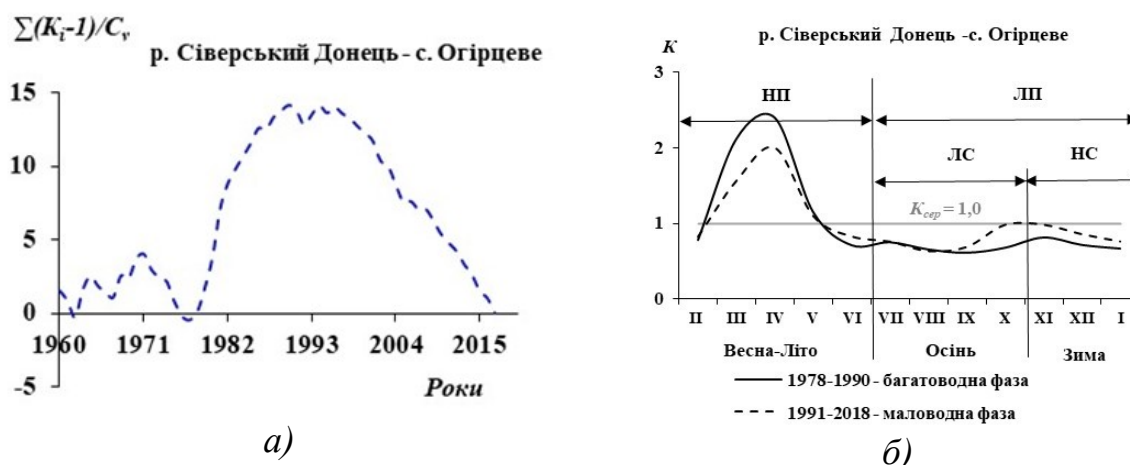


Рисунок 1. Інтегральна крива відхилень середньорічного стоку води (а) і гідрографи за водогосподарський рік у різні фази водності (б)

Розрахунки ймовірнісних характеристик внутрішньорічного розподілу стоку річок басейну р. Сіверський Донець виконано за сучасними даними, а саме з початку спостережень на гідрологічних постах по 2018 р. включно. Розрахунки виконано за методом компанування. Побудовано аналітичні криві для водогосподарського року, лімітуючого періоду, сезону та отримано розрахунковий внутрішньорічний розподіл стоку. Оскільки тривалість рядів спостережень перевищує більше 30 років розрахунки проводилися за п'ятьма градаціями водності і для стандартних квантилей кривих розподілу ймовірностей стоку (5%, 25%, 50%, 75% і 95%).

**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
НАПОВНЕННЯ СТАВКІВ І МАЛИХ ВОДОСХОВИЩ З
ВИКОРИСТАННЯМ АРХІВУ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ ТА ОНЛАЙН-
ІНСТРУМЕНТУ USGS LAND LOOK (НА ПРИКЛАДІ БАСЕЙНУ
РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК)**

Гриб О.М., к.геогр.н., доцент

Одеський державний екологічний університет

На сьогодні не існує достовірних даних про періодичність наповнення ставків і водосховищ на водозборах малих річок України, у т. ч. річки Великий Куяльник – притоки Куяльницького лиману, який відповідно до Закону України «Про оголошення природної території Куяльницького лиману Одеської області курортом державного значення» від 5 грудня 2018 р. № 2637-VIII (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2637-19#Text>) є державним курортом «Куяльник». Це призводить до зловживань під час використання цих штучних водойм, відтворення та охорони природних ресурсів водних екосистем р. В. Куяльник та Куяльницького лиману, до якого вона впадає, що призводить до їх інтенсивної деградації [1].

Метод, заснований на використанні даних дистанційного зондування Землі, є одним з найсучасніших методів гідрометеорологічних досліджень стану водних екосистем (у т. ч. малих річок) [2]. Його застосування є вкрай актуальним, якщо виконувати натурні обстеження складно і дорого. Тому, нижче, на прикладі штучних водойм у басейні р. В. Куяльник, описаний спосіб оцінки періодичності наповнення існуючих ставків і водосховищ з використанням космічних знімків радіометрів Landsat та Sentinel. Порядок дій, пов'язаний з визначенням наповнення штучних водойм за допомогою космічних знімків радіометрів Landsat та Sentinel, представлений нижче.

Спочатку запускається інструмент-переглядач USGS Land Look, який розроблений Геологічною службою США (United States Geological Survey) для забезпечення вільного доступу до перегляду і роботи з цифровими топографічними картами та архівом космічних знімків поверхні Землі, отриманих з супутників Landsat та Sentinel (для цього, насамперед, треба перейти за таким посиланням: <https://landlook.usgs.gov/>). Після натискаємо «*Start LandLook Viewer*», а далі обираємо «*Галерея базових карт*» для вибору потрібної цифрової карти, наприклад, цифрову топографічну карту «*OpenStreetMap*». Далі натискаємо «*Пошук*» для швидкого (попереднього) пошуку необхідного об'єкту. Вводимо назву населеного пункту, поблизу якого знаходиться водойма, що досліджується, наприклад, село Куяльник, Подільський район, Одеська область. Після відкриється цифрова карта, на якій можна побачити штучну водойму, її положення відносно населених пунктів, доріг та інших об'єктів тощо. Далі вводимо необхідні роки, місяці, дні початку та кінця потрібного періоду і натискаємо «*Show Images*» для подальшого просмотру архіву космічних знімків за цей період.

Після завантаження знімків, натискаючи стрілочки (справа або зліва) продивляємось і аналізуємо зображення водойм на супутникових знімках, які були зроблені в різні дати за цей період. Якщо водойма була з водою, то її колір на космічному знімку буде чорно-синій або темно-синій, тобто в цю дату і в цей рік дана водойма була наповнена водою.

Далі представлені узагальнені дані про наповнення 9 штучних водойм (7-х ставків та 2-х водосховищ) у басейні р. В. Куяльник за період з 1989 по 2020 рр., а саме: 3-х ставків – в руслі р. В. Куяльник; 3-х ставків – у басейні річки Суха Журівка; 1-го ставка та 1-го водосховища – у басейні річки Силівка; 1-го водосховища – у гирлі річки Кошкова.

Встановлено, що за 32 роки ставки, які досліджені в головному руслі р. В. Куяльник (поблизу с. Куяльник, смт Ширяєве, с. Яринославка) та в руслі р. Суха Журівка (північніше с. Суха Журівка), завжди були з водою.

Ставок в межах з с. Новоолександрівка, який розташований в руслі річки Суха Журівка, з досліджених 32 років лише 4 роки (1995, 2015, 2019, 2020 рр.), був сухим (без води), а інші 28 років – наповнювався водою.

Северинівське водосховище (поряд з с. Руська Слобідка), яке вже 27 років експлуатується в нижній частині р. Кошкова (починаючи з 1994 р.), 23 роки було з водою і лише 4 роки – без води (2010-2012 та 2020 рр.).

Найбільша кількість років, в які досліджені водойми були без води (сухі), визначена у басейні річки Силівка. Так, ставок в с. Анатолівка був наповнений водою 22 роки і майже третину дослідженого періоду був без води – 10 років, з яких 5 років були поспіль (з 2016 по 2020 рр.). Силівське водосховище, яке розташоване вище с. Силівка, було з водою лише 18 років, а майже половину дослідженого періоду було без води – 14 років, з яких 8 років – поспіль (з 2013 по 2020 рр.).

Отже, за допомогою онлайн інструменту USGS Land Look і архіву космічних знімків радіометрів Landsat та Sentinel за період 1989-2020 рр. визначені всі роки, в які ці штучні водойми у басейні р. В. Куяльник були наповнені водою або були сухими. Отримані дані можуть бути враховані під час обґрунтування рекомендацій щодо ліквідації «зайвих» штучних водойм для зменшення обсягів регулювання стоку згідно вимог статті 82 Водного Кодексу України (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. N. S. Loboda, O. M. Gryb. Hydroecological Problems of the Kuyalnyk Liman and Ways of Their Solution / Hydrobiological Journal. 2017. Volume 53. Issue 6. Pages 87-95.
2. Loboda N., Hryb O., Yarov Ya., Pylypiuk V., Balan A. Monitoring of coastal protective strips of the Velykyi Kuyalnyk River and recommendations for their state improvement in the future // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020», December 7-9, 2020, Lviv, Ukraine. P. 1-5.

**МОЖЛИВОСТІ ОЦІНКИ ТВЕРДОГО СТОКУ РІЧОК
ЛІСОСТЕПОВОЇ ТА СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ З
ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕРІАЛІВ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЇ
ЗЙОМКИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ**

Довганенко Д.О., Шерстюк Н.П., д-р геогр. наук, професор

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) стають все більш затребуваними в дослідженнях геосистем. В гідрологічних дослідженнях останнім часом особлива увага приділяється аналізу твердого та іонного стоку річок за допомогою методів ДЗЗ. Основний підхід, який використовується при вивченні цього питання, полягає в зіставленні даних режимних спостережень і показників відображення водних об'єктів з наступним виведенням регресійних залежностей. Такі залежності не є універсальними для всіх сенсорів зважаючи різного спектрального дозволу апаратів. Для побудови регресійних моделей використовують як один, так і кілька спектрів одночасно. Останній варіант досить складний в реалізації зважаючи на нестабільність відображення зважених наносів навіть в межах однієї сцени [1, 3]. Дослідження Лодхі М. А. [1] показують, що більш точні результати можна отримати при використанні ближнього інфрачервоного спектра, ніж спектрів з довжиною хвилі 400 і 700 nm. Крім того, значущим є порогове значення концентрації зважених речовин, після якої точність побудованих залежностей істотно знижується [1-3]. Згідно Парейри Ф. [2] ця межа становить 150 мг / л при використанні знімків сенсора MODIS і 100 мг / л – для знімків сенсора RapidEye. В якості основних причин вказуються низьке значення співвідношення «сигнал-шум» різних знімків. Рішенням проблеми, як показано в роботі Вакермана К. [3], є побудова залежностей для окремих градацій концентрацій зважених речовин. Рівень апроксимації, отриманих регресій, при цьому, становить 0,7 - 0,8. З результатів, згаданих досліджень, можна також підкреслити, що універсальних регресійних залежностей немає [1-3]. Такі моделі необхідно отримувати в індивідуальному порядку для кожного водного об'єкта (або групи об'єктів) окремо.

Для розробки регресійної моделі концентрації зважених речовин була обрана р. Десна. Дана річка є одним з великих лівих приток р. Дніпро (довжина 1130 км, площа басейну – 88900 км²). Це одна з нечисленних річок басейну р. Дніпро, стік яких зарегульований. Десна впадає в р. Дніпро в 4,5 км нижче Київської ГЕС. Живлення річки снігове. Повінь становить 61% від річного стоку. Річний шар стоку становить 127,2 мм при шарі стоку водопілля 77,5 мм. Найбільші значення каламутності припадають на весняний період. За результатами аналіз рядів даних по посту р. Десна – м. Чернігів за період з 1991 по 2018 рр. було з'ясовано, що річні максимуми каламутності в основному припадають на квітень.

Середні багаторічні значення каламутності становить $24,5 \text{ г / м}^3$. Виходячи з особливостей внутрішньорічного розподілу твердого та рідкого стоку, була складена база супутникових знімків. Для даного дослідження були використані супутникові знімки сенсорів Landsat 4 і 8 поколінь. з архівів Glovis було відібрано 20 знімків. Набір знімків охоплює проміжок в 28 років (з 1991 по 2018 роки).

Попередній аналіз спектральних кривих води в р. Десні, поблизу м Чернігів показав, що основні відмінності між водою з низьким і високим вмістом зважених часток полягають у підвищенні яскравості показників в спектрах від $0,485$ до $0,83 \text{ }\mu\text{m}$. На наступному етапі був проведений регресійний аналіз свідчень яскравості на сенсорі і мутністю води. В результаті чого було визначено, що більшою збіжністю володіє синій, короткохвильового інфрачервоний, ближній інфрачервоний і термальний спектри. Регресійні залежності будувалися по характеристиці каламутності води, а не за видатками зважених і донних наносів оскільки рівень апроксимації за всім спектром не перевищував $0,3$. Також низький рівень кореляції ($r = 0,21-0,29$) був відзначений при зіставленні показань каламутності і яскравості на сенсорі за травень і червень. В даному випадку ситуація пояснюється зниженням кількості зважених наносів по відношенню до донних в період спаду повені. В результаті чого яскравості показники води знижуються.

Виходячи з цього, можна стверджувати, що отримані результати в цілому не суперечать вищезазначеним дослідженням. В даному випадку винятком є залежність між синім спектром і каламутністю. Для сенсорів Landsat найбільш вдалим є або червоний спектр, або співвідношення червоного і ближнього інфрачервоного спектрів. Отримані регресійні моделі потребують уточнення з огляду на те, що в дослідженні були задіяні тільки знімки Landsat 4-5.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M.A. Lodhi, D.C. Rundquist, L. Han, M.S. Kuzila Estimation of suspended sediment concentration in water using integrated surface reflectance Geocarto Int., 13 (2) (1998), pp. 11-15, 10.1080/10106049809354637
2. F. J. S. Pareira, Costa, C. A. G., Foerster, S., Brosinsky, A., & de Araujo, J. C. (2019). Estimation of suspended sediment concentration in an intermittent river using 441 multi-temporal high-resolution satellite imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 79, 153-161. doi:10.1016/j.jag.2019.02.009
3. C. Wackerman, A. Hayden, J. Jonik Deriving spatial and temporal context for point measurements of suspended sediment concentration using remote-sensing imagery in the Mekong Delta Cont. Shelf Res., 147 (2017), pp. 231-245, 10.1016/j.csr.2017.08.007

**МЕТОДИКА ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ
ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ
НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ ТА РІЧОК
ПРИЧОРНОМОР'Я**

Докус А.О., канд. геогр. наук, Шакірзанова Ж.Р., д-р геогр. наук, проф.

Одеський державний екологічний університет

На річках басейну Південного Бугу та річках Причорномор'я весняне водопілля є характерною фазою їх водного режиму. Виконаний аналіз територій можливого підтоплення на розглядуваних басейнах, за даними автоматизованої системи АРМ-гідро Українського Гідрометцентру ДСНС України (УкрГМЦ) показав, що в окремі роки (1931, 1932, 1956, 1967, 1969, 1979, 1980, 1985, 1996, 2003) в різних частинах басейну р. Південний Буг спостерігалися максимальні рівні води весняного водопілля, які досягали позначок – небезпечні явища (НЯ) та стихійні гідрометеорологічні явища (СГЯ) і спричиняли значні економічні і матеріальні збитки: затоплення будинків, заводів, мостів, автодоріг, зупинку роботи ГЕС та ін.

З метою попередження проходження екстремальних весняних водопіль авторами виконано розробку, оцінку та реалізацію регіональної методики довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля в басейні річки Південний Буг та деяких річок Причорномор'я – шарів стоку та максимальних витрат води. Розробка методики виконана по 14 опорних гідрологічних постах, які рівномірно розташовані по території басейну р. Південний Буг та південно-західного Причорномор'я (рр. Великий Куяльник та Тилігул). Для розробки методики було прийнято 50-ти річний період спостережень – з 1966 р. по 2015 р. Розрахунковий період обумовлений наявністю спільних надійних спостережень за стоковими характеристиками, метеорологічними та агрометеорологічними чинниками весняного водопілля. Перевірку ефективності методики довгострокових прогнозів здійснено на даних незалежних періоду 2016-2020 рр.

В основу розробки методики довгострокового прогнозу характеристик весняного водопілля (шарів стоку та максимальних витрат води) в басейнах р. Південний Буг та річок Причорномор'я покладені регіональні залежності цих характеристик від їх метеорологічних чинників (у вигляді модульних коефіцієнтів) для опорних створів басейнів. Реалізація прогностичної методики здійснювалася при використанні методів математичної статистики – факторного аналізу при районуванні території за визначеними основними стокоформуючими чинниками весняного водопілля та дискримінантного аналізу при класифікації водопіль і виділенні типу їх водності (високої, середньої та низької) [1].

Варто відмітити, що методика довгострокового прогнозування характеристик стоку весняного водопілля дає змогу визначення не тільки кількісних характеристик стоку, а й встановлення ймовірнісних величин їх настання у багаторічному періоді, що стає найбільш актуальною задачею при прогнозуванні весняних водопіль рідкісної ймовірності перевищення та виникненні ризику підтоплення територій.

Перевагою регіональної методики довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг є представлення прогнозних величин не лише в табличному вигляді, а й у картографічній формі представлення прогнозних величин (у вигляді картосхем ізоліній цих величин). Такі картосхеми дають можливість одночасно характеризувати досить велику і неоднорідну за фізико-географічними характеристиками територію, оцінюючи зони підвищеного весняного стоку в поточному році та визначати частоту повторюваності очікуваних шарів весняного стоку та максимальних витрат води в багаторічному періоді для річок різних за площею та географічним положенням водозборів, включаючи не вивчені в гідрологічному відношенні.

Авторами здійснена оцінка якості та ефективності методики за гідрометеорологічними даними 12 опорних річкових постів басейну р. Південний Буг та двох опорних річкових постів басейну річок між Дністром та Південним Бугом. Для річок досліджуваної території критерій якості методики S/σ для шарів стоку весняного водопілля змінюється від 0,20 до 0,59 зі справджуваністю перевірних прогнозів P , % в межах від 76 до 100 %. Для максимальних витрат води весняного водопілля критерій якості методики S/σ змінюється від 0,27 до 0,60 зі справджуваністю перевірних прогнозів P , % в межах від 80 до 98 %. Виходячи з одержаної оцінки ефективності методики довгострокових прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля в басейнах р. Південний Буг та річках Причорномор'я, розроблена методика переважно відноситься до категорії «добра» та у деяких випадках – «задовільна». Оцінка якості запропонованої прогнозної методики на даних незалежних періоду 2016-2020 рр. показала, що вона є практично придатною для використання при випуску оперативних прогнозів в діяльності регіонального Гідрометцентру (ГМЦ ЧАМ, м. Одеса) та інших гідропрогностичних установах. Методика довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг реалізована у вигляді створеного алгоритму та розробленого програмного прогностичного комплексу «Південний Буг», який дозволяє автоматизувати та прискорити процес випуску прогнозу весняного водопілля [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРИ

1. Докус А.О., Шакірзанова Ж.Р. Особливості методики довгострокового прогнозування характеристик весняного водопілля рівнинних річок в різних фізико-географічних зонах. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Геологічне, гідрологічне та біологічне різноманіття Полісся». Рівне, 2019. С. 145-149.
2. Shatokhin V.S., Dokus A.A., Shuptar N.I. Development of the software complex for the ensemble forecasting of the spring river flood in the basin of the Yuzhny Bug river. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених «Теоретичні та прикладні аспекти застосування інформаційних технологій в галузі природничих наук». Одеса: ОДЕКУ, ТЕС, 2018. С. 53-57.

МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩ

Дубняк С.С., к.геогр.н., доцент

Інститут гідробіології НАН України

Як показали наші дослідження на дніпровських водосховищах [1], дуже важливу роль у функціонуванні і розвитку їх екосистем відіграють гідроморфологічні фактори, які згідно імplementованої Україною ВРД ЄС є елементом оцінки екологічного потенціалу водосховища як істотно зміненого водного об'єкта.

Аналіз морфологічних, гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних особливостей водосховищ показує, що вони є принципово іншим типом водного об'єкту, ніж річки та озера. Структура і спрямованість розвитку абіотичних умов і факторів у водосховищах просторово мінлива і неоднорідна, що визначає мінливість основних біологічних компонентів. Особливості затопленого рельєфу річкової долини, морфологічні і морфометричні параметри водосховищ та окремих їх частин обумовлюють: неоднорідні по акваторії системи транзитно-циркуляційних течій; умови розвитку вітрового хвилювання; формування берегів і ложа водосховищ; седиментаційні процеси; формування і переміщення водних мас.

Водосховище відрізняється від річки чи озера тим, що його утворення і розвиток відбуваються не еволюційним шляхом, а стрибкоподібно. Провідне значення для формування водних екосистем на початковому етапі належить вихідному рельєфу і геологічній будові русла і заплави річки, розташуванню новостворених загального і місцевих базисів ерозії. Загальне підвищення базису ерозії (рівня води у водосховищі) викликає вирівнювання (пенепленізацію) рельєфу шляхом розмиву підвищень і уступів та занесення западин і понижень. Такий же генеральний напрямок розвитку берегових екотонів – вирівнювання рельєфу в зоні взаємовпливу суші і води. Процеси пенепленізації відрізняються в річковій і озероподібній частинах водосховища та в берегових екотонах. Все це позначається на сукцесіях біоти і повинно враховуватися при дослідженні структурно-функціональних особливостей екосистем водосховищ шляхом їх районування, типізації, зонування.

Вплив затопленого рельєфу і геологічної будови на стан екосистем водосховищ з часом затухає, що обумовлює нестаціонарність їх розвитку і визначає поділ історії цього процесу на окремі етапи (періоди) розвитку ложа, берегової лінії, зони мілководь, зон підтоплення і ерозійної активності, які синхронно проявляються в сукцесіях біоти.

Еволюція озер і річок, спрямована на досягнення динамічної рівноваги між різними факторами, відбувається поступово, протягом значних часових інтервалів. На водосховищах такі стабілізаційні зміни відбуваються

протягом порівняно коротких проміжків часу – десятки років, тому і прогнози цих змін не варто виносити за межі часу розрахункової експлуатації водосховища. Спроби використати стрибкоподібні зміни компонентів водосховищ як аналоги для вивчення початкових стадій еволюції озер чи річок, як і навпаки – давати прогнози розвитку водосховищ на основі аналізу стану річок і озер, на нашу думку, є безпідставними, оскільки це різні об'єкти з відмінною історією розвитку.

Аналіз гідроморфологічних особливостей дніпровських водосховищ показує, що у них в цілому немає природних аналогів, але окремі їх частини можна розглядати як аналоги інших водних екосистем з різним ступенем подібності. Цього потребують і сформульовані у ВРД ЕС підходи щодо встановлення референційних умов для істотно змінених масивів поверхневих вод. Так озероподібну частину водосховищ можна співставляти з озерними екосистемами, враховуючи відмінності в генезисі і сучасному стані цих водойм, гідроморфологічних особливостях ложа і берегів, режимі рівнів води і течій, компонентах зовнішнього і внутрішнього водообміну, сукцесіях біоти і етапах формування абіотичних умов та екосистем в цілому. Верхні річкові частини водосховищ допустимо порівнювати з ділянками річок, на яких створене водосховище, але і в цьому випадку при подібності гідроморфологічних особливостей, є корінні відмінності у гідродинамічних (режим рівнів, течій, переміщення водних мас, водообмін тощо) і гідробіологічних процесах. Для перехідної (між річковою і озероподібною частинами) зони мілководь водосховищ, де інтенсивно відбуваються процеси заростання вищою водною рослинністю, замулення і заболочування та фактично проходить відновлення (регенерація) затопленої заплави, аналогом можуть виступати дельти великих річок, і, в першу чергу, дельта Дніпра перед Дніпро-Бузьким лиманом. Але значне прискорення процесів дельтоутворення, особливо на Київському водосховищі, свідчить про певні відмінності від справжньої дельти, формування якої відбувається еволюційним шляхом.

Отже, гідроморфологічні особливості дніпровських водосховищ визначаються їх стрибкоподібним утворенням, нестаціонарністю процесів формування їх екосистем, визначальним впливом на формування екосистем вихідної геологічної будови і рельєфу затопленої річкової долини, гідрологічними умовами та гідродинамікою вод. Врахування цих особливостей при поділі водосховищ на окремі масиви поверхневих вод і встановлення аналогів для окремих частин водосховищ – необхідні передумови оцінки їх екологічного потенціалу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубняк С.С. Методологічні основи еколого-гідроморфологічного аналізу екосистем великих рівнинних водосховищ. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2010. Т. 1(18). С. 30-41.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ПРИП'ЯТІ ВІД ВИТОКІВ ДО УКРАЇНСЬКО-БІЛОРУСЬКОГО КОРДОНУ

Забокрицька М.Р., Нетробчук І.М., к.геогр.н., доцент,
Никонюк У.С., ст. 3 курсу

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Метою дослідження була оцінка якості річкових вод верхів'я р. Прип'ять в Україні за двома методиками екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями та виявлення ефективності цих методик (методика-1998 та методика-2012).

Екологічна оцінка якості води виконана на відрізку річки Прип'ять від витоків у Волинській області до українсько-білоруського кордону за середньорічними значеннями блокових та інтегрального індексів (за даними 2013-2019 рр.) Результати розрахунків подано на рис. 1.

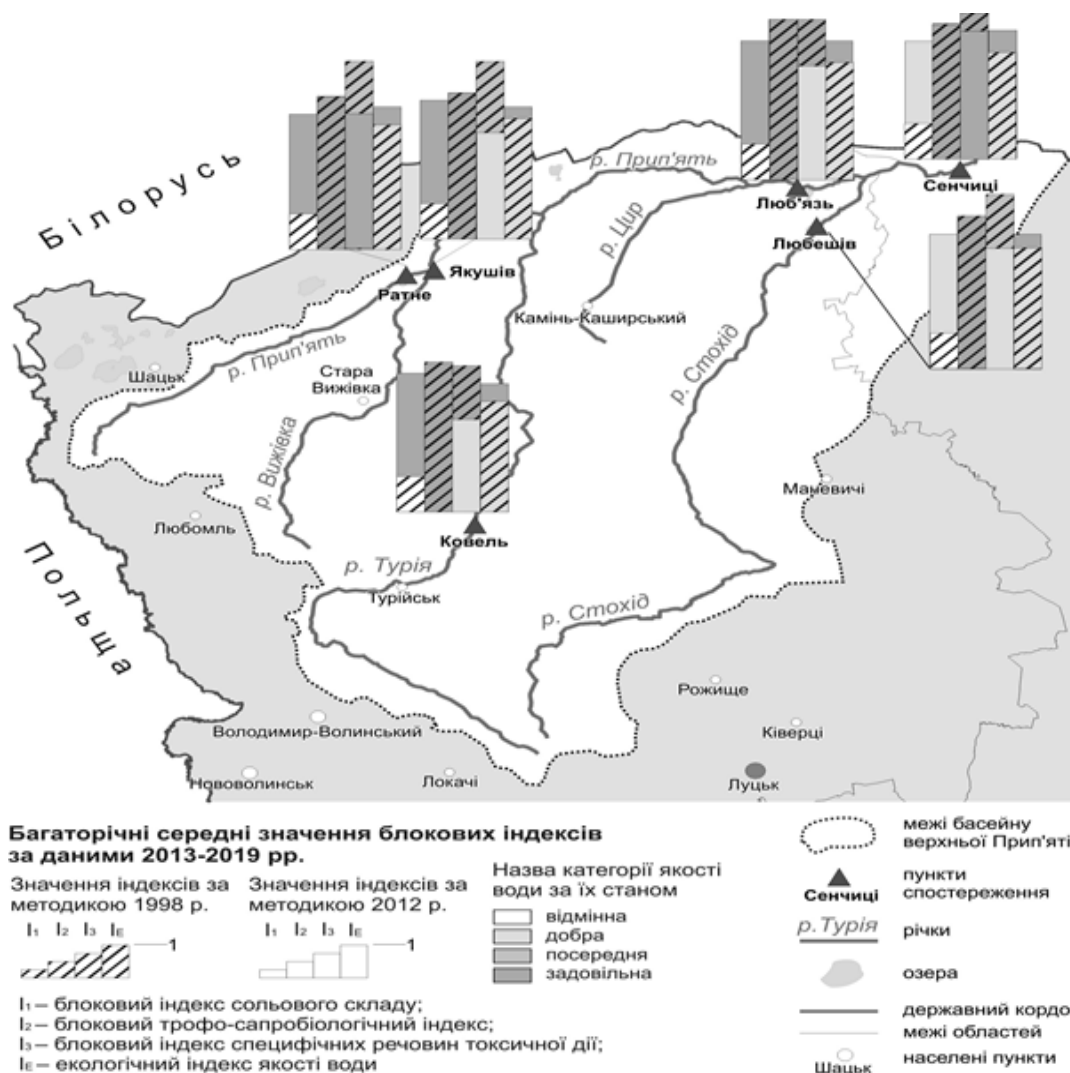


Рисунок 1. Картошхема оцінки якості води верхів'я р. Прип'ять (2013-2019 рр.) у Волинській області (Україна) за (методика-1998 та методика-2012)

На заході Волинської області проходить частина головного європейського вододілу, який розділяє поверхневий стік між Балтійським і Чорним морем. На східних схилах цього вододілу бере початок річка Прип'ять, найбільша права притока Дніпра (басейн Чорного моря). Згідно гідрографічного районування території України 2016 р., річка Прип'ять виділяється як окремий суббасейн в районі басейну Дніпра. Природною особливістю суббасейну Прип'яті є те, що його верхів'я розташовано на території Волинської області в Україні. На цій території розташовано понад 160 озер. Тут починається формування хімічного складу річкової води, основні риси якого зберігаються протягом всієї довжини річки.

Виконане дослідження показало, що за середньорічними показниками сольового складу (I_1), отриманими за двома методиками, якість води верхів'я Прип'яті, в основному, відповідала 1-й, 4-й категоріям I, III класів якості води («відмінні», «задовільні» за станом та «дуже чисті», «слабко забруднені» за ступенем забрудненості).

Потрібно зазначити, що у методиці-2012 р. в компонентній структурі сольового складу води (I_1) виділено гідрохімічні області. Тому згідно картосхеми районування території України за мінералізацією води (методика-2012), верхів'я р. Прип'ять належить до гідрохімічної області – Південного й Східного Полісся. Так, середні багаторічні значення мінералізації води для верхів'я р. Прип'ять становила 275 мг/дм³, що відповідає 2-ій категорії II класу якості вод («дуже добрі» за станом, «чисті» за ступенем забрудненості).

За трофо-сапробіологічними (I_2), показниками якості води верхів'я Прип'яті відповідала 4-й категорії III класу якості води («задовільні» за станом та «слабко забруднені» за ступенем забрудненості). За показниками специфічних речовин води токсичної дії (I_3) якість води верхів'я Прип'яті відповідала – 3-й, 5-й категоріям II, III класів якості води («добрі», «посередні» за станом та «досить чисті», «помірно забруднені» за ступенем забрудненості).

За середньорічними значеннями інтегральних екологічних індексів (I_E), що отримані за двома методиками, якість води верхів'я Прип'яті характеризувалася 3-ю, 4-ю категоріями II, III класів якості води («добрі», «задовільні» за станом та «досить чисті», «слабко забруднені» за ступенем забрудненості).

Отже, результати виконаної екологічної оцінки якості води верхів'я р. Прип'ять за двома методиками, показали, що вимоги (методики-2012) є більш високими до показників саме сольового складу води. За цією методикою якість води характеризувалася гіршим класом (III) порівняно з (методика-1998), за якою якість води відповідала I класу. Таким чином, у (методики-2012) закладено більш жорсткі вимоги при проведенні екологічної оцінки якості річкових вод, що може зробити її більш дієвим механізмом в галузі охорони вод.

РОЗДІЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ФАКТИЧНИХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ПОКАЗНИКІВ ХІМІЧНОГО СТАНУ ВОДИ НА СКЛАДОВІ: ФОНОВІ, АНТРОПОГЕННІ ТА ОБУМОВЛЕНІ ЗМІНАМИ КЛІМАТУ

Ковальчук Л. А., к.г.н., Осадча Н. М., д.г.н., Осадчий В. І., д.г.н.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Імплементация норм Водної Рамкової Директиви ЄС у Водний Кодекс України ознаменувала перехід від санітарно-гігієнічного до екологічного принципу управління водними ресурсами. Відмінний екологічний стан відповідає референтним умовам біологічних угруповань, коли показники хімічного складу води знаходиться у межах фонових концентрацій.

Існуючі методи визначення фонових концентрацій показали низьку їх достовірність, що не задовольняє практичні цілі. Нами було започатковано новий підхід до оцінки фонових концентрацій на основі теорії випадкових процесів та теорії згортки [1]. Спочатку було опрацьовано алгоритм розділення значень фактичних концентрацій компонент на природну і антропогенну складову, верифікація якого методом "сліпої проби" на 10 серіях по 365 значень нітрогену амонійного показала його 90%-ну ефективність [2]. Але постала нова проблема: кліматичні зміни та їх вплив на хімічний стан водних масивів. Наше відправне посилання полягає в тому, що кожне фактичне значення концентрації хімічного компоненту (Y) є сумою трьох складових: концентрації антропогенного походження (X_2); концентрації, обумовленої змінами клімату (X_3); концентрації, властивої природним умовам (X_4). Очевидно, що сума ($X_3 + X_4$) в умовах кліматичних змін характеризує загальну фонову концентрацію. В такому разі, були сформульовані дві статистичні гіпотези, які формально представлені до розрахунків двома рівняннями згортки:

$$p_Y(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_{X_2}(y-x_1) p_{X_1}(x_1) dx, \quad (1)$$

$$p_{X_1}(x_1) = \int_{-\infty}^{+\infty} p_{X_3}(x_1-x_4) p_{X_4}(x_4) dx, \quad (2)$$

де $p_Y(y)$ – щільність ймовірності фактичних концентрацій компоненту; $p_{X_1}(x_1)$ – щільність ймовірності концентрацій природного фону (референтний стан + кліматичні зміни); $p_{X_2}(y-x_1)$ – щільність ймовірності концентрацій антропогенного походження; $p_{X_3}(x_1-x_4)$ – щільність ймовірності концентрацій, обумовлених кліматичними змінами; $p_{X_4}(x_4)$ – щільність ймовірності концентрацій референтного стану (кліматичної

норми). Щільності ймовірностей (закони статистичних розподілів) концентрацій хімічних компонент були ідентифіковані завдяки трьох параметричній моделі Gaussian 1. З допомогою інтеграла ймовірностей розраховувалися миттєві ймовірності концентрацій складових, сортованих по наростаючій. Розділення фактичних концентрацій на складові виконувалося враховуючи, що миттєва величина концентрації пропорційна її миттєвій ймовірності, згідно третьої (III) та четвертої (IV) аксіоми А.Н. Колмогорова.

Таблиця 1. Параметри складових статистичного розподілу нітрогену амонійного (N-NH₄, мг/дм³) для річки Дністер у пункті спостережень, що на 1 км вище міста Могилів-Подільський

Періоди оцінювання	Фактичний фон (природний фон + кліматичні зміни)	Природний фон (референтний стан, кліматична норма)	Антропоген	Кліматичні зміни
1990-1999	0,60 ± 0,07	0,24 ± 0,02	0,04 ± 0,03	0,36 ± 0,07
2000-2004	0,29 ± 0,03	0,24 ± 0,02	0,08 ± 0,05	0,05 ± 0,02
2005-2009	0,33 ± 0,04	0,24 ± 0,02	0,12 ± 0,07	0,10 ± 0,03
2010-2015	0,41 ± 0,03	0,24 ± 0,02	0,15 ± 0,08	0,17 ± 0,02

Встановлено (табл.1):

а) протягом 1990-1999 рр. не спостерігалось суттєвого впливу антропогенного чинника, тоді як з 2005 р. до 2015 р. його роль посилилась, що для нітрогену амонійного обумовлено, передусім, надходженням комунальних стічних вод;

б) кліматичні зміни значно проявлялися на протязі першого десятиліття досліджень і були спів розмірні з антропогенним впливом в подальшому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. Москва: Мир, 1989. 540 с.

2. Осадчий В.И., Ковальчук Л.А. Теоретические основы вероятностно-статистического разделения величины показателей химического состава водных объектов на природную и антропогенную составляющие. Доповіді Національної академії наук України, 2013, № 4. С. 97-103.

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ДЕЛЬТИ ДУНАЮ

Корнілов М.В., Морозов В.М., канд. геогр. наук

Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія

В рамках “Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом” Україна взяла на себе обов’язок щодо імплементації басейнових принципів управління водними ресурсами що які викладені, зокрема, в Водній рамковій директиві ЄС (Директива 2000/60/ЄС Європейського парламенту та Ради). Для впровадження цих принципів в українське законодавство 04.10.2016 року був прийнятий Закон України “Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом”. Постановою Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. №758 був затверджений “Порядок здійснення державного моніторингу вод” [1], який визначає основні вимоги до організації моніторингу, впровадження його нових видів, взаємодії центральних органів виконавчої влади у процесі його здійснення та забезпечення органів державної влади і органів місцевого самоврядування інформацією для прийняття рішень щодо стану вод. Таким чином в програмі діяльності Гідрометслужби України з’явився новий вид работ, - моніторинг гідроморфологічних показників.

Базуючись на основних вимогах керівних стандартів з визначення ступеню зміни гідроморфології річок, які використовують країни ЄС, фахівцями Українського гідрометеорологічного інституту були розроблені методичні рекомендації [2]. Відповідно до них моніторинг включає в себе, зокрема, визначення референційних умов для масивів поверхневих вод та зміни гідроморфологічних характеристик що відбулись як наслідок антропогенного впливу.

Гідроморфологічні дослідження складаються з допольової (камеральної) роботи, аналізу наявних даних, польових обстежень і оцінювання на основі всіх отриманих даних. Джерелами даних для гідроморфологічного оцінювання слугують картографічні матеріали, - історичні і топографічні карти, шари баз даних геоінформаційних систем, матеріали супутникової та аерофотозйомок, тощо. Польові обстеження мають на меті уточнення попередньо зібраних даних та отримання інформації про сучасний стан ділянок обстеження.

Під час проведення фахівцями Дунайської ГМО підготовчої роботи з встановлення референційних умов, визначення ділянок обстеження і збору картографічних матеріалів виявилось, що наявні топографічні карти створені на основі зйомок, проведених в кращому випадку на початку 1990-х років, а супутникові знімки через недостатню роздільну здатність та/або значні масиви прибережної рослинності не завжди дозволяють отримати актуальні дані, зокрема, щодо ширини річки та, особливо, характеристик заплави.

Методичними рекомендаціями пропонується використовувати безпілотний літальний апарат (БЛА) для “оцінювання та фотографування важкодоступних місць та значної території заплави”, проте можливості сучасних БЛА навіть любительського класу дозволяють не тільки отримати фото для ілюстрацій та суб’єктивного оцінювання а й провести повноцінну аерофотозйомку з виготовленням ортофотопланів і їх експортом в геоінформаційні системи для подальшої роботи, - визначення лінійних розмірів руслу, площ заплави, протяжність захисних споруд тощо. Дунайська ГМО для проведення гідроморфологічних досліджень використовує безпілотний літальний апарат DJI Mavic 2 Zoom з мобільним застосунком Pix4D Capture, що дозволяє знімати серії фото для створення ортофотопланів (рис. 1.).

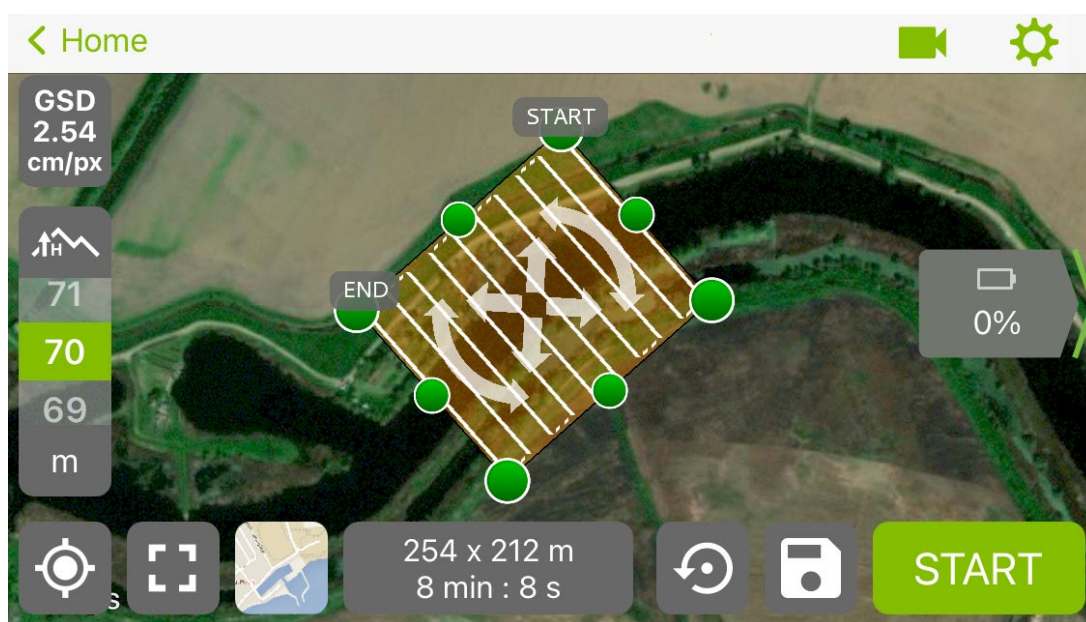


Рисунок 1. Зйомка ділянки обстеження масиву поверхневих вод в дельті Дунаю.

Обробка, а саме трансформація і прив’язка фото, створення ортофотопланів та їх експорт виконуються за допомогою проекту Open Drone Map, - онлайн-версією WebODM для невеликих ділянок і локальною збіркою ODM для більш об’ємних обчислень. Результати у вигляді GeoTIFF експортуються до відкритої геоінформаційної системи QGIS або GoogleEarth, можливостей якого достатньо для більшості задач з визначення лінійних розмірів чи площ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 р. №758 “Про затвердження порядку здійснення державного моніторингу вод”.
2. Методичні рекомендації з гідроморфологічного моніторингу поверхневих вод категорії “річки”. Український гідрометеорологічний інститут. Київ, 2019, - 75 с.

НОРМУВАННЯ МЕЖЕННОГО СТОКУ НА РІЧКАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Кущенко Л.В., здобувач кафедри гідрології суші

Овчарук В.А, д-р георг. наук, доцент

Одеський державний екологічний університет

Територія Півдня України повністю знаходиться в зоні недостатньої водності, де величина випаровування за рік у сукупності з інфільтрацією в середньому за багаторічний період перевищує кількість атмосферних опадів. Недостатність водних ресурсів особливо відчувається в період меженого стоку, коли живлення річок відбувається лише за рахунок підземних вод. Враховуючи той факт, що більшість річок розглядуваної території відносяться до категорії малих та середніх, а отже дренують лише верхній водоносний горизонт, або не дренують жодного, влітку більшість з них пересихає. Така ситуація створює проблеми з водопостачанням більшості населених пунктів, окрім крупних міст, які використовують стік Дунаю, Дністра, або Дніпра. В останні роки, внаслідок змін клімату що відбуваються, спостерігається внутрішньорічний перерозподіл водних ресурсів – зменшується стік весняного водопілля, за рахунок чого підвищується межений стік.

Основним нормативним документом, який регламентує визначення основних гідрологічних характеристик річок при проектуванні та інженерних розрахунках, залишається й на даний час СНіП 2.01.14-83. Аналізуючи нормативні рекомендації СНіП 2.01.14-83, слід відзначити, що матеріали на яких виконані дослідження в цьому документі обмежуються 1976 р. Таким чином, період тривалістю більше 40 років на даний час в цих рекомендаціях не врахований, і отже не враховані сучасні тенденції в часових рядах мінімального стоку, які суттєво відрізняються від кінця 1980-х років минулого сторіччя.

На теперішній час низкою українських вчених виконані регіональні дослідження умов формування та територіального розподілу характеристик річок у період меженого стоку. Тем не менш для зони недостатньої водності, де зміни в умовах формування мінімального стоку найбільші, єдиної сучасної методики визначення мінімального стоку річок в різні періоди року та з урахуванням впливу змін клімату не існує. Отже розробка нових та удосконалення існуючих методів для визначення мінімального стоку річок Півдня України є нагальною задачею в галузі гідрологічних розрахунків.

Авторами даного дослідження для аналізу характеристик мінімального стоку на Півдні України використана гідрометеорологічна багаторічна інформація про мінімальні 30-добові витрати води у період відкритого русла та зимовий період зі стійким льодовим покривом.

СУЧАСНІ НАУКОВІ ДОСЯГНЕННЯ ОДЕСЬКОЇ ШКОЛИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОЛОГІЇ

Лобода Н.С., д-р георг. наук, професор
Овчарук В.А., д-р георг. наук, доцент
Шакірманова Ж.Р., д-р георг. наук, професор

Одеський державний екологічний університет

Одеська науково-дослідна школа теоретичної та прикладної гідрології існує більш ніж півстоліття і є визнаною як в Україні, так і за кордоном. Фундаторами школи є доктор технічних наук, професор Анатолій Миколайович Бефані та доктор географічних наук, професор, Академік наук вищої школи України Євген Дмитрович Гопченко. На теперішній час розвиток наукової школи здійснюється під керівництвом доктора географічних наук, професора Наталії Степанівни Лободи.

Послідовниками А.М. Бефані, які продовжили та розвинули його дослідження, були д-р геогр.наук, проф. Гопченко Є.Д. (проректор ОДЕКУ з наукової та науково-методичної роботи, зав.каф. гідрології суші з 1987 по 2017рр.); д-р геогр.наук, проф. А.Г. Іваненко (зав.каф. гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ з 1972 по 2008рр.), д-р геогр.наук, проф. Н.Ф. Бефані; канд. геогр. наук Є.В.Терентьев, зав. каф. гідрологічного моделювання та гідрологічних прогнозів, ректор ОДЕКУ з 1970 по 1993 роки; д.геогр.н., проф. О.М. Мельничук (інститут екології та географії АН республіка Молдова), д-р геогр.наук, проф. Світлічний О.О. (Одеський Національний університет імені І.І.Мечникова) та інші.

Під керівництвом Бефані А.М., Гопченка Є.Д., Іваненка А.Г. в ОДЕКУ була створена потужна наукова школа гідрології, яка підготувала значну кількість фахівців високого рівня, які працюють й дотепер у межах усього колишнього СРСР, а також усього світу, включаючи такі країни як Польща, Туніс, Алжир, Куба, В'єтнам, Китай, Монголія та багато інших. У теперішній час провідними фахівцями школи є Лобода Н.С. (зав.каф. гідроекології та водних досліджень з 2009 р., керівник школи), Шакірманова Ж.Р. (зав.каф.гідрології суші з 2017 р.), Овчарук В.А. (Директор гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ з 2012р.). Головні напрями їх наукових досліджень: водні ресурси та гідроекологічний стан водних об'єктів в умовах антропогенної діяльності з урахуванням кліматичних змін (Лобода Н.С.); територіальні довгострокові прогнози характеристик весняного водопілля (Шакірманова Ж.Р.); гідрологічні розрахунки максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль в умовах змін глобального клімату (Овчарук В.А.).

Основні сучасні досягнення університетської наукової гідрологічної школи за останні 5 років (2017-2021 рр.) на кафедрах гідрології суші та гідроекології і водних досліджень:

- опубліковано 15 монографічних видань (розділів монографій); 1 підручник; 7 навчальних посібників, один з них англійською мовою;
- успішно завершено 11 науково-дослідних робіт;
- отримано 12 авторських свідоцтв.

За останні 5 років прийнята участь у конкурсах на отримання фінансування для виконання НДР з держбюджету та інших джерел фінансування: за грантовими програмами загальною кількістю 24, з них на конкурс проектів наукових робіт за наказами МОН України – 4; на конкурс проектів наукових робіт та науково-технічних розробок молодих вчених (наказ МОН України) – 3; на конкурс спільних міжнародних проектів – 15; на конкурс, організований Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації – 5; на конкурс Державного фонду фундаментальних та Національного фонду досліджень України - 2 та інше.

За цей період представниками школи отримано 8 почесних грамот і подяк, захищено 1 докторську дисертацію, 4 кандидатських дисертацій і 1 дисертацію доктора філософії.

Загальна кількість опублікованих статей Наукової школи за останні 5 років становить 91. З них статті, які індексуються в наукометричних базах даних Scopus та/або Web of Science - 14, у зарубіжних наукових періодичних виданнях країн Організації економічного співробітництва та розвитку – 7, у фахових наукових періодичних виданнях України – 70. Практичне використання отриманих наукових результатів підтверджується 16 актами впровадження в виробничу діяльність профільних підприємств.

Найбільш вагомими результатами за останні 5 років, які отримані в науково-дослідній роботі є:

- розробка теоретичних положень і реалізація моделей в галузі гідрологічних розрахунків максимального стоку паводків та весняних водопіль у різних природних зонах та сучасних кліматичних умовах;
- розробка і практична реалізація (у вигляді програмних прогностичних комплексів) методу територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля для деяких річок України;
- розробки моделей водно-сольового режиму водойм в умовах змін клімату для потреб водного господарства України;
- розробка теоретичних положень і реалізація математичних моделей в галузі гідрологічних розрахунків річного стоку річок у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах у сучасності та кліматичними сценаріями;
- розробка теоретичних та методичних підходів щодо оцінок наслідків антропогенного впливу на гідроекологічний стан водних об'єктів у сучасних та майбутніх (сценарних) кліматичних умовах, визначення ризиків його погіршення та розроблення рекомендацій щодо оптимізації управління водними ресурсами.

ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВОДНЕ ГОСПОДАРСТВО

Лобода Н. С., д.геогр.н., проф.

Одеський державний екологічний університет

Підписання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом (ЄС) і його державами-членами, з іншої сторони, яке відбулося у 2014 році, відкрило нові можливості розвитку нашої країни у різних сферах суспільного життя, включаючи сферу охорони довкілля. Розроблені директиви і регламенти встановлюють загальні правила та стандарти, які повинні увійти до внутрішньодержавного права. На відміну від сучасного природоохоронного законодавства України, яке у багатьох аспектах є декларативним, джерела права ЄС визначають кількісні та якісні показники, яких треба досягти Україні протягом визначеного періоду часу. До сектору “якість води та управління водними ресурсами, включаючи морське середовище” входить 6 Директив: Водна Рамкова (ВРД), Повенева, Про морську стратегію, Про міські стічні води, Про питну воду, Нітратна. Директиви ЄС визначили “Національну стратегію екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України на період до 2030 року” та “Стратегію розвитку водної політики України (Водна стратегія) на 2020-2050рр.” Реалізація цих директив вимагає змін у структурі управління водними ресурсами (наприклад, перехід до басейнової організації функціонування), так і змін у структурі підходів щодо планування управління водними ресурсами. Серед глобальних цілей сталого розвитку України на 2015-2030рр. серед 17 поставлених цілей за номером 6 виділене “забезпечення чистої води та належної санітарії”. Таким чином, вирішення задач управління водними ресурсами пов’язується із екосистемним підходом. Кінцевою задачею ВРД є досягнення “доброго статусу водних об’єктів як поверхневих, так і підземних”. Добрий статус визначається екологічним стандартом якості вод, а можливість його досягнення або недосягнення оцінюється за допомогою критеріїв ризику. Вирішення задач, поставлених директивами ЄС, передбачає урахування взаємозв’язів між кількістю та якістю вод.

Визначення більшості показників антропогенного навантаження, екологічних ризиків досягнення або недосягнення “доброго стану водних об’єктів”, кліматичних ризиків руйнування водних ресурсів або ризиків затоплення територій базується на порівнянні об’ємів антропогенних навантажень (скидів) із характеристиками стоку річок, або на урахуванні показників стоку річок у роки та сезони різної водності (багатоводні, середні за водністю, маловодні). Як правило, характеристики стоку в умовах кліматичних змін визначаються за допомогою математичних моделей формування стоку з водозборів на базі метеорологічних даних.

Для розрахунків і прогнозів стану водних ресурсів в умовах кліматичних змін та для їх використання при оцінках можливого екологічного стану водних об'єктів широко застосовувалась модель "клімат-стік", розроблена в Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ) під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Н.С. Лободи. Модель використовує на вході метеорологічні дані та відомості про водогосподарські перетворення (зрошування, осушування, регулювання стоку штучними водоймами й інше). Оцінки водних ресурсів надаються у виді зонального (кліматичного) стоку у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах. Модель передбачає урахування дії чинників підстильної поверхні для конкретних водозборів. Наслідки водогосподарських перетворень обчислюються через функції антропогенного впливу, які є результатом імітаційного стохастичного моделювання. Методичні рекомендації по розрахунках природного та перетвореного водогосподарською діяльністю (побутового) річного стоку на базі метеорологічних даних увійшли до нормативних документів Республіки Молдова.

Оцінки змін характеристик водних ресурсів на базі моделі "клімат-стік" надавались за кліматичними сценаріями 90-х років минулого сторіччя (GISS, GFDL, CCCM, UKMO); з 2000 року використовувались "сценарії викидів", згруповані у чотири сюжетні лінії (A1, A2, B1 і B2), з 2013р. – сценарії RCP (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5). За минулі 5 років на кафедрі гідроекології та водних досліджень Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) були виконані оцінки змін водного режиму та гідроекологічних характеристик Куяльницького, Тилігульського, Хаджибейського лиманів, басейну Сіверського Дінця, нижньої течії Дністра, малих та середніх річок Північно-Західного Причорномор'я. Поряд із оцінкою змін водних ресурсів провідними науковцями кафедри на замовлення Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації та окремих споживачів виконувались госпдоговірні дослідження по визначенню змін гідроморфологічних показників та показників регулювання стоку штучними спорудами, по установленню ступеня точкового та дифузного забруднення річок сполуками азоту, виявленню ризику недосягнення екологічних цілей за гідрохімічними спостереженнями. Заключним етапом цих досліджень стали рекомендації щодо заходів по відновленню доброго екологічного стану водних об'єктів.

Результати досліджень показали, що до середини ХХІ сторіччя за більшістю розглянутих сценаріїв водні ресурси півдня України мають зменшитися на 30-50%, а при збереженні сучасного рівня водогосподарської діяльності – на 70%, що обумовлює існування ризику недосягнення доброго екологічного стану більшості водних об'єктів за виключенням великих річок Дунай та Дністер, які є менш вразливими до змін клімату.

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗРАХУНКОВОЇ МЕТОДИКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК РАЙОНУ БАСЕЙНУ ВІСЛИ

Мартинюк М.О., аспірант кафедри гідрології суші

Овчарук В.А, д-р геогр. наук, доцент

Одеський державний екологічний університет

Басейн р. Вісли в межах України розташований на північному заході Волино-Подільської височини, та відповідно до сучасного гідрографічного районування формує окремий район з двома суббасейнами – р.Сян та р.Західний Буг.

Значна частина річного стоку на досліджуваній території проходить весною, в період весняного сніготанення. Зазвичай характер весняного водопілля визначає особливості розподілу стоку протягом року, але влітку можуть спостерігатися також значні паводки, які суттєво підвищують стік меженного періоду, а іноді й призводять до повеней різного масштабу.

На теперішній час для визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок України досить залишається діючим нормативний документ СНіП 2.01.14-83, який вже давно скасований, або оновлений у більшості країн колишнього СРСР. Стосовно розглядуваного басейну Вісли в межах України, також існують регіональні розробки представлені у довіднику «Ресурси поверхностних вод СРСР», але там використанні дані с періодом спостережень до 1970-1980 років, які на даний час не є актуальними.

Серед розробок останніх років слід відмітити роботу Розлач В.О. (2013), яка присвячена розробці методики короткострокового прогнозування дощового стоку в басейні р.Вісли.

Задачею даного дослідження є обґрунтування параметрів єдиної розрахункової методики для визначення максимальних витрат води в межах району басейну Вісли.

В якості розрахункової пропонується операторна модель формування максимального стоку, запропонована Є.Д.Гопченко (2000) та удосконалена в подальшому Овчарук В.А.(2017), остаточної структура для нормування характеристик максимального має вигляд:

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

де r – коефіцієнт редукції q'_m під впливом озер, водосховищ, ставків проточного типу; ε_F – трансформаційна функція, яка обумовлена русло-заплавним регулюванням; $\psi(t_p / T_0)$ – трансформаційна функція, яка

обумовлена часом руслового добігання; λ_p – коефіцієнт переходу від опорної 1%-ої ймовірності перевищення до будь-якої іншої; $k_{зм}$ – коефіцієнт змін клімату; $q'_{1\%}$ – модуль схилового припливу, який розраховується за рівнянням

$$q'_{1\%} = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m, \quad (2)$$

де $\frac{n+1}{n}$ – коефіцієнт нерівномірності (у часі) припливу води зі схилів до руслової мережі; T_0 – тривалість схилового припливу; Y_m – шар стоку весняного водопілля або дощового паводку.

Для визначення характеристик максимального стоку весняних водопіль і дощових паводків рідкісної імовірності перевищення використані матеріали спостережень за максимальним стоком річок басейну р. Вісла за багаторічний період, а саме, від початку спостережень по 2015 р. по 17 гідрологічним постам.

Розрахунки статистичних параметрів часових рядів максимальних витрат води і шарів стоку виконувались за методами моментів та найбільшої правдоподібності. В результаті для часових рядів весняного водопілля й дощових паводків визначені середні багаторічні значення шарів стоку (\bar{Y}_m , мм) та витрат води (\bar{Q}_m , м³/с), коефіцієнти варіації (C_v), коефіцієнти асиметрії (C_s) та співвідношення C_v/C_s . Для визначення шарів стоку та максимальних витрат води опорної забезпеченості $P=1\%$ використана крива трипараметричного гама-розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля.

Подальші етапи розрахунків пов'язані з визначенням параметрів схилового припливу – шарів стоку 1%-ої забезпеченості його тривалості та коефіцієнтів нерівномірності. Перелічені характеристики визначені окремо для паводків та весняного водопілля, шари стоку та тривалість припливу узагальнені за територією у вигляді карт ізоліній, а коефіцієнти $\frac{n+1}{n}$ осереднені на рівні 6,0 – для весняного водопілля, та 3,6 – для дощових паводків.

Трансформаційна функція $\psi(t_p/T_0)$ визначена в залежності від співвідношення t_p/T_0 , коефіцієнти русло заплавного регулювання узагальнені в залежності від площі водозборів.

Перевірні розрахунки показують добру збіжність з вихідною інформацією. Подальше удосконалення методики пов'язано з урахування проєкцій кліматичних змін за різними сценаріями та моделями з метою врахування при визначення ризиків затоплення в районі річкового басейну Вісли в межах України.

КАТАСТРОФІЧНІ ПАВОДКИ В КРИМУ ВЛІТКУ 2021 РОКУ

Мирза К.Л., асистент кафедри гідрології суші,
Овчарук В.А., д-р геогр. наук, доцент

Одеський державний екологічний університет

Небезпечні природні явища на території Криму описується ще з давніх часів, проте натепер, в період зміни клімату, катастрофічні паводки на Кримських річках приносять як величезні матеріальні збитки, так і людські жертви. Особливо гострою ситуація склалася цього літа, коли в Криму спостерігалось випадіння аномальної кількості опадів. Паводки, які охопили південну частину Криму в червні-липні 2021 року, можуть бути віднесені до категорії *flash floods*. В зазначений період деякі річки півострову оновили історичні рекорди максимальних витрат води.

За даними метеорологів така ситуація була викликана потужним циклоном, який вирував над територією Криму. 17 і 18 червня 2021 р. в результаті зливових дощів були затоплені Керч, Ялта і ряд інших районів півострова, після чого в Криму був оголошений режим НС. Синоптична ситуація призвела до виникнення паводків на річках Гірського Криму (рис.1, а, б, в, г), вода з'явилась навіть в річках, які майже або повністю пересохли. Найбільше постраждали міста Ялта (р. Учан-Су (Водопадна), р. Дерекойка), Керч (р. Мелек-Чесме), с. Василівка (р. Гува). Потoki розбурханих річок змітали все на своєму шляху: автотранспорт, магазинчики, руйнували будівлі та містки, зносили дерева, нищили тротуари, постраждали об'єкти культури. Загальний обсяг матеріальних збитків за попередніми розрахунками оцінюються близько 173,1 млн. дол., враховується в тому числі збитки від злив.

26 червня 2021 р. на Ялту знову обрушилися сильні зливи, проте їх наслідки були не настільки серйозними, як за тиждень до цього. На ліквідацію наслідків повеней в містах в Криму прибули додаткові загони МНС та Міноборони.

4 та 5 липня 2021 р. через зливи з берегів вийшли річки Бельбек (рис.1, д, е), Коккозка, і Бага. Найбільше постраждали села Куйбишеве, Верхньосадове, Родниківське, Колхозне. Були затоплені дороги, долини, поля з насадженнями, Бельбекський водозабір, потужними потоками знесені деякі будівлі, пошкоджені містки, будинки, авто тощо. Нові підтоплення також спостерігалися в Ялті.

Найгірші наслідки *flash floods* (за період червень-липень) – це наявні госпіталізовані внаслідок стихії та дві людські жертви.

Початок паводків та їх проходження вкрай важко прогнозувати. Основні фактори, які впливають на процеси формування зливових паводків, можна поділити на такі групи: 1) метеорологічні фактори; 2) фактори підстильної поверхні. При чому частина складових цих факторів



а, б) р. Учан-Су (Водопадна), м. Ялта, 18.06.2021 р.



в, г) р. Гува, с. Василівка, 18.06.2021 р.



д) р. Бельбек, біля с.Танкове,
04.07.2021 р.

е) наслідки розливу р.Бельбек,
с. Куйбишеве, 05.07.2021 р.

Рисунок 1. Наслідки паводків на території Криму (червень-липень 2021 р.)

не піддається безпосередньому виміру, а деякі враховуються з великим наближенням. Катастрофічність червневих та липневих паводків на території Криму зумовлена поєднанням природних факторів, а саме: особливості рельєфу - наявність Кримських гір (що сприяє затриманню повітряних течій, збільшення хмарності та випадіння інтенсивних опадів), клімат (випадіння сильних зливових опадів), великі ухили рельєфу, крутизна схилів річок, невеликі площі водозборів (що сприяє швидкій концентрації стоку), низька залісеність схилів, досить висока еродованість ґрунтів, наявність карсту. Також має місце антропогенне навантаження на схили та русла річок.

ПІКОВІ МАКСИМУМИ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ НА ГІРСЬКИХ РІЧКАХ БАСЕЙНУ ДУНАЮ В МЕЖАХ УКРАЇНИ

Москаленко С.О., к.геогр.н., асистент кафедри гідрології та гідроекології

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Дощові паводки можуть сформуватися практично в будь-якій точці нашої планети. Вони формуються та відбуваються в результаті випадання рясних опадів високої інтенсивності, відрізняються короткочасністю та є типовим гідрометеорологічним явищем, оскільки залежить як від метеорологічних, так і від гідрологічних умов. Характеристикою такого екстремального гідрологічного явища є максимальний стік води річок, найбільші величини якого відображають максимальний потенціал природи щодо його формування в межах певної території та слугує мірою небезпеки щодо різних проявів катастрофічних ситуацій (затоплення, руйнування мостів, будівель, гідротехнічних споруд та ін.).

Максимальний стік води річок спостерігається за піке основної хвилі паводку. Якщо говорити про максимуми на річках під час дощових паводків, то їх можна характеризувати по-різному. Можна через максимальні середні добові витрати, які визначаються як середнє зі строків добового вимірювання. Але найбільший інтерес представляють пікові максимуми, тобто абсолютний максимум у цій добі, особливо на гірських річках, які стікають з гір з великими нахилами і на яких формування максимумів супроводжуються швидким, ефективним стоком. В даному випадку між середніми добовими та піковими максимумами стоку існують істотні відмінності у величинах. Основною *метою* проведеного дослідження – виявити, як співвідносяться вищезазначені максимуми дощових паводків на гірських річках басейну Дунаю в межах України, що є важливим при оцінці небезпечності гідрологічної ситуації на річках.

В межах України до гірських річок басейну Дунаю (басейн Чорного моря) відносяться річки Тиса, Прут та Сірет (та їх багаточисельні притоки), які беруть свій початок в горах Карпат. На території країни знаходяться лише верхів'я річок - довжина Тиси в межах України становить 201 км (це 25% від загальної довжини), Пруту – 272 км (28%), Сірету – 110 км (15%). Щодо площ в межах України, то басейн Тиси має площу 12800 км² (8% від загальної), Прут – 11300 км² (11%), Сірет – 2070 км² (4%).

На річках досліджуваних басейнів паводки виникають досить часто, ймовірність спостерігати їх більше одного разу на рік вельми висока. Ряди максимумів (добових та пікових тієї ж доби) включали всі значення, що перевищують деяке порогове значення, яке відповідає найменшим значенням з ряду максимальних річних витрат. Для дотримання умов незалежності та однорідності вихідних даних, досліджувалися паводки, що

сформовані тільки в результаті дощових опадів, і вибиралися окремі паводки, які не впливають один на одного. Для можливості просторового порівняння величин максимумів на річках басейнів Тиси, Пруту та Сірету витрати води перерахували у модулі стоку. Для з'ясування відмінностей у величинах відповідних максимумів, побудовані залежності між добовими та піковими тієї ж доби максимумами для всіх річок, на яких ведуться спостереження за стоком у зазначених річкових басейнах.

В результаті розрахунків з'ясувалося, що для всіх басейнів найбільші середні добові максимуми змінювалися в діапазоні від 500 до 1400 л/с·км², а пікові, які відбулися в той же день – від 800 до 3200 л/с·км². При цьому, середні співвідношення між піковими та добовими максимумами на річках різні – від 1-1,1 до 2,2-2,4. Знаючи, що гідрографічні особливості басейнів можуть істотно впливати на швидкість формування паводків, а також для систематизації висновків проведеного дослідження, побудовано залежності співвідношень між піковими та середніми добовими максимумами від середніх висот та площ річкових водозборів для басейнів Тиси, Пруту і Сірету (рис. 1).

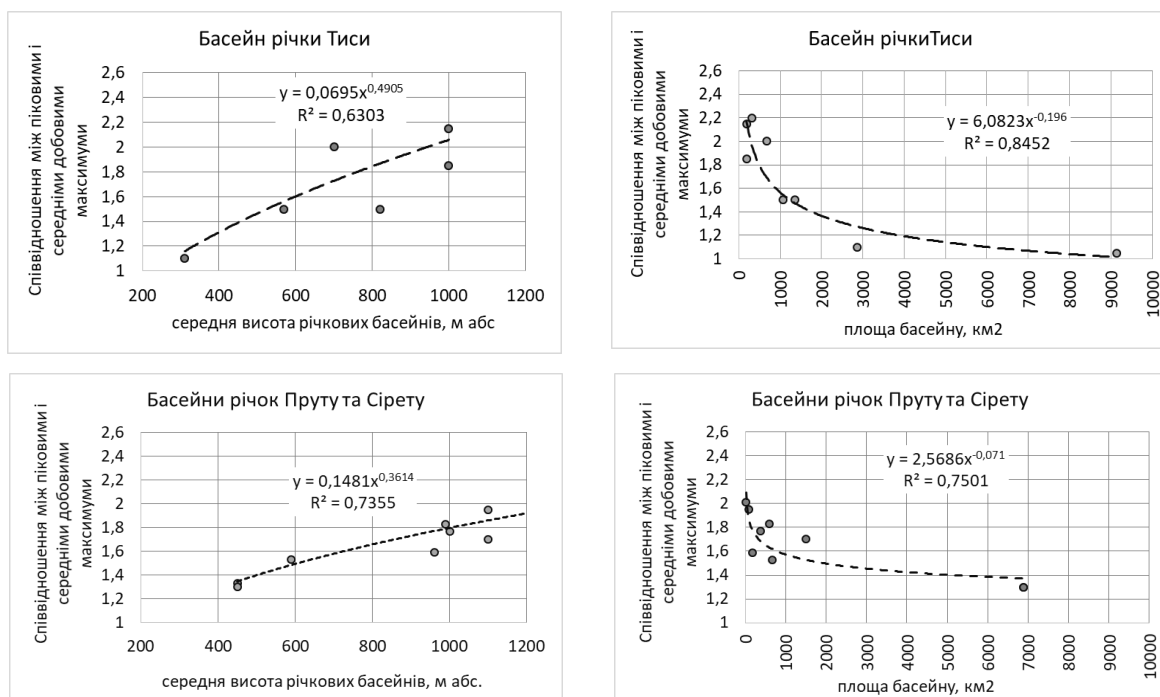


Рисунок 1. Залежності співвідношень між піковими та середніми добовими максимумами стоку води річок під час дощових паводків від середніх висот та площ річкових водозборів в басейнах Тиси, Пруту і Сірету

За отриманими результатами можна зробити висновок, що найбільші співвідношення між піковими та середніми добовими максимумами на річках басейнів Тиси, Пруту та Сірету спостерігаються на малих за площею гірських водозборах зі середніми висотами 1000-1200 м. абс. і складають 1,8-2,2 (рис. 1). Для водозборів зі середніми висотами 400-500 м абс. такі співвідношення зменшуються до 1,2-1,4 зі збільшенням водозбірної площі.

ГІДРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК УКРАЇНИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Ободовський О. Г., д-р геогр. наук, проф.; Онишук В. В., к. техн. наук., с.н.с.;
Лук'янець О.І., канд. геогр. наук, доц.; Сніжко С.І., д-р геогр. наук, проф.;
Гребінь В.В., д-р геогр. наук, проф.; Почаєвець О.О., канд. геогр. наук, ас.;
Шевченко О.Г., д-р геогр. наук, доц.; Кривець О.О., канд. геогр. наук, с.н.с.;
Корогода Н.П., канд. геогр. наук, доц.; Купріков І.В., канд. геогр. наук, м.н.с. ;
Корнієнко В.О., аспірантка

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Відновлювані джерела були і залишаються перспективними для енергетичної галузі. Навіть, не зважаючи на прояв глобальної зміни клімату, гідроенергетичний потенціал річок є важливим ресурсом.

Дослідження з гідроекологічної оцінки та прогнозу гідроенергетичного потенціалу річок України ґрунтується на даних спостережень за стоком води річок Гідрометеорологічної служби ДСНС України, а також використано інформація по стоку води суміжних держав.

Мережа гідрологічних спостережень на річках України станом на 2015 р. становить 369 гідрологічних постів, з них було використано для розрахунків дані з 294 витратних гідрологічних постів. Треба зазначити, що майже 85% гідрологічних постів мають періоди спостережень ≥ 50 років.

Перевірка на однорідність середнього річного стоку води на річках України за критеріями Фішера та Стьюдента (5 % рівень значущості) показала, що на 78 - 89% постах за різними критеріями дані спостереження за стоком води однорідності, що показує відсутність спрямованих змін річного стоку на більшій частині території країни.

Для виявлення просторових особливостей у розподілу стоку води річок, для проведення певних територіальних узагальнень та порівнянь використано гідрографічне районування України (райони річкових басейнів та суббасейнів).

Також для достовірної оцінки гідроенергетичного потенціалу річок України були використані дані з 143 метеорологічних станцій (МС), розташованих в басейнах річок досліджуваної території, за період від початку метеорологічних спостережень до 2015 р. включно (в анексованому Криму та на окупованій частині Донбасу – до 2014 р., а в Донецьку – до 2013 р.). Для аналізу були залучені метеорологічні показники, які прямо впливають на водний стік річок – середньорічна температура повітря та сума опадів за рік.

Аналіз просторових змін середніх річних модулів стоку води річок України показав, що на рівнинній частині країни їх значення варіюють від

12,6 л·с/км² в басейні р. Вісли до 0,1–0,2 л·с/км² в басейні річок Чорного моря, тобто спостерігається їх зменшення з північного заходу на південний схід і південь. Найбільші значення річних модулів стоку води – в межах 34–39 л·с/км², фіксуються на невеликих гірських водозборах Карпатських і Кримських гір.

Для відображення просторового розподілу водного стоку річок України проведено картографування (з залученням аналітичних функції ГІС програмного забезпечення з відкритим доступом QGIS та SAGA) середніх річних модулів стоку води на основі аналізу всієї існуючої на даний час гідрометричної інформації в межах України та за її межами (в Білорусі, Російській Федерації, республіці Молдова, Словаччині, Угорщині та Румунії). На основі аналізу побудованої картосхеми середньорічних модулів стоку води річок України здійснена оцінка її достовірності.

Для прогнозних оцінок водності річок України опрацьовані два підходи: стохастичний та детермінований.

Перший полягає у передбаченні водного стоку на основі виявлених стохастичних закономірностей його багаторічних коливань за результатами аналізу природної мінливості та довгострокових тенденцій у спостереженому стоці. В даному випадку для опису багаторічних коливань річного водного стоку у вигляді циклічних з виділенням фаз водності та оцінювання їх синхронності і тривалості застосовано цілий набір функцій та статистичних критеріїв: згладжування і фільтрація вихідних рядів, просторові кореляційні матриці середнього річного стоку води річок, графічний аналіз різницевих інтегральних кривих, автокореляційні функції, критерії однорідності, серій, найбільшої довжини серій тощо.

В результаті вдалося ідентифікувати циклічну складову у часових рядів середньорічного стоку річкових вод в межах України і було виділено території з двома групами басейнів та суббасейнів річок із синхронними коливаннями стоку води. 1 група поєднує басейни річок Вісли, Дністра, суббасейнів Тиси, Пруту та Сірета (басейн Дунаю), суббасейнів Прип'яті (басейн Дніпра), 2-а група - басейни річок Південного Бугу, Дону, суббасейнів Десни, Середнього та Нижнього Подніпров'я (басейн Дніпра) та басейну річок Приазов'я. Формалізація коливань стоку за даними спостережень показала, що середньорічний стік води на річках 1 групи має більш тривалі періоди циклів водності у межах 29 ± 2 років, ніж у 2 групі, у яких інтервали мають меншу тривалість – 23 ± 2 років. Маловодна фаза для 1 групи становить 10 ± 2 роки, а для 2 групи – 8 ± 2 роки. Відповідно, багатоводні фази на території річкових басейнів 1 групи тривають 17 ± 2 роки, а в межах басейнів річок 2 групи – 13 ± 2 роки. Відмічено, що за хронологією коливань на майбутній період часу (до 2050 р.), для 1 групи річкових басейнів маловодна фаза триватиме до 2021–23 рр. відповідно до виявлених стохастичних закономірностей, у 2020–22 рр. для 2-ї групи

розпочнеться багатоводна фаза, яка в 2034–36 рр. буде замінена маловодною до 2045–47 рр.

Виявлено, що середні співвідношення між середньорічним стоком річок у коливанні багатоводних та маловодних фаз в середньому знаходиться в межах від 1,2 до 1,5.

Другий підхід для прогнозу водного стоку полягає у використанні водно-балансової моделі Л.Турка. Попередній аналіз різницевих інтегральних кривих, побудованих за даними метеорологічних станцій, розташованих у 14 річкових басейнах (суббасейнах), дали можливість здійснити досить чітку загальну типізацію часової структури рядів багаторічного ходу температури повітря та кількості атмосферних опадів для території України. Зазначено, що основний мінімум температурного режиму для переважної більшості метеорологічних станцій фіксується в 1988 р., після чого спостерігається стійка тенденція до зростання температури повітря, що, згідно побудованих графіків, триватиме й надалі. У загальному розподілі ходу атмосферних опадів спільним моментом для всіх досліджених метеорологічних станцій є тенденція до зменшення їх кількості в останні роки.

Прогнозні оцінки змін водності за другим підходом на основі водно-балансової моделі базувався на аналізі можливих змін клімату за сценарієм RCP4.5., виконаний для двох часових інтервалів: 2011–2040 рр., 2041–2070 рр., які є стандартними 30-річними кліматичними періодами. Калібрування та валідація водно-балансової моделі з використанням даних регулярних спостережень засвідчили, що в період 2011–2040 рр. у переважній більшості виділених районів басейнів і суббасейнів прогнозується незначне зниження річкового стоку, а в порівнянні із базовим періодом – 1981-2010 рр., в середньому на 5%–7%. Натомість в період 2041–2070 рр. отримані прогнозні величини водного стоку показують більш виражене його зменшення відносно базового періоду (в середньому на 10%–12%).

Враховуючи різницю в підходах до прогнозування стоку води, основним з них прийнято прогноз за стохастичними закономірностями коливань стоку води (за фазами водності), а перевірочним – за моделлю Л.Турка.

Методичні підходи до встановлення гідроенергетичного потенціалу розроблено для гірських і рівнинних річок.

Виділено такі категорії гідроенергетичного потенціалу:

- загальний (ЗГП),
- екологічний (ЕкГП) та
- технічно-можливий (ТМГП) потенціали.

Всього для оцінювання гідроенергетичного потенціалу річок України було залучено 1824 річки з площами водозбору не меншими 100 км² для рівнинних і середніми багаторічними витратами води більше 0,3 м³/с, та 30

км² (10 км довжина) і середніми річними витратами води більше 0,3 м³/с та мінімальними витратами води більше 0,1 м³/с для гірських річок.

З урахуванням сучасних методів оцінювання – ГІС-технології, моделі рельєфу, використання даних ДЗЗ, запропоновано нові підходи до визначення загального гідроенергетичного потенціалу річок. При оцінюванні технічно можливого гідроенергетичного потенціалу запропоновано визначати природні та антропогенні ризики окремо для гірських і рівнинних річок.

На основі повздовжніх профілів річок та з урахуванням річкової мережі на всіх досліджуваних річках було виділено 4630 ділянок для встановлення гідроенергетичного потенціалу.

Виявлено, що розподіл показників *загального енергетичного потенціалу* районів річкових басейнів та суббасейнів України, загалом, складає 3459457 кВт (майже 3459,5 МВт).

Загальна величина *екологічного гідроенергетичного потенціалу* у цілому для річок України становить 2218271 кВт (майже 2218,3 МВт), що складає 64,12% від загального гідроенергетичного потенціалу.

Загальний показник *технічно можливого гідроенергетичного потенціалу* для річок України складає 1302305 кВт або майже 1302,3 МВт від загального енергетичного потенціалу, що забезпечує реальні можливості використання енергетичних потужностей річок практично на рівні 37,7% від їх ЗГП.

Зазначено, що для всієї території України в багатоводну фазу водності прогностичні показники гідроенергетичного потенціалу в середньому збільшаться на 12–13% відносно сумарного ЗГП, в маловодну, відповідно, зменшаться на 22–23%. Діапазон зменшення в маловодну фазу може становити від -2 до -36% відносно сумарного ЗГП.

В результаті проведених досліджень запропонована технологічна парадигма розвитку малої гідроенергетики на річках у вигляді спорудження нових високоекологічних малих ГЕС.

Рекомендації з використання гідроенергетичного потенціалу річок України запропоновано за басейновим принципом.

Питання ресурсної оцінки гідроенергетичного потенціалу рекомендується включити до структури планів управління річковими басейнами згідно Водної рамкової директиви Європейського Союзу та останньої редакції Водного кодексу України.

ЕКСТРЕМАЛЬНО ВИСОКИЙ ТА НИЗЬКИЙ СТІК НА РІЧКАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Овчарук В.А., д-р георг. наук, доцент
Шакірманова Ж.Р., д-р георг. наук, професор
Гопцій М.В., канд. геогр. наук,
Кічук Н.С., канд. геогр. наук, доцент,
Кущенко Л.В., здобувач

Одеський державний екологічний університет

Збільшення небезпечних природних явищ у період глобальних кліматичних змін спостерігається в останні десятиріччя практично в усьому світі. Так, за оцінками провідних експертів (*CRED. Natural Disasters, 2019*) в останні роки на нашій планеті стали частіше спостерігатися екстремальні погодні явища, які мають свій негативний вплив на розвиток світової економіки. За період 2009-2018 рр. кількість катастрофічних природних явищ склала 343, а за один 2019 рік – 396! Зокрема в Європі, за даними Європейської агенції з навколишнього середовища (*EEA: Economic losses from climate-related extremes, 2019*) у країнах-членах ЄСП загальні звітні економічні втрати, спричинені погодними та кліматичними екстремальними явищами за період 1980-2019 рр., становили приблизно 446 млрд. євро. До найдорожчих кліматичних екстремальних явищ у державах-членах ЄС віднесені повені 2002 року в Центральній Європі (понад 21 млрд. євро), посуха та хвилі тепла у 2003 році (майже 15 млрд. євро), а також зимовий шторм Лотар 1999 року та повінь в Італії та Франції у жовтні 2000 р. (обидва - 13 мільярдів євро). Хоча аналіз тенденцій економічних збитків є складним, частково внаслідок великої мінливості з року в рік, екстремальні явища, пов'язані з кліматом, стають все більш поширеними, і без пом'якшувальних дій можуть призвести до ще більших втрат у найближчі роки. Стратегія адаптації ЄС спрямована на формування стійкості та забезпечення того, щоб Європа була добре підготовлена до управління ризиками та адаптації до наслідків зміни клімату, таким чином мінімізуючи економічні втрати та інші збитки.

Отже, значні економічні втрати та потенційна небезпека від екстремальних природних явищ викликають до них величезний інтерес вчених у всьому світі та нагальну необхідність їх вивчення, систематизації та моделювання з метою ймовірнісного та оперативного прогнозування.

Вивченням проблеми формування стоку в різні його періоди та прогнозування екстремальних гідрологічних явищ займаються й автори даного дослідження, основою досліджень яких є ряд теоретичних субмоделей (Гопченко 2001, Шакірманова 2015, Овчарук 2017), запропонованих в залежності від природних умов формування стоку та його генезису.

Більшість рівнинних річок України, зокрема басейнів річок Півдня України, основне живлення отримують за рахунок припливу води в період весняного водопілля. Об'єм весняного стоку річок формує запас прісної води для усього агропромислового комплексу регіону та сприяє підвищенню ефективності управлінських рішень при раціональному використанні водних ресурсів. З іншого боку, при формуванні катастрофічних водопіль виникає загроза виходу води на заплаву, затоплення промислових і населених територій, об'єктів культурної спадщини та виникненню економічних збитків, загрози життю людей. Водночас на стік малих річок суттєвий вплив також чинить приплив паводкових вод у літній та осінній періоди. З метою оцінювання наслідків змін клімату у формуванні весняного водопілля розроблений коефіцієнт впливу змін клімату на максимальний стік весняного водопілля $k_{зм}$. Якщо $k_{зм} < 1,0$, то буде відбуватись зменшення максимальних витрат рідкої повторюваності (1 раз на 100 років). Якщо $k_{зм} > 1,0$, то буде спостерігатися їх зростання.

За сценарієм помірних змін клімату RCP4.5 на малих та середніх річках Півдня України очікується зменшення стоку в період весняного водопілля до 50%, а за сценарієм швидких змін клімату RCP8.5 прогнозується зниження стоку весняного водопілля до 60%. Тут слід зауважити, що зменшення стоку весняного водопілля не означає відповідного зменшення водних ресурсів в цілому. Скоріш за все, буде спостерігатися суттєвий внутрішньорічний перерозподіл водності. Наприклад, зростуть максимуми зимових паводків, які формуються підчас відлиг та зимових дощів. В Українських Карпатах можуть зрости максимуми дощових паводків теплого періоду року через збільшення кількості опадів у окремі місяці.

Водночас залишається ймовірність виникнення високих локальних дощових паводків у теплий період року, які можуть призводити до суттєвих збитків, а іноді й до людських втрат. Прикладом такого небезпечного природного явища був паводок зливого походження, який спостерігався у першій декаді вересня 2013 р. в басейні р.Когильник і охопив, за даними Одеського обласного управління водних ресурсів, приблизно 1400 км² його площі. За оцінкою фахівців цей дощовий паводок кваліфікувався як стихійне гідрологічне явище рідкісної ймовірності перевищення. В результаті відбулося пошкодження залізничного полотна на ділянці 150 м біля с. Березіно, підтоплені 110 будинків (у т.ч. зруйновано 11, близько сотні будинків підтоплені та 2 зруйновані в с. Перемога).

В рамках дослідження також оцінено дефіцити водності та визначені екологічні витрати води, які характеризують меженний стік річок на Півдні України в сучасних кліматичних умовах.

ВПЛИВ ВОДНОГО СТОКУ НА ФОРМУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД БАСЕЙНУ ДЕСНИ БІОГЕННИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Осипов В.В., к.г.н., Осадча Н.М., д.г.н.

Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України

З метою управління біогенним навантаженням на поверхневі водні об'єкти було досліджено основні шляхи та фактори надходження сполук нітрогену та фосфору у руслову мережу басейну р. Десни у різні періоди водності.

Дослідження виконано шляхом моделювання з використанням моделі SWAT (Soil and Water Assessment Tool), яка належить до категорії процесорієнтованих моделей (*process-based*) із розосередженими параметрами. Модель враховує основні процеси, які впливають на формування водного та твердого стоку, а також емісію сполук нітрогену та фосфору з водозбірної території. Вхідні параметри також містять дані щодо внесення добрив та водовідведення від точкових джерел.

Результати моделювання свідчать, що основним шляхом надходження сполук нітрогену та фосфору є дифузні джерела. У загальній емісії біогенних елементів їхня частка складає приблизно 76% як для нітрогену, так і для фосфору. Серед дифузних джерел основний вплив на забруднення вод чинять сільськогосподарські угіддя. Їхня частка сягає 70% для нітрогену та 98% для фосфору. Точкові джерела забруднення вносять лише 24% загальної емісії досліджуваних елементів, а вплив точкових джерел вагомо проявляється лише у кількох суббасейнах.

З території сільськогосподарських угідь домінуюча частка нітрогену, а саме 82%, надходить у формі нітратних сполук. Інша частка нітрогену (18%) змивається у формі еродованих органічних часток. На відміну від нітрогену фосфор із водозбірних територій практично повністю транспортується у складі ерозійних часток (94%). Частка розчинних форм не перевищує 6%.

У період літньої межени надходження біогенних елементів від дифузних джерел скорочується через зменшення водного стоку, який є фізичним носієм розчинених і завислих форм елементів. Цей факт призводить до значного зростання впливу точкових джерел (рис. 1). Концентрації фосфору у період літньої межени переважно, порівнюючи з нітрогеном, будуть визначатися точковими джерелами. Надходження фосфору в основному зумовлено формуванням твердого стоку внаслідок ерозійних процесів. У період літньої межени річки переходять на підземне живлення, а поверхневий стік, з яким транспортуються еродовані частки, мінімальний.

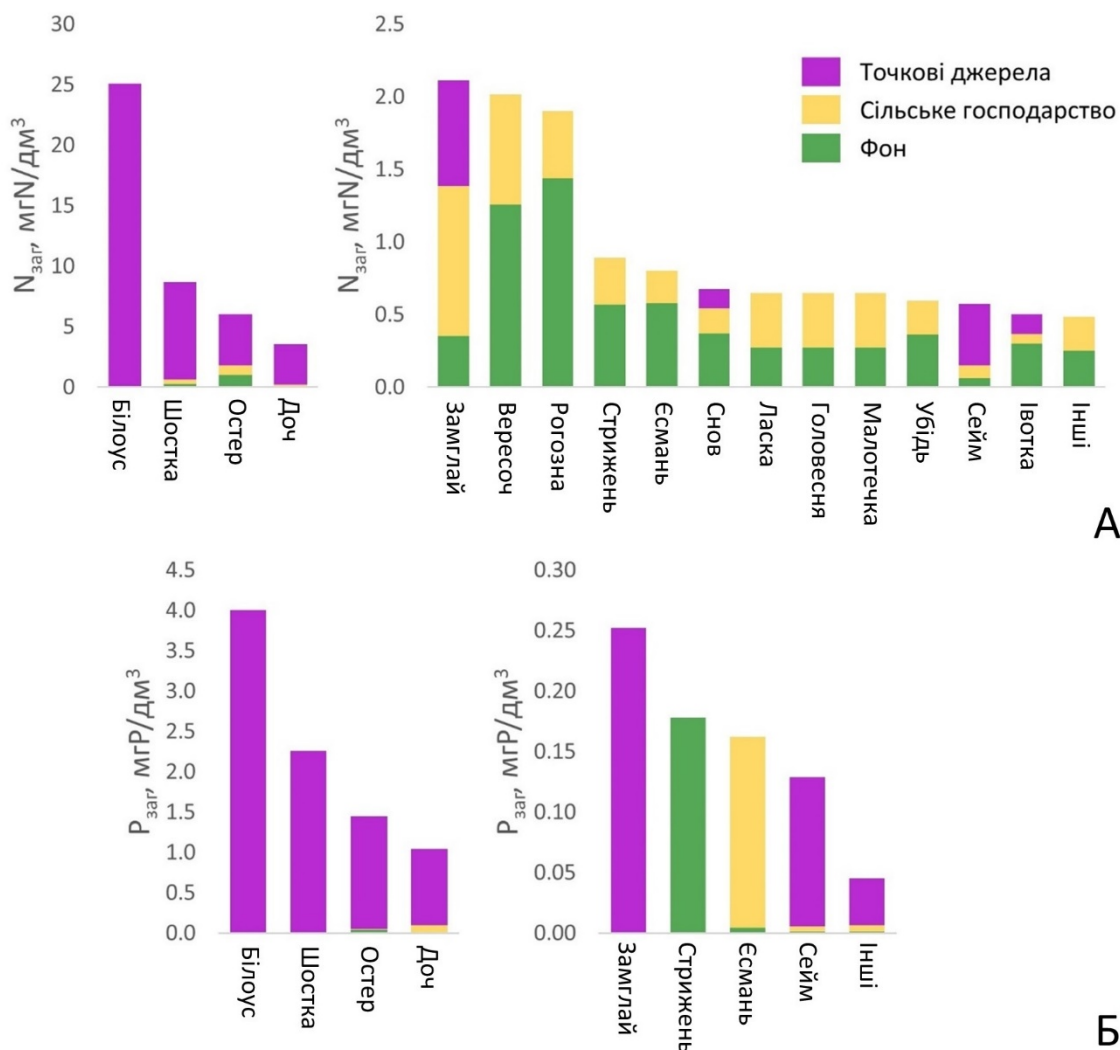


Рисунок 1. Вплив різних джерел на формування вмісту загального нітрогену (А) та фосфору (Б) у період літньої межени у притоках першого порядку суббасейна Десни.

У таких річках як Білоус та Шостка, що приймають стічні води великих міст, відповідно, м. Чернігів (Еквівалент населення = 288872) та м. Шостка (Еквівалент населення = 77134), вміст сполук нітрогену та фосфору практично повністю визначатиметься впливом точкових джерел. Тільки 17% стічних вод м. Чернігова проходять біологічне очищення, в м. Шостка діє лише механічне очищення стічних вод.

Для вирішення проблеми біогенного забруднення необхідно впровадження технологій поглибленого (третинного) видалення біогенних елементів із стічних вод великих міст та у зонах чутливих до нітратного забруднення, обмеження використання фосфоровмісних мийних засобів, покращення методів ведення сільськогосподарських робіт.

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ І СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІСТРА

Самойленко Н.А., Дубняк С.С., канд. геогр. наук, доцент

Інститут гідробіології НАН України

Кліматичні чинники, які характеризуються значною мінливістю, відіграють провідну роль у формуванні величин стоку води. Дослідження їх багаторічних тенденцій дає можливість отримати уявлення про особливості змін річкового стоку. Для аналізу багаторічних змін основних кліматичних факторів (середньорічних температур повітря і атмосферних опадів) формування стоку води річок басейну Дністра були використані дані спостережень (середньорічна температура повітря і річні суми атмосферних опадів) на 10 метеорологічних станціях гідрометеослужби України, рівномірно розташованих по території басейну Дністра. Використано дані спостережень за період 1961-2015 рр., що включав період для визначення т.зв. кліматичної норми – 1961-1990 рр. і період сучасних змін клімату – починаючи з 1991 р.

Аналіз вибраних даних показав, що зміна середньорічних показників температури повітря на різних ділянках басейну Дністра носить синхронний характер. З кінця 80-х – початку 90-х рр. минулого століття спостерігається стійка тенденція до підвищення середньої річної температури повітря, яке в сучасних умовах в порівнянні з кліматичною нормою склало за різними метеостанціями близько 1 °С (табл.1).

Таблиця 1. Зміна середніх величин температури повітря та річних сум атмосферних опадів

Метеостанція	Середні річні значення			
	температури повітря, °С		сум атмосферних опадів, мм	
	за період 1961-1990 рр.	за період 1991-2015 рр.	за період 1961-1990 рр.	за період 1991-2015 рр.
Дрогобич	7,64	8,54	748	765
Кам'янець-Подільський	7,82	8,83	623	626
Метеопост Одеса*	10,12	11,09	465	460

* – метеопост Одеса використано як найбільш наближений до гирлової ділянки Дністра і такий, що має неперервний ряд спостережень

Аналіз багаторічної динаміки річних сум опадів показав загальну тенденцію підвищення річних сум опадів у нижній ділянці басейну і наближення їх до величин, що характерні для середньої (Подільської) частини території досліджень. З середини 80-х до кінця 90-х рр.

спостерігалось деяке збільшення кількості опадів, яке змінилося незначним їх зниженням. Коливання опадів в окремі роки у верхній і середній частинах басейну Дністра мають синхронний характер, в нижній частині (за даними метеорологічного поста Одеса) – синфазний з рештою басейну в цілому, але асинхронний в окремі роки. Порівняння значень опадів, усереднених за період 1991-2015 рр. і період кліматичної норми, показало, що їх величина змінилася в межах 20 мм. Так, в Дрогобичі і Кам'янці-Подільському опади виростили лише на 13 і 3 мм відповідно, а в Одесі зменшилися на 5 мм (див. табл.1).

Багаторічну динаміку середнього річного стоку аналізували за даними чотирьох гідрологічних постів на р. Дністер (гідрологічні пости гідрометслужби України у м. Заліщики, м. Самбір, м. Могилів-Подільський, смт Журавно) з 1981 р – найбільш рання дата початку істотних змін клімату для території України (Гребінь, 2010).

Коливання стоку мають синхронний характер на різних постах. Зміни величини середньорічного стоку річок басейну Дністра в період з 1981 по 2015 рр. можна розділити на період зниження стоку (з 1981 по 1995 рр.) і період його підвищення (з 1996 по 2010 рр.). З 2011 р спостерігається тенденція до зниження величини річкового стоку. За результатами розрахунку побудовані суміщені різницеві інтегральні криві модульних коефіцієнтів річного стоку (рис.1).

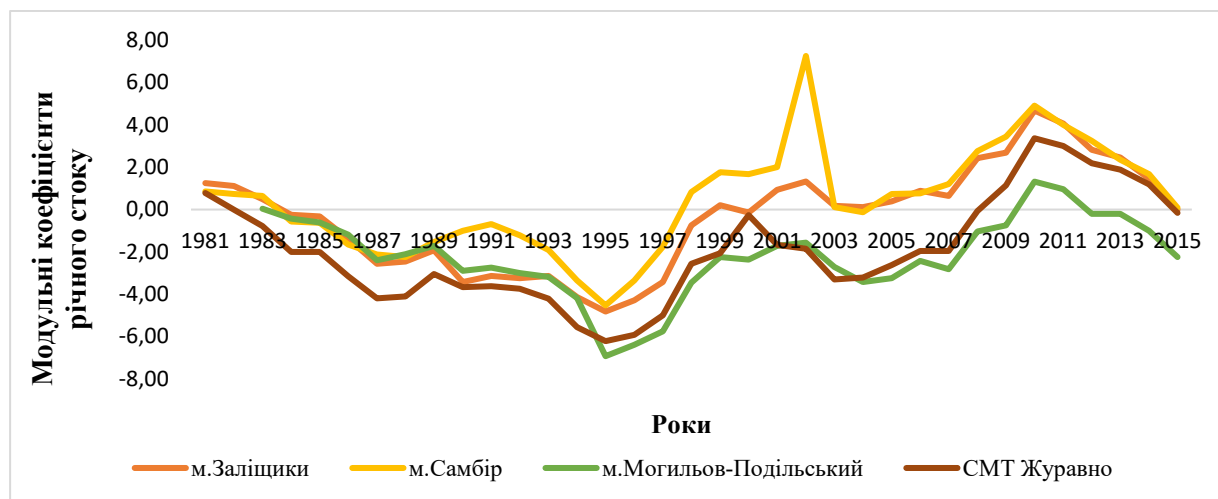


Рисунок 1. Різницеві інтегральні криві модульних коефіцієнтів річного стоку

Порівняння багаторічних коливань середньорічних величин температури повітря, опадів і стоку показало, що зв'язок між цими характеристиками для річок басейну Дністра має досить складний характер. В окремі періоди спостерігаються протилежні зміни зазначених характеристик. Але в останні роки (починаючи з 2010 р.) спостерігається чітка і закономірна тенденція – зменшення річкового стоку при підвищенні температури повітря і зниженні кількості опадів.

ІСТОРІЯ ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ПОСТІВ ТА ГІДРОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА ЛІВИХ ПРИТОКАХ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

Сарнавський С.П., аспірант

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

На початку ХХІ ст. в межах басейнів лівих приток Середнього Дніпра – Трубежу, Супою, Сули, Псла та Ворскли кількість гідрологічних постів сягає всього 22. Проте між 1910-1930 рр. таких постів на досліджуваних річках нараховувалось близько 90! В цей період розпочинаються регулярні спостереження за стоком води на лівих притоках Дніпра, а окремі пости, відкриті в першій третині ХХ ст., працюють до сьогодні - рис.1.

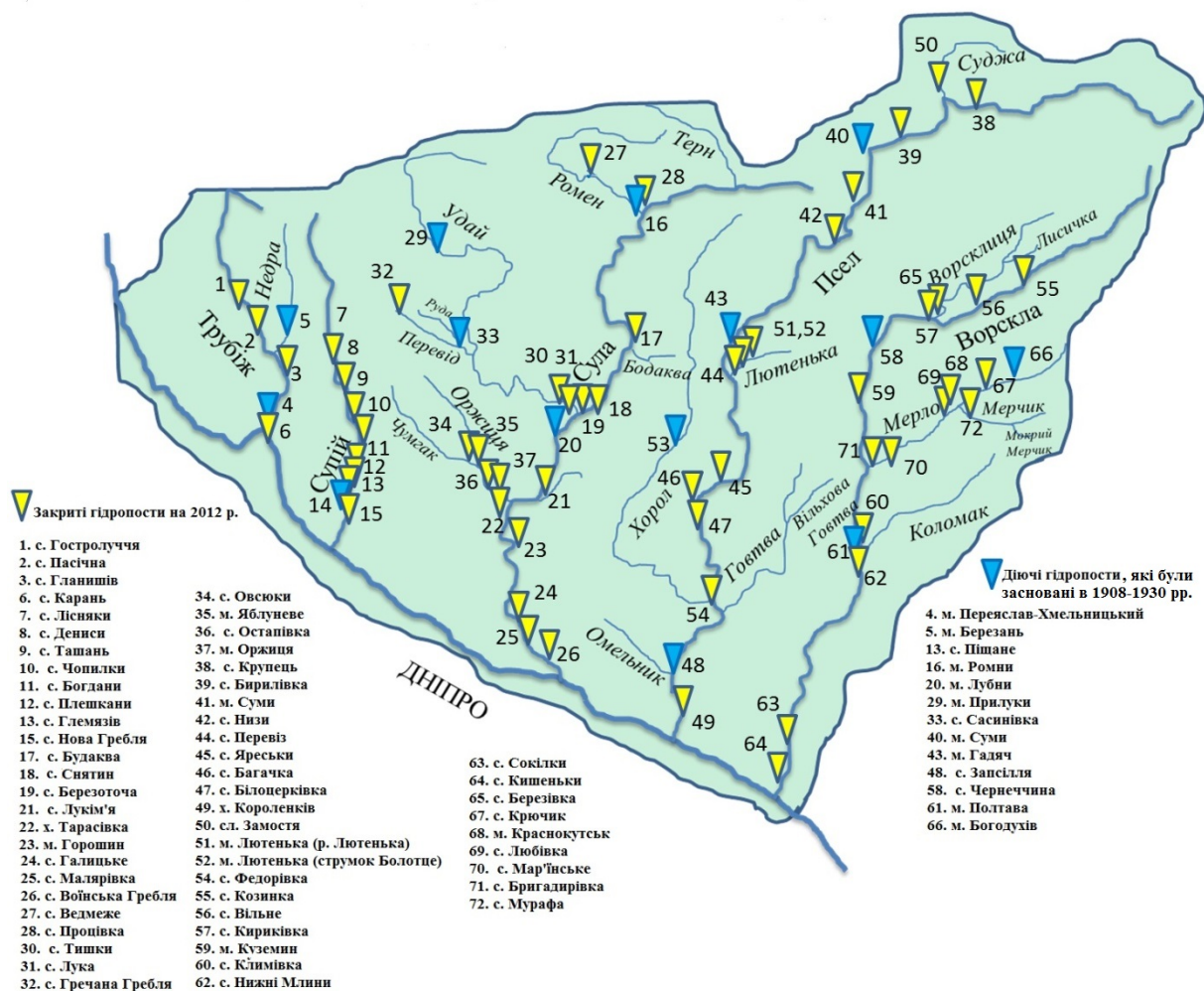


Рисунок 1. Схема розташування гідрологічних постів в межах Лівобережжя Середнього Дніпра в 1908-1930 р.

Перші гідрологічні спостереження на головних лівих притоках Середнього Дніпра розпочинаються в 1908 р. на річці Псел в м. Суми. Даний водомірний пост рейкового типу використовувався для визначення

максимальних рівнів повені із квітня по травень. Отримані дані використовували фахівці Південної залізниці Російської імперії, які остерігалась ризику прориву загати водяного млину за 6 км вище по течії річки, що слугувало небезпекою підмиванню та можливої руйнації мосту. Даний гідропост в м. Суми функціонує і сьогодні.

В 1913 році відбувається перший етап розширення мережі водомірних постів на лівих притоках Середнього Дніпра. Відкриваються пости на річках Трубіж, Супій та Сулі з її притоками. 1917-1919 рр. були буремними роками військового та політичного потрясіння, в цей час зупиняється робота багатьох постів та відкриття нових. Наступний етап розширення системи гідрологічних спостережень на річках регіону охоплює 1920-ті рр. [1].

Причиною такого масового сплеску будівництва гідропостів на лівих притоках Середнього Дніпра в період 1910-1930-тих років можна пояснити потребою у даних для оцінки водних ресурсів території на прохання організацій водного господарства, залізничного транспорту, сільського господарства. Це обумовило також сплеск гідрографічних досліджень в межах регіону. Зокрема, ще в 1914-1915 рр. відбуваються дослідження русла Сули Полтавським Губземом, її топографічна зйомка із технічним нівелюванням з метою регулювання річки та осушення боліт в її долині. В 1914 р. було зроблене комплексне дослідження річки Псел.

В 1920-1930-х рр. Укрмеліолісторфсоюз проводив гідрологічні, гідрогелогічні та ґрунтові дослідження, гідрометричні спостереження, топографічне знімання із технічним нівелюванням із метою осушення русел і регулювання річок Трубіж, Мерло, Сула, Ромен, Удай та ін.

В 1930-х рр. здійснювався процес рекогносцирування території для визначення судноплавних умов на річках Сула, Псел, Ворскла. В цей же час досліджуються річки Ворскла та Псел з метою обрання створів можливого будівництва ГЕС (зокрема, Полтавської ГЕС на Ворсклі).

Отже, господарське освоєння річок в межах Середнього Подніпров'я у першій третині ХХ століття обумовило бурхливий розвиток мережі гідрологічних постів та проведення комплексу досліджень річок регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сведения об уровне воды на реках и озерах СССР 1916-1930 гг. [Текст] / Главное управление гидрометеорологической службы СССР при СНК Союза ССР, Государственный Гидрологический Институт. - Л.; М.: Гидрометеорологическое издательство. Т. 18 : Бассейн Черного и Азовского морей. Выпуск 4. Бассейны рек Днепра (ниже г. Киева), Южного Буга и Днестра. - 1940.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и Нижнее Поднепровье: / [Под ред. М.С. Каганера]. - Л.: Гидрометеоздат, 1971. - Вып.2. Т.6. - 1971. - 656 с.

ВОДНА ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ У ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Світличний О. О., д-р геогр. наук., професор,
П'яткова А. В., канд. геогр. наук, доцент

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Як було показано раніше [1], в Україні на півночі Степу та півдні Лісостепу широкою смугою простягається так званий «пояс максимальної ерозії», де проблема ерозійної деградації ґрунтів орних земель найбільш актуальна. Підвищена ерозійна небезпека тут обумовлена поєднанням височинного розчленованого рельєфу, на Правобережжі представленого Подільською та Придніпровською височинами, інтенсивною зливовою діяльністю та високим сільськогосподарським освоєнням території.

У результаті виконаних у середині 1980-х років розрахунків [2] пересічна багаторічна інтенсивність змиву ґрунту на орних землях у межах Правобережного Лісостепу у середньому складала 13,5 т/га/рік, у тому числі зливового змиву – 10,4 т/га/рік. У розрахунках була використана логіко-математична модель ерозійних втрат ґрунту, розроблена Г. І. Швєбсом у її первісному варіанті [1], яка дозволяє виконати оцінку лише пересічного для деякої площі (у даному випадку – площі адміністративних районів) модуля середньорічного змиву ґрунту.

Подальші теоретичні та експериментальні дослідження дозволили вдосконалити модель змиву ґрунту Г. І. Швєбса до фізико-статистичної математичної моделі змиву-акумуляції ґрунту, а застосування геоінформаційних технологій – розробити та реалізувати просторову версію моделі [3, 4, 5]. Модель пройшла широку апробацію з використанням багаторічних даних спостережень за змивом ґрунту, а також магнітних та радіоцезієвих трасерів.

Наведена фізико-статистична модель змиву-акумуляції ґрунту була застосована для розрахунків просторового розподілу ерозійних втрат ґрунту для трьох ключових ділянок площею від 21 до 267 га, розташованих у межах території навчально-наукового польового стаціонару геолого-географічного факультету Одеського національного університету імені І. І. Мечникова «Кринички» (Подільський район Одеської області).

Ділянки (К1-р, К2-р, К3-р) являють собою схили балок різної експозиції довжиною від 350 до 800 м із складним поздовжнім профілем. Ухили змінюються від 0,01-0,02 в межах їх верхньої частини до 0,11-0,13 в середній та нижній їх частинах. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами типовими різного ступеню змитості. Ділянки К1-р, К2-р та більша частина ділянки К3-р використовуються під посіви соняшника, кукурудзи, озимої пшениці та ячменю, нижня частина ділянки К3-р певний час використовувалася під кормову ґрунтозахисну сівозміну.

База вхідних геоданих, яка забезпечила розрахунки просторового розподілу змиву-акумуляції ґрунту, містить гідрологічно коректні цифрові моделі рельєфу ділянок, які були побудовані на основі топографічних карт масштабу 1:10000, цифрові карти їх ґрунтового покриття і землекористування. Використана растрова модель просторових даних, розмір комірки растру – 30 м.

Розрахунки середньорічних ерозійних втрат ґрунту виконані у двох варіантах: 1) для гідрометеорологічних умов та особливостей використання земель, характерних для стандартного кліматичного періоду (1961-1990 рр.) та 2) для наступного 25-річного періоду.

У зв'язку із різноспрямованим впливом на водну ерозію ґрунтів змін кількості опадів теплої періоду та середньорічних температур повітря протягом останніх десятиріч сумарні річні втрати ґрунту, обумовлені кліматичними факторами, впродовж двох розглянутих періодів були достатньо стабільними. Розрахунки показали, що відмінності у величинах ерозійних втрат ґрунту між розглянутими періодами в основному обумовлені зміною фактору землекористування.

При близьких до раніше отриманих середніх по площі значень ерозійних втрат ґрунту на ділянках К1-р і К3-р, які є за своїми морфометричними властивостями характерними для регіону, умовно ерозійно небезпечними (із змивом менше 5 т/га/рік) є не більше половини їх площі. При цьому на значній частині ділянок (29,0 і 23,5 % площі відповідно) розрахунковий змив ґрунту перевищує 20 т/га/рік, що обумовлює прискорену деградацію ґрунтового покриття.

Екстремальні умови водно-ерозійної деградації ґрунтового покриття демонструє ділянка К2-р із пересічним ухилом 8,8 %. Середній розрахунковий модуль втрат ґрунту у її межах становить 25,1 т/га/рік, а на 50 % площі – перевищує 20 т/га/рік, що є неприпустимим ні з економічної, ні з екологічної точок зору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Швєбс Г. И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 184 с.
2. Швєбс Г. И. Территориальная организация землепользования и мелиорация земель // Физическая география и геоморфология. 1987. Вып. 34. С. 96-100.
3. Светличный А. А. Принципы совершенствования эмпирических моделей смыва // Почвоведение, 1999, № 8. С. 1015-1023
4. П'яткова А. В. Просторова ГІС-реалізована модель зливогого змиву-акумуляції ґрунту // Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки. 2010. Том 15. Вип. 13. С. 162-172
5. Svetlitchnyi A.A., Piatkova A.V. Spatially distributed GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil // Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2019. № 28(3). P. 562-571.

ДОВГОСТРОКОВИЙ ПРОГНОЗ ЗУМОВЛЕНИХ КЛІМАТОМ ЗМІН ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ В РІВНИННІЙ ЧАСТИНІ УКРАЇНИ

Світличний О.О., д-р геогр. наук, професор

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

Водна ерозія ґрунтів – найбільш поширений в Україні ґрунтовий деградаційний процес, що приводить до зниження родючості ґрунтів, погіршення їх водно-фізичних властивостей і негативно впливає на інші компоненти ландшафту. За даними [1] площа еродованих сільськогосподарських земель в Україні становить 15,954 млн. га або 38,4 % їх площі. Причому з початку 1960-х років, коли в Україні було завершено великомасштабне ґрунтове обстеження, площа еродованих земель неухильно збільшувалася в середньому приблизно на 1,2 % за рік. При цьому якщо в перші два десятиліття щорічний приріст площі еродованих земель становив близько 0,8 %, то в останнє десятиліття – вже близько 1,5 %, що свідчить про збільшення інтенсивності ерозійних процесів в країні. Це збільшення може бути результатом впливу як природних чинників, в першу чергу, пов'язаних зі зміною клімату, особливо виражене якраз в останні десятиліття, нераціональної господарської діяльності, а також особливих властивостей ерозійної системи ландшафту, яка втрачає свої резистентні властивості зі збільшенням еродованості ґрунтового покриву. В умовах сучасного і прогнозованого до кінця поточного сторіччя потепління провідну роль в цій системі чинників має саме кліматичний.

В основу довгострокового прогнозу обумовлених кліматом змін інтенсивності водної ерозії ґрунтів по регіонах України покладено фізико-статистичну модель змиву-акумуляції ґрунту, розроблену в Одеському національному університеті імені І. І. Мечникова [2] і прогноз середньомісячних і середньорічних температур приземного повітря і сум атмосферних опадів по регіонах України на 2031-2050 та 2080-2100 рр., розроблений в УкрНДГМІ [3]. Прогноз проводився окремо для зливогого і весняного змиву ґрунту для регіонів України Північ, Захід, Центр, Схід і Південь, межі яких відповідають схемі кліматичного прогнозу. Безпосередньо для прогнозу змін зливогого і весняного змиву ґрунту використані основні компоненти фізико-статистичної моделі – гідрометеорологічні фактори ($K_{ГМ}$) зливогого і весняного змиву, середньобагаторічні значення (норми) яких лінійно пов'язані з відповідними величинами ерозійних втрат ґрунту, а для весняного змиву – додатково параметр протиерозійної стійкості ґрунту [4]. Для кількісної оцінки норми $K_{ГМ}$ зливогого змиву розроблено методуку, основу на використанні середньомісячних кліматичних даних [5].

В результаті встановлено, що в середині поточного століття (2031-2050 рр.) очікується в різній мірі виражене підвищення інтенсивності ерозійної діяльності в порівнянні з базисним періодом. В якості базисного періоду використано стандартний кліматичний період 1961-1990 рр., за даними спостережень впродовж якого в основному виконана параметризація і первинна апробація математичної моделі змиву ґрунту.

Найменшим (практично в межах похибки розрахунків) прогнозується підвищення інтенсивності зливової ерозії ґрунту впродовж 2031-2050 рр. в регіонах Північ і Південь. Для регіону Північ це обумовлено як незначним прогнозованим збільшення опадів ерозійно-небезпечного періоду, так і несуттєвою з точки зору впливу на норму $K_{ГМ}$ зміною зволоженості території. Для регіону Південь прогнозоване збільшення опадів практично повністю компенсується збільшенням посушливості території. Для регіонів Захід, Центр і Схід збільшення норми $K_{ГМ}$ в порівнянні з базисним періодом оцінено в 68%, 17% і 13%, відповідно. У зв'язку з потеплінням клімату очікується істотне зменшення весняного змиву ґрунту: в регіонах Північ, Захід і Схід в середньому на 80 %, в регіоні Центр – на 85 %, в регіоні Південь весняного змиву не буде в зв'язку з відсутністю снігового покриву.

Наприкінці століття (2081-2100 рр.) в більшості регіонів прогнозується зменшення інтенсивності зливового змиву ґрунту: в регіонах Північ, Центр і Південь – на 5-10 %, в регіоні Схід – на 20 %. Виняток становить регіон Захід, в межах якого очікується збільшення інтенсивності зливового змиву ґрунту на 40 %. Весняний змив ґрунту в регіонах Центр, Схід і Південь буде відсутній, в регіонах Північ і Захід - очікується на незначному рівні (близько 2% від базисного).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / Балюк С. А., Медведєв В. В., Тараріко О. Г. [та ін.]. – К.: ТОВ "ВИК ПРИНТ", 2010. 111 с.
2. Svetlitchnyi A.A., Piatkova A.V. Spatially distributed GIS-realized mathematical model of rainstorm erosion losses of soil // Journal of Geology, Geography and Geocology. 2019. № 28(3). pp. 562-571.
3. Шестое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата. Киев, 2013. 342 с.
4. Svetlitchny O.A. Long-term forecast of changes in soil erosion losses during spring snowmelt caused by climate within the plain part of Ukraine // Journal of Geology, Geography and Geocology. 2020. № 29 (3). pp. 591–605.
5. Светличный А.А. Оценка изменений гидрометеорологических условий ливневой эрозии почвы в Степи и Лесостепи Украины в связи с изменениями климата // Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки. 2018. Том 23. Вип. 1 (32). С. 53-71.

ПРОБЛЕМА ВИМІРЮВАННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Смирнова В.Г.¹, канд. геогр. наук, Петросянц А.П.²

¹*Полтавський національний педагогічний університет ім. В.Г. Короленко,*

²*Полтавський ЦГМ*

В останні роки, у зв'язку із глобальними змінами клімату, формуванням аномально теплих зим, на річках спостерігається скорочення тривалості періоду льодоставу та значне зменшення товщини льоду у зимовий період. Це створює значні проблеми для вимірювання витрат води товщини льоду на гідропостах, сприяє пониженню точності підрахунку стоку води річок за цей період.

Згідно вимог «Настанов...» [1] вимірювання витрат води у зимовий період передбачено з льоду, але при умові, що він є стійким, а товщина льоду складає не менше 10 см, що є вимогою безпеки. Аналіз матеріалів спостережень на лівобережних притоках Середнього Дніпра (у межах зони відповідальності Полтавського ЦГМ) за 1989-2019 рр показав, що за цей період відбулось значне зменшення тривалості періоду стійкого льодоставу загалом і тривалості періоду із льодом з товщиною більше 10 см.

Тенденція до скорочення тривалості льодоставу та зменшення товщини льоду відмічена майже на усіх гідропостах [2], а величина скорочення досягає 10-25 діб. На окремих гідропостах, які розташовані переважно у містах (р.Сула-м.Лубни, р.Псел-м.Гадяч, р.Ворскла-м.Кобеляки, р.Мерло –м.Богодухів) льодостав в останні роки взагалі не утворюється. Це можна пояснити, окрім кліматичних змін, додатковим тепловим впливом міста, скидами стічних вод, а також зростанням частки підземного живлення. Якщо тривалість періоду зі стійким льодоставом (лід товщиною більше 10 см) на початку розглянутого періоду дорівнювала 40-90 днів, що складало 45-60% від загальної тривалості льодоставу, то з 2015 р. цей період зменшився до 5-25 днів (10-20% відповідно). У зиму 2019-2020 року стійкий льодостав не утворювався на жодному гідропосту.

Такі складні льодові умови на річках роблять процес вимірювання витрат води у цей період є надзвичайно складними, або й технічно неможливим, тому на багатьох постах за зимовий період вимірюється від 0 до 2 витрат води. Побудова графіка Кзим і підрахунок стоку традиційними методами в таких умовах перетворюється на складне творче завдання.

Для підвищення точності підрахунку стоку води за цей період пропонуємо:

1. Відновити похиломірні пости та здійснювати періодичне вимірювання похилу ріки, особливо у період відлиг та скресання. Вимірні значення похилу використовувати для розрахунку витрати води за рівнянням нерівномірного руху, чи формулою Шезі.

2. Забезпечити періодичні вимірювання максимальної швидкості течії на стрижні у межах відкритого русла, ополонки за допомогою поверхневих поплавків з мостових переходів, чи містків. Розрахунок витрати води здійснювати за формулою, запропонованою Г.С.Мазур [3]:

$$Q = K_v K_h V_{max} H_{max} B,$$

де $K_v = \frac{V_{сер}}{V_{max}}$, $K_h = \frac{h_{сер}}{h_{max}}$

Значення коефіцієнтів розраховуємо за даними попередніх вимірювань витрат води при відкритому руслі.

3. Активізувати пошук сучасних приладів (витратомірів), які здатні здійснювати точні вимірювання витрати води в умовах зашугованого русла, неповного льодоставу, або під шаром тонкого льоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2, Ч.II. Гидрологические наблюдения на постах. Л.: Гидрометеоиздат. 1975. 264 с.
2. Смирнова В.Г., Хмелевський Д.О. Динаміка льодових процесів на р.Ворскла за багаторічний період// Матеріали XXXI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації» Зб.наук. праць. Переяслав-Хмельницький, 2017. Вип.31. С.20-22.
3. Мазур Г.С. Определение расходов воды речных потоков при минимальных полевых измерениях / Известия Иркутского гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. Т.1 №1, 2009. С.95-106.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ШАРІВ ОПАДІВ ТА ПОВЕРХНЕВОГО ПРИПЛИВУ ВОДИ ДО КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Тимко О.С., асп., Шакірманова Ж.Р., д-р геогр.наук, професор

Одеський державний екологічний університет

Каховське водосховище – шоста сходинка Дніпровського каскаду – здійснює сезонне та частково багаторічне регулювання стоку з коливанням рівнів у межах 3 м. Площа водозбору становить 482000 км², середньобогаторічний річний стік – 52,2 км³. Повна та корисна ємність водосховища дорівнюють 18,2 і 6,8 км³ відповідно, площа водного дзеркала водосховища становить 2155 км², довжина його – 230 км, максимальна та середня глибини – 36 і 8,4 м відповідно, максимальний статичний напір – 16,5 м, розрахунковий – 15 м, мінімальний – 8,9 м. Встановлена потужність при розрахунковому напорі – 351 МВт. Середньорічний виробіток енергії дорівнює 1420 млн кВт·год. Використовується для енергетики, водопостачання, зрошення, судноплавства, рибного господарства.

На півдні України опади випадають переважно у вигляді злив і вкрай нерівномірно розподіляються по площі. В таких випадках точність визначення середнього шару опадів на водне дзеркало водосховища багато в чому залежить від густоти опадовимірної мережі. Що стосується Каховського водосховища, то визначення середніх опадів для складання водного балансу використовується метод середньоарифметичний так як водосховища знаходиться в Причорноморській низовині та спостереження за опадам виконується на 3 метеорологічних станціях та 5 постах (рис.1). Всі пункти спостережень рівномірно розподілені по всій акваторії на лівому та правому берегах Каховського водосховища.

Середній шар опадів розраховується окремо для лівого та правого берегів Каховського водосховища, як середньоарифметичне з даних спостережень постів і станцій; за кінцевий результат береться середнє з двох величин. Як видно з рис.2, для підрахунку кількості опадів, що випадають на акваторію Каховського водосховища, можна використовувати дані лише 3 метеостанцій, замість всіх метеопунктів, що спрощує збір інформації про опади та розрахунок їх об'єму на водну поверхню водосховища. За даними спостережень по 3 метеостанціях побудована крива забезпеченості річних опадів (рис.3).

Запропоновано методику визначення поверхневого припливу та надходження води з малих річок до акваторії водосховища за даними спостережень за опадами (по 3 метеостанціях). Так, використовуючи карту норм річного стоку та таблиці СНиП 2.01.14-83 визначають об'єм стоку поверхневого припливу зі стоком малих річок в залежності від забезпеченості року, яка визначається в свою чергу по кривій забезпеченості опадів.



Рисунок 1. Каховське водосховище та його ділянки

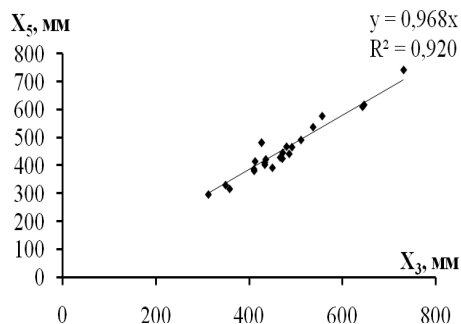


Рисунок 2. Залежність кількості річних опадів між станціями та постами на Каховському водосховищі

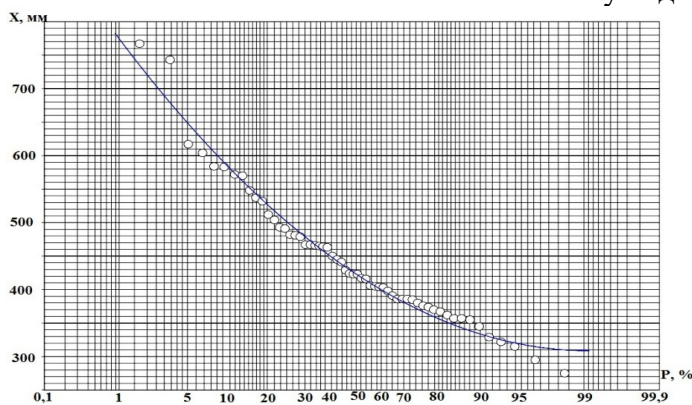


Рисунок 3. Крива забезпеченості річних опадів

Отже, нами запропоновано наступну систему рівнянь для визначення об'єму поверхневого припливу зі стоком малих річок (P_p , млн. м³):

$$q_p = q_{cp} \cdot k_p; \quad (1)$$

$$Q_p = q_p \cdot F \cdot 10^{-3}; \quad (2)$$

$$P_p = 86400 \cdot n \cdot Q_p \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

де q_p – модуль стоку, дм³/(с·км²); q_{cp} – середній багаторічний модуль річного стоку, який визначається по картах-додатках СНиП 2.01.14-83, дм³/(с·км²); k_p – модульний коефіцієнт забезпеченості року за опадами $P\%$, яка визначається за рис.1 по величині річних опадів X , мм; F – площа водозбору Каховського водосховища, км²; Q_p – витрата води бічного припливу, м³/с; n – кількість днів у місяці.

На основі викладеного можна зробити наступні висновки.

1. Для розрахунку об'ємів опадів, що випадають на поверхню Каховського водосховища, можна використовувати дані 3 метеостанцій, які рівномірно розміщені по акваторії Каховського водосховища.

2. Поверхневий приплив до водосховища та надходження води з малих річок пропонується здійснювати, використовуючи карту норм річного стоку та криву забезпеченості річних опадів у межах Каховського водосховища.

ІЗОТОПНА ГІДРОЛОГІЯ: ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД ТА РОЗВИТОК МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В УКРАЇНІ

Ухань О.О., к.геогр.н., Набиванець Ю.Б., к.геогр.н.,
Осадча Н.М., д.геогр.н., Лузовіцька Ю.А., к.геогр.н.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України

Ізотопна гідрологія дозволяє визначити походження води та її зміни протягом гідрологічного циклу (шляхом вивчення атмосферних опадів), вік води (в переважній більшості це стосується дослідження підземних вод), якість води та ідентифікацію певної забруднюючої речовини (аналіз поверхневих вод). За допомогою ізотопних методів можливе детальне вивчення компонентів гідрологічного циклу, що сприяє оцінці кількості, якості та стійкості водних ресурсів. Дані, які отримуються в результаті таких досліджень є корисними для керівників, що займаються стратегічним плануванням та управлінням водними ресурсами [1].

Атмосферні опади є основою процесів кругообігу води, і саме під час атмосферного руху (процесів випаровування, формування та випадіння атмосферних опадів) ізотопний склад води зазнає найбільших змін. Глобальна мережа спостережень за ізотопним складом атмосферних опадів (Global Network of Isotopes in Precipitation - GNIP) діє з 1960-х рр. В даний час на мережі GNIP нараховується понад 350 діючих пунктів відбору проб по всьому світу. База даних GNIP містить багаторічні дані щодо стабільних ізотопів ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ і $^2\text{H}/^1\text{H}$) і радіоактивного тритію (^3H), які отримуються на основі щомісячних композитних проб опадів. Лабораторія ізотопної гідрології МАГАТЕ (Австрія, м. Відень) відіграє одну з ключових ролей в аналізі проб атмосферних опадів, зібраних на мережі GNIP. Всі дані GNIP проходять попередню оцінку контролю якості (QA/QC), і потім архівуються в онлайн-базі даних, яка є доступною зареєстрованим користувачам через інтернет-портал WISER (<https://nucleus.iaea.org/wiser>).

Україна в базі даних WISER була представлена 5 станціями відбору проб атмосферних опадів:

- м. Харків – 2 станції - період роботи першої 1980-1988 рр., другої 2013-2016 рр.;

- м. Львів – 1980-1990 рр.;

- м. Одеса – 1969-1990 рр.;

- м. Святогірськ – 2015-2016 рр.

Наразі жодна з них не є діючою.

З метою співробітництва, координації та покращення моніторингу стабільних ізотопів в глобальних атмосферних опадах в рамках проекту МАГАТЕ F30056 "Isotope data networks for precipitation, rivers and groundwater" було укладено Дослідницький контракт №23912 «"Isotope Data

Network for Precipitation and Rivers in South-Western and Central Ukraine» між МАГАТЕ та УкрГМІ. Зразки сумарних опадів з метою подальшого аналізу на ізотопи відбиратимуться на станціях, обраних згідно рекомендацій МАГАТЕ та за сприяння директора Українського гідрометеорологічного центру у Київській (м. Київ, УкрГМІ), Херсонській (Каховська ГМО, смт. Нова Каховка, метеостанція) та Одеській (м. Ізмаїл, метеостанція) областях. Необхідне обладнання, а саме три колектори Palmex Rain Sampler отримано за зазначеним контрактом від МАГАТЕ для відбору проб опадів (дощ, сніг або змішані опади) та подальшого вивчення їх ізотопного складу. Щомісячні композитні проби опадів будуть доставлятися для аналізу на стабільні ізотопи до лабораторії у м. Відень, Австрія. Крім цього, надаватиметься інформація щодо температури повітря та відносної вологості. Новим станціям GNIP в Україні присвоєно унікальний код, похідний від коду найближчої станції Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО).

Перший досвід визначення природних ізотопів кисню та водню у пробах води був отриманий за участі науковців УкрГМІ та Інституту гідрології Словацької АН в рамках українсько-словацького дослідницького проекту «Вплив глобальних змін клімату на водні ресурси України на основі оцінки мінливості водного стоку та компонентів гідрографа». Дослідження здійснювались на території експериментального водозбору р. Богуславка. Одним з головних завдань проекту було застосування ізотопного аналізу (визначення природних нерадіоактивних ізотопів ^{16}O , ^{18}O , ^2H) у пробах поверхневих вод, ґрунтових вод та атмосферних опадів для виділення основних компонентів живлення річок. Проби відбиралися протягом 2017-2018 рр. у періоди активного танення снігу та інтенсивних опадів. Результати визначення ізотопів ^{18}O , ^2H у відібраних пробах свідчать про активне випаровування води з русла річки до липня 2017 року та практичну відсутність випаровування талих снігових вод [2].

Також ізотопний аналіз у поєднанні з іншими методами (застосування фільтра Екхарда, вивчення хімічного складу води) використовувався для розділення гідрографу стоку з метою оцінки частки глибинного підземного живлення, швидкості поповнення підземних вод та, в подальшому, виявлення основних шляхів надходження забруднюючих речовин до річки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ортега Лусия, Хиль Лаура Изотопная гидрология: обзор. Бюллетень МАГАТЭ. Водные ресурсы. 2019. С. 4-5. www.iaea.org/bulletin
2. N. Osadcha, L. Holko, V. Osadchyi, M. Lytvyn Runoff components in a small agricultural catchment in Ukraine studied by water chemistry, stable isotopes and hydrograph separation. 17th Biennial Conference ERB2018. https://waterandchange.org/wp-content/uploads/2018/11/erb2018_abstracts.pdf

ПРОБЛЕМИ ВЕРИФІКАЦІЇ ГІДРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В УКРАЇНІ У ХХІ ст.

Хільчевський В.К., д-р георг. наук, професор,
Гребінь В.В. д-р георг. наук, професор

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Підписання в 2014 р. Угоди про асоціацію України з Європейським Союзом дало поштовх реформам у сфері водних відносин. Можна констатувати, що певним досягненням в Україні є реформування сектору управління водними ресурсами за басейновим принципом, яке розпочалося в 2016 р. на основі імплементації положень базової Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС, 2000 р.) та ще п'яти профільних водних директив у законодавчі акти України. Важливим документом для басейнових структур Держводагентства України стане план управління річковим басейном (ПУРБ), основним завданням якого є досягнення доброї якості води у водних об'єктах. В ПУРБ передбачено моніторинг кількісних та якісних показників водних об'єктів: виділення масивів поверхневих і підземних вод; визначення їхнього хімічного та екологічного стану.

На жаль, за межами положень ВРД ЄС, основне спрямування якої управлінсько-гідроекологічне, знаходиться низка питань, які мають стратегічне значення для управління водними ресурсами України, враховуючи внутрішні і глобальні виклики ХХІ ст. А саме – роботи зі створення сучасного водного кадастру України, ретельне вивчення водного фонду [2]. Оскільки це питання не ставиться європейськими партнерами, то воно знаходиться на периферії інтересів у нашій країні.

Не дивлячись на Постанову Кабінету Міністрів України «Про затвердження порядку ведення Державного водного кадастру» (1996 р.), ця справа по суті ще далека від завершення. Є лише певні наробки окремих авторів. Останні кадастрові дослідження водних об'єктів в Україні виконувалися понад 50 років тому, коли в колишньому СРСР складався другий водний кадастр (1960-1973 рр.). Було видано багатотомну фундаментальну працю «Ресурсы поверхностных вод СССР».

Відсутність реальних скоординованих дій зі створення водного кадастру в Україні призводить до того, що на питання про морфометрію водних об'єктів, або їхню кількість у певному регіоні чи річковому басейні немає однозначної відповіді. В публікаціях тиражуються різні цифри стосовно кількості тих чи інших видів водних об'єктів, часто неспівмірні з реаліями. Сприяє цьому й те, що до виконання міжнародних проектів часто залучаються фахівці, які не мають профільної гідрологічної освіти. В роботі [1] було показано, як відбувалася трансформація оцінок кількості річок в Україні за різні роки.

Відсутність фундаментальних підходів проявляється і при розробці та прийнятті нормативних документів. В Україні діє класифікація річок за площею водозбору: великі (понад 50 тис. км²), середні (2,0 -50 тис. км²); малі - до 2,0 тис. км² (ст. 79 Водного кодексу України). Такий поділ існував ще у Водному кодексі колишнього СРСР, застосовується зараз і в Російській Федерації.

В той же час, при внесенні змін і доповнень до ВКУ у 2016 р. у статтю 79 було додано про те, що «Визначена у цій статті класифікація річок України не застосовується для визначення масивів поверхневих та підземних вод». Класифікація не застосовується тому, що для визначення масивів поверхневих вод необхідно використовувати методику, яка створена на основі вимог ВРД ЄС. В ній у класифікації річок за площею водозбору наявні інші градації: дуже великі - понад 10 тис. км²; великі (1,0 тис.–10 тис. км²); середні (100-1000 км²); малі (10-100 км²). Виникає закономірне питання – чому у 2016 р. у Водному кодексі України не було зроблено перехід повністю на класифікацію річок за площею водозбору за ВРД ЄС?

Ще одне питання, якого слід торкнутися – кількість водних ресурсів. Виконані в роботі [3] дослідження водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat (ООН) змусили звернути увагу на певні відмінності в оцінюванні кількісних показників водних ресурсів нашої країни вітчизняними фахівцями і міжнародними організаціями. Практично, всі дані по складниках водних ресурсів в Україні, які наводяться в FAO Aquastat, в певній мірі відрізняються від тих, що публікуються в українських джерелах, при тому, що одним з каналів інформації для FAO є національні урядові джерела. На означену методичну проблему необхідно звернути особливу увагу науковому та експертному середовищу, представникам уповноважених органів.

Вирішення означених в тезах питань й було об'єднано під терміном верифікація (*лат. verificatia* – підтвердження).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. № 2 (41). С. 32–47.
2. Хільчевський В.К. Сучасна характеристика поверхневих водних об'єктів України: водотоки та водойми // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. №. 1 (59). С. 17–27.
3. Хільчевський В.К. Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO Aquastat// Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2021. №. 1 (59). С. 6–16.

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНІВ ВОДИ В КІЛІЙСЬКОМУ РУКАВІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ВОДНОСТІ ДУНАЮ

Христюк Б.Ф., канд. геогр. наук

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Прогнози рівнів води на українській частині Дунаю використовуються для потреб судноплавства, зрошення, водопостачання, риболовства, захисту населення від високих паводків тощо.

До складу аналітично-експертної системи прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «ІСТЕР», розроблену в УкрГМІ в 2014 р., входять прогностичні залежності для прогнозування рівнів води на трьох гідрологічних постах в Кілійському рукаві Дунаю з завчасністю до трьох діб. Прогностичні залежності враховують добові зміни рівня води на гідрологічних постах Рені (Δh^{rn}_t) і Ізмаїл (Δh^{iz}_t) та були встановлені на основі даних спостережень за тривалий період (табл.1). Прогностичні залежності застосовуються за відсутності льодових та згінно-нагінних явищ у Кілійському рукаві.

Таблиця 1. Прогностичні залежності для прогнозування рівнів води на гідрологічних постах, розташованих у Кілійському рукаві, з завчасністю одна доба

№ п/п	Назва поста	Відстань від гирла, км	Період спостережень	Прогностичні залежності	Допустима похибка, см
1	Ізмаїл	93,6	1921-2013	$H^{iz}_{t+1} = H^{iz}_t + 0,54 \Delta h^{rn}_t + 0,01$	4
2	Кілія	47,0	1980-2013	$H^{ky}_{t+1} = H^{ky}_t + 0,29 \Delta h^{rn}_t + 0,01$	3
3	Вилкове	18,0	1921-2004, 2006-13	$H^{vk}_{t+1} = H^{vk}_t + 0,11 \Delta h^{iz}_t + 0,01$	3

Примітка: rn – Рені, iz – Ізмаїл, ky – Кілія, vk - Вилкове

Перевірку придатності прогностичних залежностей для використання в сучасний період виконано на основі даних спостережень за 01.01.2019-04.06.2021 рр. Справджуваність прогнозів для гідрологічних постів Ізмаїл, Кілія та Вилкове становить 83, 62 та 60 відсотків, відповідно.

Відносно невисока справджуваність прогнозів для гідрологічних постів Кілія та Вилкове обумовлена неврахуванням впливу згінно-нагінних явищ, які наряду з трансформацією (розпластуванням) паводкової хвилі, спостерігаються в Кілійському рукаві зазвичай в холодну пору року (жовтень-березень) при вітрах зі швидкістю більше 10 м/с під час вторгнення циклонів в гирло Дунаю (рис.1). Згони обумовлені вітрами західних румбів, а нагони – східних [1].

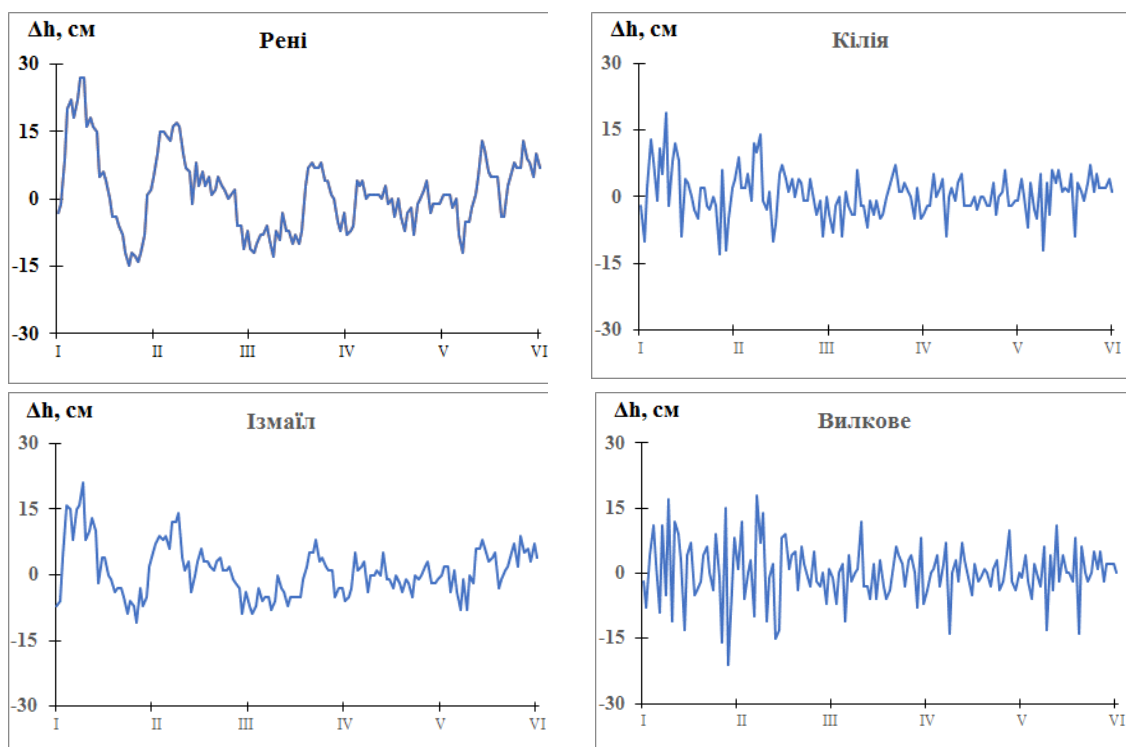


Рисунок 1. Трансформація добових змін рівнів води та прояв згінно-нагінних явищ на українській ділянці Дунаю, 2021 р.

Також на коливання рівнів води в Кілійському рукаві впливають льодові явища і, особливо, затори льоду, які утворюються під час льодоходу на різких поворотах русла та на його звужених ділянках. Середні дати появи льодових явищ в Кілійському рукаві припадають на середину січня, а повного очищення від льоду – на середину лютого [2].

Результати перевірки прогностичних залежностей дозволяють використовувати їх в оперативному прогнозуванні рівневого режиму Кілійського рукава Дунаю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Христюк Б.Ф. Краткосрочное прогнозирование уровней воды в Килийском рукаве Дуная. *Energetika*. Т. 60. Nr. 1. 2014.
2. Gorbachova L. & Khrystyuk B. The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel. Conference proceeding «Water resource and wetlands»: 14-16 September 2012, Tulcea, Romania / In. Casretescu P, Lewis W., Bretcan P. (eds). 2012. P. 319-324.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИДУНАЙСЬКИХ ВОДОЙМ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Шакірманова Ж.Р.¹, д-р геогр. наук, проф.,
Медведєва Ю.С.², канд.геогр.наук, доц.,
Романова Є.О.³, д-р філос.(PhD), Станко М. І.¹

¹Одеський державний екологічний університет

²Національний університет «Одеська морська академія»

³БУВР річок Причорномор'я і нижнього Дунаю

Придунайські водойми зазнали значної реконструкції, починаючи з середини 60-х років минулого століття. До цього вони були з'єднані з р. Дунай протоками і ериками, а їх водний і сольовий режими визначалися гідрологічним режимом Дунаю. Реконструкція системи з будівництвом шлюзів (при створенні насосних станцій) дозволяла управляти водним і сольовим режимами для забезпечення зрошення і комунально-побутового споживання, які розвивалися того часу в регіоні.

З іншого боку, всі ці водойми мали і велике рибогосподарське значення. Підтримка нормативно-допустимих рівнів мінералізації забезпечувалася за рахунок підкачки дунайської води (з мінералізацією в середньому на рівні 0,35-0,45 г/дм³) до нормально - підпертих горизонтів, які були встановлені з урахуванням забору води на зрошення. Такий водообмін забезпечував експлуатаційну мінералізацію в вегетаційний період на рівні 1,0 г/дм³. Економічний спад, який спостерігався на початку 90-х років минулого століття, особливо негативно позначився на зрошуваному землеробстві. У басейнах озер воно практично припинилося, а водообмін в них підтримувався фактично тільки завдяки самопливного наповнення і скидання води в р. Дунай. В результаті з року в рік мали місце процеси тривалих сезонних знижень рівнів води в озерах, особливо у літній і осінній періоди (майже до відміток РМО), та підвищення мінералізації води в них. Так, наприклад, в озері Катлабух мінералізація води дорівнює 2,0-3,5 г/дм³ і вище, що у 2-3,5 рази перевищує допустимі норми води для зрошення та питної води. Слід зазначити, що останні роки (2016-2020 рр.) характеризувалися значним підвищенням величин місячних сум випаровування на фоні зменшення кількості опадів (особливо у 2018-2019 рр.). Це призвело до обміління водойм та погіршення якості води в них.

Особливо катастрофічною стала ситуація у 2019, 2020 роках в озері Катлабух (рис. 1). У зв'язку з низькими рівнями води в р. Дунай на початку 2020 р. на водосховищі Катлабух склалися складні гідрологічні умови та спостерігалось маловоддя. Станом на 18 лютого рівень води наблизився до

відмітки 0,73 мБС (при рівні метрового об'єму (РМО) 0,7 м БС) та мінералізацією води 3 г/дм³, яка іноді підвищувалася до 4,0 - 4,2 г/дм³. Примусове поповнення водосховища Катлабух здійснювалось з березня 2020 р. і станом на 28 липня 2020 р. обсяг поповнення становив 75 млн м³, а рівень води підвищився до відмітки 1,09 мБС, мінералізація води складала 1,87 г/дм³. Забори води на зрошення в літній період були значними і становили 79,5 млн м³. Це дало змогу здійснити водообмін у водосховищі та призвело до покращення якості води. В осінній період 2020 р. рівень води знов став зменшуватися, а мінералізація зростати.

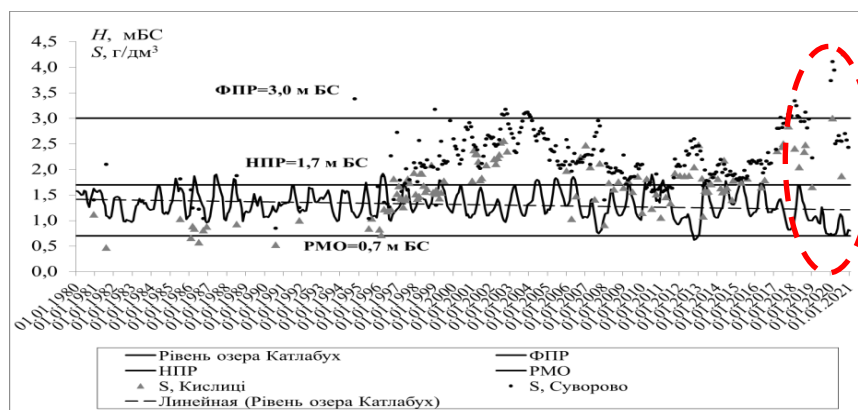


Рисунок 1. Суміщений хронологічний графік ходу середньомісячних рівнів і мінералізації води в озері Катлабух (1980 по 2020 рр.)

Сучасні методи гідрометеорологічних досліджень Придунайських водойм пов'язані з аналізом та моделюванням водно-солевого режиму озер для сталого їх водокористування в умовах зміни клімату. При цьому використаний метод водного та солевого балансів, який на основі співвідношення приходних і витратних частин балансів дозволяє здійснити комплексну оцінку та встановити взаємозв'язки складових гідрологічного і гідрохімічного режимів Придунайських озер в умовах сукупної дії природних і антропогенних чинників.

В роботі запропонована балансова схема розрахунку наповнення талодощовими водами Придунайських водойм у весняний період року й при залученні даних довгострокового прогнозу шарів весняного стоку з басейнів озер. Це дозволить завчасно корегувати диспетчерський графік шлюзів при щорічному весняному наповненні озер дунайською водою для їх раціонального функціонування у сучасний період і у майбутньому.

Для автоматизації та оперативного дослідження водного і солевого режимів, зокрема озера Катлабух, авторами запропоновано сучасні технології у вигляді програмного комплексу «*CatlabuhApp*», який дає можливість табличного і графічного представлення результатів розрахунків за різних умов водогосподарської експлуатації водойми.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ СЕЗОННОГО МЕЖЕННОГО СТОКУ РІЧОК ПІВДНЯ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ

Шакірманова Ж.Р., д-р геогр. наук, проф.,
Погорелова М.П., канд. геогр. наук, Мостій А.С., Блага А.О., Стратійчук О.В.

Одеський державний екологічний університет

Для забезпечення сталого водокористування природних вод річок посушливого південного регіону України, які в умовах зміни клімату зазнають зменшення та дефіциту, особливо протягом сезонного меженого періоду, актуальною є задача розробки сучасних прогностичних методик для визначення мінімального стоку річок. Прогнозування межених витрат води та строків меженого періоду низького стоку річок дозволить завчасно і раціонально планувати роботу всього водогосподарського комплексу південного регіону України, регулювати навігацію, риборозведення, рекреацію, здійснювати заходи щодо охорони навколишнього середовища.

Меженний стік річок – це стік літнього, осіннього та зимового періодів, коли річки отримують живлення в основному лише від підземних вод і тільки іноді мають приток від дощів чи від танення снігу у періоди зимових відлиг. Прогнози меженого стоку випускаються після закінчення весняного водопілля, у той період, коли опадів практично не спостерігається, а підземна складова стоку майже не змінюється за часом. В такому випадку стік води у замикаючому створі можна представити як функцію тільки запасів води у руслі. У випадку дощових паводків на річковому басейні в цей період потрібно враховувати опади в період завчасності прогнозу.

Метою роботи є розробка регіональної методики короткострокового прогнозування характеристик меженого річкового стоку літнього та осіннього періодів в басейнах р.Південний Буг та річок Причорномор'я на основі методу руслових запасів води, оцінка її ефективності.

Величину літнього і осіннього стоку за деякий відносно великий період часу ($\sum_0^t Q$) можна приблизно розглядати як суму таких додатків

$$\sum_0^t Q = W_p + \sum_0^t Q_p + \sum_0^t Q_d, \quad (1)$$

де W_p – запас води в річковій системі в початковий момент часу t ;
 $\sum_0^t Q_p$ – стік підземних вод, що потрапили в річкову систему за час t ;
 $\sum_0^t Q_d$ – поверхневий стік дощових вод за час Δt .

Для розробки регіональної методики прогнозу середньодекадних витрат води меженого літньо-осіннього стоку були прийняті дані про щоденні та середньодекадні витрати води за період червень – вересень з 1980 р. по 2015 р. для постів р. Південний Буг та річок Причорномор'я, Нижнього Дніпра.

В основу прогнозу середньодекадних витрат води покладено рішення рівняння (1). Практично розробка регіональної методики прогнозу полягає в побудові узагальнених співвідношень типу

$$q_{t+\Delta t} = f(q_t), \quad (2)$$

де $\bar{q}_{t+\Delta t}$ – середній модуль стоку за період часу Δt , л(с/км²); q_t – модуль стоку у замикаючому створі річки на дату випуску прогнозу t , л(с/км²); період часу Δt прийнятий за одну декаду.

Побудова регіональних залежностей типу (2) відбувалася шляхом їх графічного встановлення за даними багаторічних спостережень та оцінки точності отриманих прогнозних залежностей. Такі залежності, встановлені для окремих місяців літньо-осіннього періоду та узагальнені для річок, що характеризуються однотипними фізико-географічними умовами формування меженного стоку в межах Півдня України. Точність прогнозів при цьому буде тим вища, чим менший вплив дощів на стік меженного періоду в даному районі дослідження. За дату t , на яку визначаються величина q_t , тобто дату складання прогнозу декадного стоку, приймається 10, 20-те, чи 30(31)-те число кожного місяця.

За критерій якості методики прогнозів приймається відношення середньої квадратичної похибки S до середнього квадратичного відхилення σ_{Δ} . Результати перевірених прогнозів показали, що, наприклад, для річок Південного Бугу та річок Причорномор'я для червня і липня розкид точок відносно осередненої лінії досить невеликий, про що свідчать межі допустимих похибок для кожного місяця. Для серпня і вересня тіснота зв'язків зменшується. Це пов'язано зі значними кількостями опадів, які випали за період завчасності прогнозу, або при їх величинах значно нижчих за норму.

Регіональна методика прогнозу середньодекадних витрат води річок басейну р.Південний Буг оцінюється як задовільна, так як критерій якості та ефективності методики відношення S/σ_{Δ} становить 0,76-0,81, а забезпеченість допустимої похибки P складає 70-88%; у північно-західному Причорномор'ї критерій якості та ефективності методики змінюється від 0,54 до 0,75, а забезпеченість $P\%$ - від 81% по 91%. У суббасейні Нижнього Дніпра методика є доброю (критерій якості та ефективності методики не перевищує 0,5 при $P\%$ в середньому на рівні 90%).

Запропонована регіональна методика прогнозу меженного літньо-осіннього стоку річок Півдня України дозволяє випускати прогнози середніх за декаду витрат води для будь якої річки басейну, не залежно від наявності регулярних спостережень за стоком води. Строки меженного періоду низького стоку визначаються в поточному режимі по спрогнозованих мінімальних середньодекадних витратах води в річках.

СЕКЦІЯ
«КЛІМАТОЛОГІЯ»

ANALYSIS OF THE HISTORY OF METEOROLOGICAL REPORTS IN THE UKRHMI AND THE HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE OF UKRAINE

Martazinova V.F., Dr. Sci., prof.

Ukrainian Hydrometeorological Institute of ANU and DSNS of Ukraine

Climate is statistical data about the weather, averaged over a certain period. Therefore, weather science is at the heart of climate science. The problem of climate change is at the heart of human life. The frequency of extreme weather conditions is increasing from year to year, which raises concerns about the direction of changes in the current climate and its further transformation. For each country, the priority tasks are weather forecast and the problem of climate change.

In the Ukrainian Hydrometeorological Institute, the problems of weather forecasting and research of the climate of Ukraine in the previous decades were solved in several departments (Department of Numerical and Synoptic Research - Head of Department Dr.Sci. A.I. Romov, Department of Agrometeorology - Head of Department Dr.Sci. Dmitrenko V.P., Department of Meteorological Research - Head of Department Dr. Sci. prof. Sakali L.I., Department of Cloud Physics - Head of Department, Dr. Sci E. E. Kornienko) by well-known Ukrainian scientists. However, at present, the tasks of forecasting weather and climate change at UkrHMI are solved professionally practically only in one department of climate research and long-term and medium-term weather forecasting, consisting of less than 20 people. The changes that led to the reduction of modern climate change research and the development of weather forecast models UkrHMI raises the question of the future of meteorological science in the Hydrometeorological Service of Ukraine.

CLIMATIC FEATURES OF DROUGHT ON THE TERRITORY OF UKRAINE

Martazinova V.F., Dr. Sci., prof., Shcheglov A.A., Ph.D.

Ukrainian Hydrometeorological Institute of ANU and DSNS of Ukraine

Atmospheric and biological drought is caused by a long and significant lack of precipitation at high air temperatures. We propose a new criterion for drought and excessive moisture, which differs in its approach from other criteria and allows you to objectively analyze drought on the territory of Ukraine in the warm season. The analysis showed which regions and which main months of the period are prone to drought.

DYNAMICS OF THE TEMPERATURE REGIME OF THE ANTARCTIC PENINSULA

Prokofiev Oleg, PhD (Geography), Ass. Prof., Goptsiy Maryna, PhD (Geography)

Odessa State Environmental University

The warming of the climate system is an unconditional fact. Most of the climate changes observed in recent years are unprecedented even on the scale of centuries and millennia. These changes are most clearly traced in the Polar Regions.

Purpose of the study: analysis of the dynamics of the thermal regime of the Antarctic Peninsula under the conditions of ongoing climatic changes.

The study area is the Antarctic Peninsula.

As a starting material, we used the monthly average values of the surface temperature. Since the purpose of this work is to analyze the long-term variability of the thermal regime of the Antarctic Peninsula, the study used data from seven Antarctic stations located in different parts of the Antarctic Peninsula. These stations carry out climate monitoring of the atmosphere on the Antarctic Peninsula. To obtain the calculated parameters, standard statistical methods were used.

As a result of statistical analysis, it was revealed that at most of the stations under consideration, an increase in surface air temperature is observed for the calculated period (1990-2019) for most months of the year (Table 1). The greatest positive trends are observed during the Antarctic winter. The maximum temperature increase was recorded at Faraday \ Vernadsky and San_Martin stations (+8.2 and +4.5 °C, respectively). Negative trend values are observed mainly during the Antarctic summer (December-January).

Table 1. The value of the trend component of surface air temperature (°C)

Station	Trend value												Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Jubany	-0,1	-0,3	0,2	0,7	3,0	1,0	0,5	0,3	0,5	1,6	0,2	-0,2	0,3
Belling-shausen	-0,4	0,3	0,4	0,2	2,5	1,6	2,0	2,3	1,1	0,2	0,1	-0,2	0,9
Esperanza	2,0	3,0	2,4	1,5	3,9	1,1	0,5	2,8	1,0	0,8	1,3	1,1	1,8
Marambio	2,0	2,5	2,0	1,0	2,1	0,0	0,2	1,5	2,5	0,1	1,3	0,9	1,2
Faraday\ Vernadsky	1,7	1,7	1,7	1,8	2,6	4,5	8,2	7,0	3,8	2,0	1,2	1,9	3,5
Rothera	0,3	0,8	1,2	1,5	4,0	2,5	4,0	4,0	3,0	3,0	1,3	0,0	2,3
San_Martin	1,4	2,0	1,7	1,6	4,5	2,0	2,0	3,2	3,9	2,8	0,1	0,7	1,8

To identify the characteristics of the dynamics of surface air temperature for the study period from 1990 to 2019 analyzed the anomalies of surface temperature for ten-year periods from 1990 to 2019. Deviations of the average value of surface temperature for each station for each decade from the long-term average value of surface temperature are used for analysis [1, 2].

The first decades of 1990-1999 the studied stations present mainly negative temperature anomalies for all months of the year. The largest negative anomalies are observed in winter (-8.0°C , Jubany).

In the second decade (2000-2009) there is a restructuring of the thermal regime: from November to March at most of the studied stations there are positive air temperature anomalies, and from April to October - negative. The largest negative anomalies during this period are recorded at Marambio station (September – -1.0 , October -0.9°C).

In the third decade (2010-2019) for most stations in the region is characterized by a predominance of positive anomalies during the year, except for June. Negative anomalies also occur, but they are small, down to -0.3°C . The largest increase in temperature is recorded in winter (July) at the stations Faraday \ Vernadsky (1.9°C), San Martin and Rothera (1.3°C).

Thus, the analysis of air temperature anomalies showed that in the last decade (2010-2019) there has been an intense increase in the surface air temperature on the Antarctic Peninsula. The greatest above zero temperature anomalies are recorded during the Antarctic winter.

The study of the dynamics of the air temperature of the Antarctic Peninsula made it possible to reveal the presence of certain changes in the meteorological regime that occur in the region, namely the strengthening of the role of cyclones of the northwestern trajectories (the East Pacific and South American branches of the movement of cyclones) in the summer period of the year, and their weakening in winter. Over the past thirty years, a steady tendency towards an increase in surface air temperature has been recorded for most months of the year, which may indicate a violation of the stability of the thermal regime of the Antarctic Peninsula.

REFERENCES

1. Прокоф'єв О.М., Богданова Д.О. Динаміка температурного режиму різних кліматичних зон Антарктиди // Збірник матеріалів II Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічні проблеми навколишнього середовища та раціонального природокористування в контексті сталого розвитку», Полтава, Україна, 26 червня, 2020. – С. 117-121.
2. Воциліна Д.С., Прокоф'єв О.М. Дослідження динаміки приземної температури повітря на станції Новолазарівська // Тези ІХ Міжнародної антарктичної конференції, присвяченій 60-річчю підписання договору про Антарктиду, м. Київ, 14-16 травня 2019. – С. 254-255.

ANALYSIS OF SPATIAL-TEMPORAL DISTRIBUTION OF FIRE WEATHER INDEX FROM 1990 TO 2020 IN BELARUS

Sumak K., PhD

*Republican center for hydrometeorology, control of radioactive contamination and environmental monitoring
Belarussian State University*

Introduction. The types of emergency situations associated with weather conditions include fires in forests, fields and peat deposits. Fires annually destroy and damage forests over large areas, which has a negative impact on the social and economic development of countries. A significant role in the occurrence of extensive fires is played by dry weather, stormy wind, etc. Currently, the fire weather condition can be estimated and predicted using various weather indices.

The purpose of this study is to assess the fire weather conditions over the territory of Belarus during the warm season (March-October) for the period 1990-2020.

Materials and methods. The fire weather condition in the region was estimated by using the monthly data of Canadian Fire Weather Index (FWI) [1, 2] obtained from daily values in Copernicus Database. There were used criteria FWI adapted for the European Forest Fire Information System (EFFIS) (table 1).

Table 1. The Fire Danger Classes (according to EFFIS) [3]

Fire Danger Classes	FWI
Very Low	<5.2
Low	$5.2 \geq \text{FWI} < 11.2$
Moderate	$11.2 \geq \text{FWI} < 21.3$
High	$21.3 \geq \text{FWI} < 38.0$
Very High	$38.0 \geq \text{FWI} < 50.0$
Extreme	$\text{FWI} \geq 50.0$

The forest fire data for the study period was provided by the Republican Center for Emergency Management and Response. Each fire event was included fire location with the area of ignition, occurrence time and consequences of fire (damage).

Results. The lowest seasonal average (March-October) values of the FWI were observed in the northern and north-western regions of the country – in the Vitebsk and Grodno regions (3.7-3.9), the highest – in the south-east of the country (Gomel region), with index values reaching 5.8, which corresponds to a low level of FWI.

The seasonal course of the FWI is characterized by increasing the average monthly values of the index from March to May (from the very low to the low

category of FWI), but in June, a decrease of FWI values was observed in all regions of the republic. In July, the index values increased and reached a maximum in all regions – within the low level of FWI (6...9). From August to October, there was a gradual decrease of the average monthly values of index.

The study period was characterized by changing the repeatability of different levels of the fire weather in separate time intervals in all regions of the country. At the beginning of the period, in 1990-1994, the very low level of FWI prevailed from 80% of cases in the Vitebsk region to 73% in the Gomel region. In the next five-year period, the repeatability of FWI in the low category increased from 20 to 40%. In the last decade, the repeatability of the middle level of FWI has increased to 10-23%, only in the Vitebsk and Grodno regions a very low and low level of FWI prevailed. The high level of FWI was observed only in period 2015-2020 over the south of Belarus (Brest and Gomel regions) with a low frequency of 2 %.

Analysis of the dynamics of the FWI anomalies showed that in all regions of Belarus the months with negative FWI anomalies generally were dominated during the study period, but in some years the positive FWI anomalies were prevailed: 2002, 2007, 2011, 2014-2015, and in the period from 2018 to 2020.

The monthly and seasonal periods with actual forest and peat fires which were recorded in the country were analyzed. This study presents the results for the spring season of 2020.

Spring 2020. Precipitation fell unevenly, the shortage was noted in April. March turned out to be very warm, positive anomalies reached 2-5°. The temperature regime of April was unstable, on some days the air temperature reached +24 +26°C. May was the coldest. The number of registered fires during the season was 900, the maximum – in the Brest and Gomel regions, respectively, 350 and 264. The area of fires is 5000 h. The most extensive wild fires were in April – 684, the maximum – in the Brest region (272). Analysis of the daily FWI values by regions showed that, on average, the maximum number of fires was observed on days with the highest FWI.

Summary. Thus, the obtained dynamics of the FWI indicates significant changes in the temperature and precipitation regime of the territory of Belarus in recent decades, increasing the likelihood of fires in ecosystems. The FWI can be recommended as an alternative to existing national fire weather assessment methods due to the high level of physical content of this parameter.

REFERENCES

1. Van Wagner C.E. Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Forestry Technical Report, Canadian Forestry Service Headquarters, Ottawa. 1987. 35 p.
2. Stocks et al. Forestry Chronicle. 1989. 65 (6). P. 450-457.
3. EFFIS – Fire Danger Forecast. URL://effis.jrc.ec.europa.eu/about-effis/technical-background/fire-danger-forecast.

CURRENT CLIMATE AND SEASONAL PREDICTABILITY POTENTIAL FOR THE ANTARCTIC PENINSULA REGION (TO THE 25TH ANNIVERSARY OF THE ACADEMIC VERNADSKY STATION)

Timofeyev V., Dr. Sci, Mazepa O., Fellow Res., Grebeniuk O.

Ukrainian Hydrometeorological Institute

Assessment of climate change and seasonal predictability potential in the Antarctic Peninsula (AP) region as viewed against El Niño-Southern Oscillation (ENSO) variability is the main purpose of the research. As well-known, most of the Antarctic stations are concentrated on the AP region, including Orcadas (more than 115 years of uninterrupted measurements), and Ukrainian Academic Vernadsky station (more than 70 years), providing the scientific community with valuable data which are important indicators for the climate variability.

Data from these stations show at least 2 episodes of regional warming, first at the beginning of 20th century and second one close to its end, Fig.1, which also showed Growing influence of ENSO throughout the last century. ENSO, and in particular El Niño, was found to be responsible for the regional climate variability and individual climate extremes. Aftereffects of regional climate change are considered including reduction of glaciers, sea-ice as well as important changes in ecosystems.

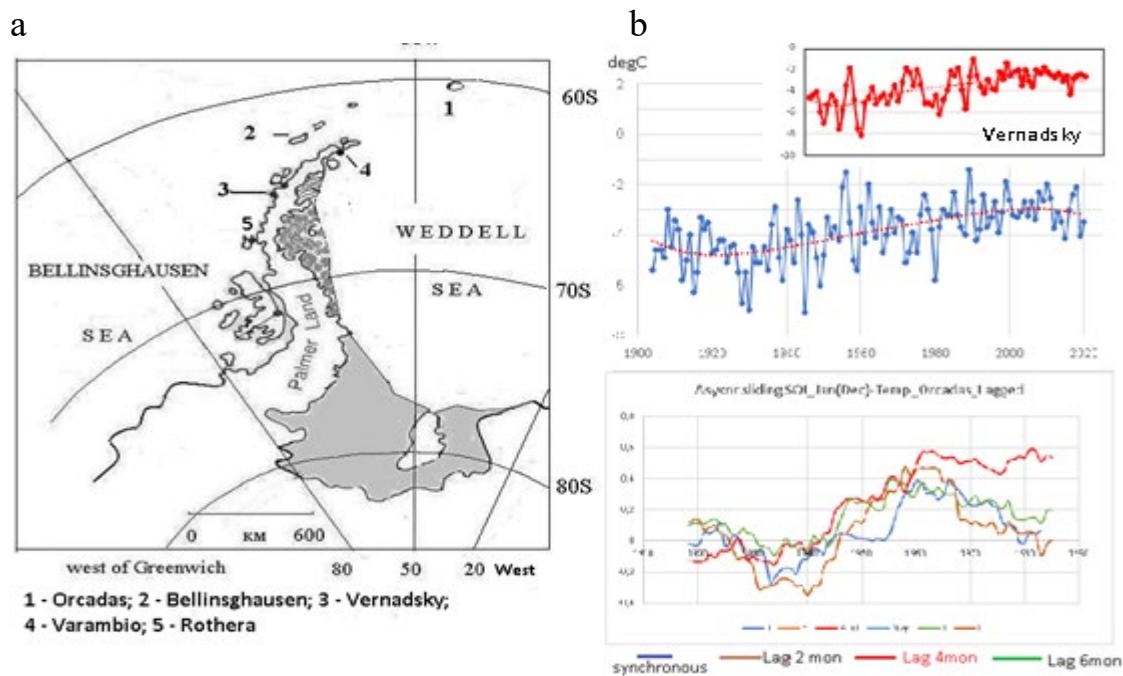


Fig 1. (left) Antarctic Peninsula with the position of scientific stations; (right) – near-surface yearly air temperature change at Orcadas station (with Vernadsky trend at inlet), and coefficient of synchronous and asynchronous sliding correlation (with a correlation window of 31 years) between the Southern Oscillation index (January) and average monthly SAT (2,4 and 6 mon. lag) at Orcadas station, 1904-2020.

Regional climate variability modes on interannual to decadal scales are well-outlined and related to the PDO and ENSO in the Pacific Ocean, and also to the Atlantic variability reflecting importance of the ocean-atmosphere interactions for the AP climate. An increase in the near-surface air temperature (SAT) has been peaked at the western coast of AP in 1986-2005, against the background of a predominantly warm ENSO phase. Signal of ENSO spreading fast to the AP region, determining climate anomalies at regional environment and local stations.

Different atmospheric circulation patterns and wind transports were found for West Antarctic sector during the years of various El Niño events. During the warm El Niño phase, anticyclogenesis prevails in the South East Pacific, and during La Niña, intensive cyclogenesis is found predominant. The recent warming period is characterized by the type of regional atmospheric circulation with prevailing cyclogenesis in the Bellingshausen Sea. This led to the strengthening in low-tropospheric winds and frequent weather modifications at the western coast of the AP (including Vernadsky station) due to Leaside effects and resulting Foehn winds, which, in turn, lead to additional warming.

An increase in the surface wind speed at regional stations was detected, associated with a general increase in the tropospheric westerlies during the period of global warming within Antarctica, and resulting Southern Annular Mode (SAM) index, reflecting expansion of subtropical highs on the background of warm ENSOs accompanied with the negative trend of barometric pressure within Antarctica.

The current period with the suspension of near-surface warming is associated with greater residence time of atmospheric circulation patterns, first, like-blocking episodes, depending on the duration of the ENSO phase. The last decade showed uncertainty in the assessment of future climate because SAT trend reversal is currently observed.

Potential of seasonal predictability of the East Pacific zone for Antarctic Peninsula is shown. A high synchronous and asynchronous correlation is found between air temperature anomalies in the west Antarctic Peninsula and a set of ENSO and South Atlantic indexes (SAI); the best correlation has been reached via the East Pacific and SAI indexes. The influence of ENSO on regional circulation and weather at the Antarctic Peninsula region is displayed in the best way on time scales from seasonal to half-an-year after its mature phase in the behavior (coupling) of the main large-scale synoptic systems. Regression and alternative forecast schemes for the seasonal SAT for the AP stations are calculated, with the best skill for the cold half of the year (May-September). The need for further research is indicated, as we have a limited set of El Niño episodes.

Although substantial progress has been made in recent years in understanding the dynamics and global influence of the equatorial Pacific, many applications remain not completely studied. They include atmosphere and ocean teleconnections and transition between scales, from synoptic to regional and local aftereffects such as local winds and currents, sea-ice.

АТЛАС СНІГОВИХ ЛАВИН УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Аксюк О.М., Ланшин В.П., Гончаренко Г.А.

Український гідрометеорологічний інститут

Сучасний інтенсивний розвиток інформаційних технологій, спрямований на упорядкування і якісне опрацювання величезних масивів даних дав імпульс для створення багатofункціональних геоінформаційних систем (ГІС). Ці новації надали можливість науковцям значно поглибити знання у галузі сніго- та лавинознавства.

Електронне (цифрове) картування – це сучасний спосіб візуального представлення даних на географічній карті, яке може виступати джерелом основної інформації для управлінців, що приймають рішення та іншого широкого кола користувачів (проектанти, будівельники, дорожники, лісники, спортсмени, туристи та інші). Під картуванням, або картографуванням, розуміють сукупність науково-технічних процесів, кінцевою метою яких є створення карти. Розрізняють загально-географічне картування та спеціальне. Спеціальне картування того чи іншого виду є невід'ємною складовою галузі науки (в даному випадку снігознавства та лавинознавства).

Снігові лавини посідають особливе місце серед геофізичних процесів, що відбуваються у гідросфері. Важливим завданням сьогодення для гідрометеорологічної служби України є впровадження нових технологій в систему спостережень за гірським сніговим покривом та прогнозуванням лавинної небезпеки в Українських Карпатах.

Виходячи з цього авторами було проведено комплекс робіт із збирання друкованої та електронної картографічної та довідкової інформації території Українських Карпат (рис. 1). Виконано опрацювання, аналіз, уточнення та відповідну конвертацію вихідної інформації. Розроблено електронний макет, на основі якого складена остаточна редакція картографічної частини електронного «Атласу снігових лавин Українських Карпат». Базова картографічна інформація опрацьована шляхом сканування паперових карт з подальшою векторизацією, моделюванням і збіркою цифрових космічних знімків та карт рельєфу. Отримана інформація стала підґрунтям для створення тематичних карт: висоти снігового покриву, лавинної небезпеки, крутості схилів та лавинних осередків. Оцифрована інформація містить дані про рельєф (ізолінії, позначки вершин, тальвегів тощо), гідрографію (річки 1-3 порядку), населені пункти (міста і селища) тощо. Для карт висоти снігового покриву використані довідкові матеріали власного розроблення.

Окрім карт в Атласі представлена інформація довідкового характеру, аудіо та фото матеріали.

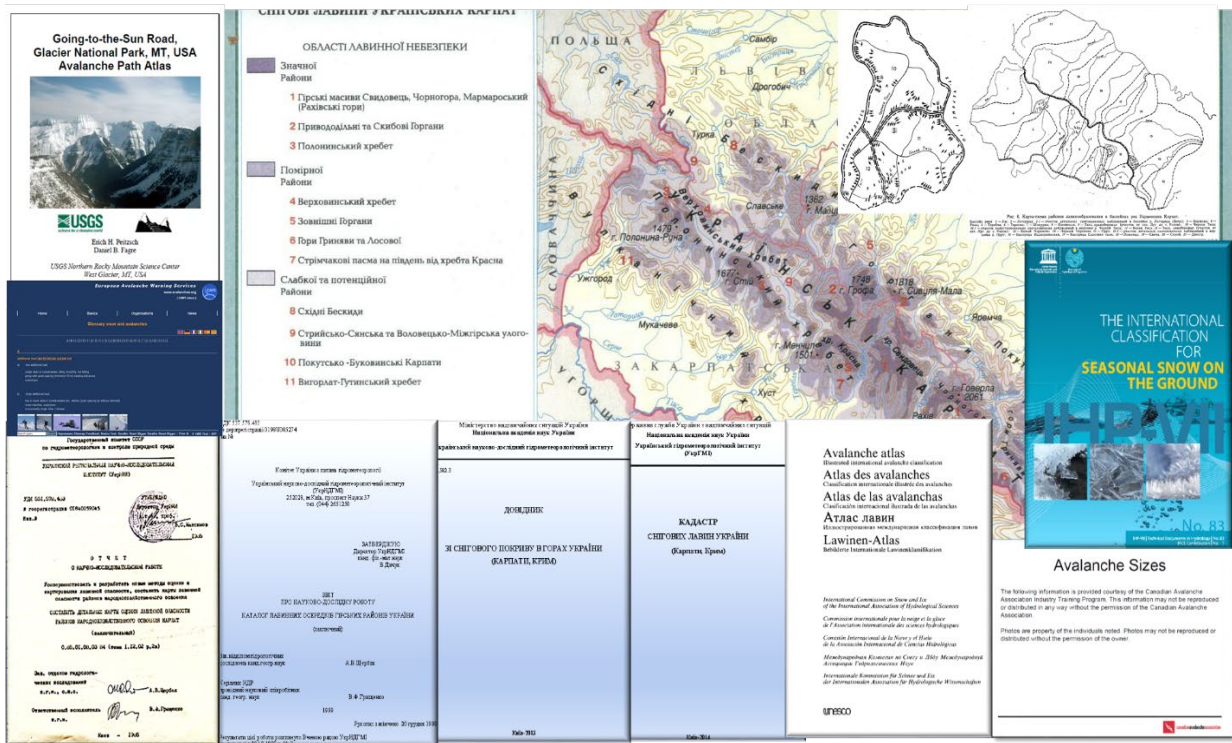


Рисунок 1. Використані матеріали

Атлас містить: передмову, вступ, фізико-географічний опис регіону, 25 карт, 10 інформаційних таблиць, 12 додатків, розділи - фото та відеоматеріалів. Серед оглядових тематичних карт масштабу 1:500 000 представлені карти середньої, максимальної та максимальної 1% імовірності висоти снігу в районах лавиноутворення Українських Карпат. До складу збірки також увійшли карти оптимізованих (вилучені рівнинні ділянки басейнів) районів лавиноутворення, лавинної небезпеки та гірських територій з проявом лавиноутворення. Зважаючи на нерівномірний розподіл лавинних осередків територією Українських Карпат були виділені 8 гірських територій (районів) з наявними ознаками лавинопрояву (зафіксованими лавинними осередками).

В Атласі представлено інформацію про 1616 лавинних осередків.

За допомогою ГІС технологій виконані розрахунки та обчислення для складання картографічних шарів крутості схилів в межах світового статистичного діапазону за ознаками прояву лавинної активності (0-12⁰, 12-25⁰, 25-30⁰, 30-35⁰, 35-40⁰, 40-45⁰, 45-50⁰, 50-60⁰).

Відпрацьовано технологію складання тематичних карт з використанням висотних даних **SRTM**, аерокосмоснімків, растрових та векторних карт, та алгоритм конвертації метаданих. Джерелом аерокосмоснімків для даної роботи є **SAS. Планета** та **Google Earth Pro**.

ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УКРАЇНИ

Бурнаєв О.М., к.фіз-мат.н., доц., Смичок В.Д., к.тех.н., доц., Качуровська В.В.

Львівський національний аграрний університет

За твердженнями кліматологів, в останні роки клімат України зміщується в бік "континентальності" – з жарким посушливим літом і холодними зимами. Обладнання вітрової енергетики має значний час окупності, співвимірний з тривалістю цих аномалій, тому актуальною є оцінка динаміки вітроенергетичного потенціалу України в умовах глобальних змін клімату. Аналіз кліматичних даних було виконано за період 30-50 років, в залежності від доступу до архівних матеріалів. Результати досліджень можна розділити на три групи. Виявлено, що на значній частині метеорологічних станцій України за останні 50 років середні швидкості вітру зменшились у 2 рази, у другій групі вони не змінилися, а у третій спонтанно коливаються, проте ніде не зросли. Такий результат, на перший погляд, слід вважати катастрофічним для розвитку вітрової енергетики, адже територія України і так не володіє таким потенціалом, як атлантичне або північне узбережжя Європи, та ще й швидкості вітру [1,2] постійно спадають, а частка штилів – росте.

Наявні джерела даних. Збором і опрацюванням метеорологічної інформації на території України займаються більш або менш систематично численні організації – насамперед гідрометеорологічні станції та пости служби Держкомгідромету, що у різні роки підпорядковувалась різним міністерствам, нечисленні відомчі пости, як, наприклад, Інституту геофізики Карпат, навчальних закладів, вітрових електростанцій, дорожніх служб. З них наймасовішими, регулярними і доступними є спостереження Держкомгідромету. Проте, наприклад, для єдиної метеостанції Львівського національного аграрного університету історичний період спостережень є набагато довшим (150 років), збережено довоєнні архіви і навіть архіви часів двох воєн. Всього вдалось опрацювати регулярні спостереження за температурою і вітром по 201 метеорологічній станції з 227 наявних за період від 1933 року з певними розривами у часі. За частиною характеристик спостерігають в Україні також близько 700 постів (багато з яких вели спостереження лише в окремі роки). Для порівняння, аналогічна за площею території Франція має 137 станцій та 187 постів (але крім цього, кораблі, радары і супутники).

Глобальне потепління та аномалії в спостереженнях за швидкістю вітру. Клімат України за останні 20 років спостережень дещо потеплішав. Проте, потеплішав приземний шар повітря у середньому по Україні на десяті частки градуса. Неодноразово при доповідях на міжнародних форумах українські науковці дивують світ потеплінням на окремих

метеостанціях іноді удесятеро більшим за середнє по Земній кулі. Одночасно з графіками зростання максимальних річних температур виявлено [2] зниження мінімальних, причому ця "вилка" зростає значно швидше, ніж змінюється середньорічна температура.

У зв'язку із значною увагою, що надається як науковцями, так і громадськістю до потепління атмосфери у цьому столітті, цікаво розглянути приклад ходу річних показників температури графічно (рис. 1).

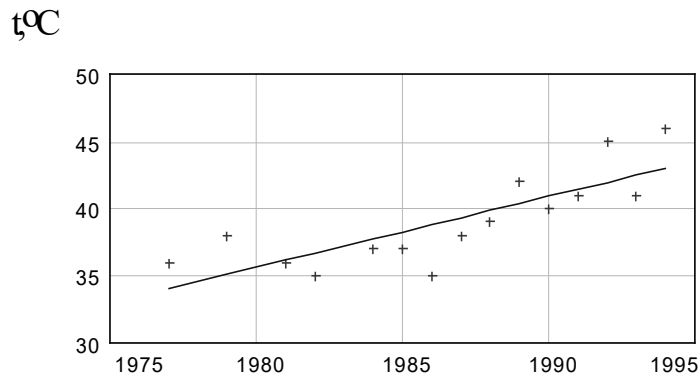


Рисунок 1. Зростання річних абсолютних максимумів температури поверхні ґрунту

Як виявилось, зміна температури приземного шару має прямий вплив на аномалії вітрового потенціалу (рис. 2).

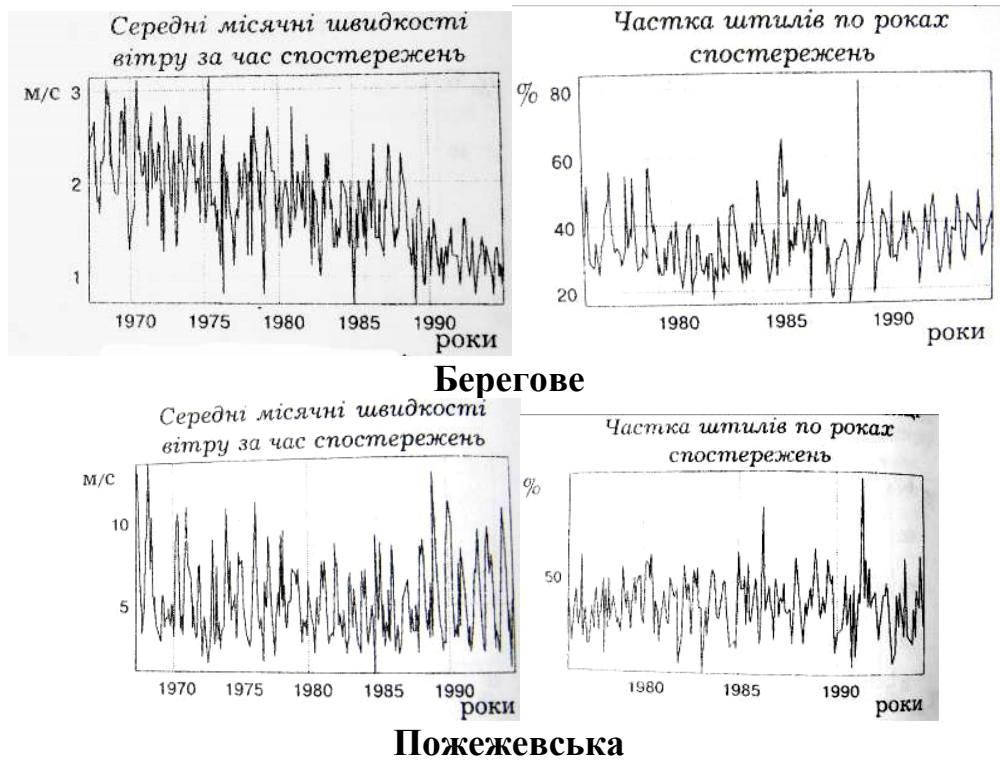


Рисунок 2. Графіки зміни швидкостей вітру по роках, характерні для різних метеостанцій України, що впливають на реєстрацію температури

Наведені на рис. 2 графіки запозичені з монографії [1] і стосуються не температур, а швидкості вітру і повторюваності штилів. У переважаючій кількості випадків з роками швидкість вітру на метеостанціях спадає [3], як у прикладі з Берегове, іноді не так сильно. Проте, для жодної метеостанції не спостерігається протилежного зростання швидкості вітру. Для вітрової енергетики такі результати виглядають неприйнятними, адже в Берегове за 20 років швидкість вітру знизилась вдвічі. Тому була проведена спроба логічного пояснення причин такої поведінки графіків. Література не дає можливості ознайомитись з умовами розміщення більшості метеорологічних станцій, проте Пожежевська, розташована на висоті 1400м, біля найвищої гори України Говерли, вище рівня поясу лісів і, очевидно, міської забудови, не залишає сумнівів у причинах – падіння швидкості вітру і збільшення кількості штилів є наслідком заростання інших метеостанцій по периметру деревами, а також наближенням багатоповерхової забудови, як це спостерігається на Аерологічній станції Львів та метеостанції ЛНАУ у Дублянах. Очевидно, що зниження швидкості вітру автоматично призводить до підвищення температури мікроклімату метеостанцій, звідки і аномальне зростання середньорічних максимальних температур і одночасне зниження мінімальних [4]. Зниження швидкостей вітру не спостерігається у степовій частині України. Тому, зареєстроване багаторічне зниження швидкості вітру на частині метеостанцій не є катастрофічним для розвитку вітрової енергетики, оскільки може бути пояснене заростанням деревами і забудовою метеостанцій по периметру. Аномальне потепління в Україні, значно вище за світові показники може бути пояснене тією ж причиною – зниженням інтенсивності локальної циркуляції через заростання деревами і забудову периметру метеорологічних станцій внаслідок явищ урбанізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кінаш Р., Бурнаєв О. Вітрове навантаження і вітроенергетичні ресурси в Україні. Видавництво науково-технічної літератури, Львів, -1998, - 1152с. ISBN - 966-7148-64-5
2. Кінаш Р., Бурнаєв О. Температурний режим повітря і ґрунту в Україні Видавництво науково-технічної літератури, Львів, -2001, -800с. ISBN - 966-7148-93-9
3. Смичок В.Д. Атмосферні циркуляції в карпатському регіоні за даними наземних метео та аерологічних спостережень Інформаційний бюлетень науково-освітнього консорціуму ГеоГеліоАстрофізика №1, 2017, ЗНЦ НАН України – Львів, 2017,с.30-32
4. Burnayev O. Meteorological Data in Environmental Policy. Selected problems. Facta Simonidis. Zeszyty Naukowe Panstwowej Wyzszej Szkoły Zawodowej w Zamosxiu. Rok 2014, Nr 1(7) ISSN: 1899-3109, p.229-242

КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Вишневецький В.І., д.геогр.н., проф.

Національний авіаційний університет

Українські Карпати – унікальний природний регіон країни, який виділяється найбільшою висотою, найбільшою кількістю опадів і водночас найбільшою лісистістю. Характерна орографічна особливість цих гір – наявність майже паралельних хребтів (рис. 1).

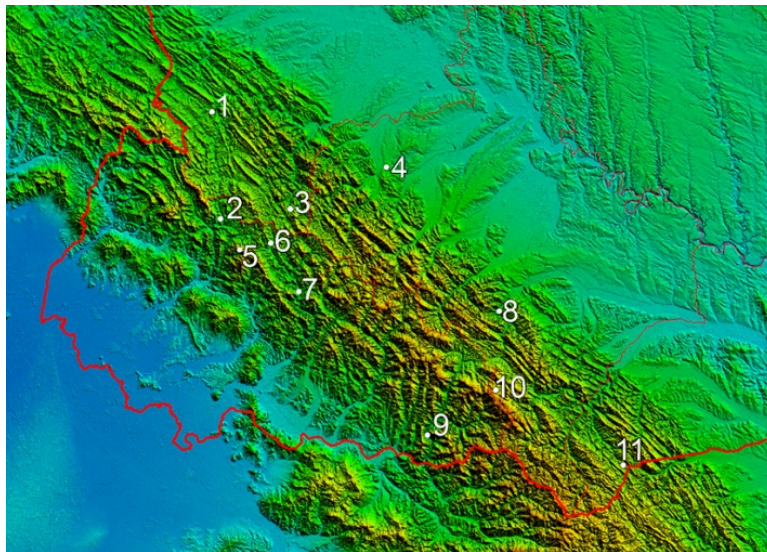


Рисунок 1. Об'ємне зображення Українських Карпат та розташування метеостанцій, дані яких використано в дослідженні

За даними спостережень на метеостанціях, розташованих в Українських Карпатах, з'ясовано просторово-часові особливості температури і вологості повітря, кількості опадів, швидкості вітру, снігового покриву.

Температура повітря в горах знижується з висотою зі значно меншим градієнтом, ніж у вільній атмосфері. Градієнт середньорічної температури в діапазоні висот 1000–2000 м приблизно становить 0,25 °С на 100 м висоти. Більший градієнт у березні–липні, менший – у листопаді–січні.

Температура повітря у досліджуваному регіоні в 1991–2020 рр. у середньому була на 1 °С вищою, ніж у 1961–1990 рр. Більшим є підвищення температури на невеликих висотах і меншим на значних, де розташовані метеостанції Плай та Пожежевська. Найтеплішим у горах був 2019 р., другим за температурою повітря – 2020 р.

Кількість опадів у горах зростає з висотою – приблизно на 1 мм на кожен метр висоти. Протягом періоду спостережень істотних змін опадів немає, проте, ймовірно, їх кількість має циклічний характер з періодом близько 30 років. Найбільше опадів випадає в червні–липні, найменше в січні–лютому [2].

Упродовж періоду спостережень абсолютна вологість в Українських Карпатах має тенденцію до зростання, відносна – до зменшення.

Протягом останніх 60 років простежується також істотне зменшення швидкості вітру – насамперед на значних висотах. Це зменшення спостерігається цілорічно, але особливо помітно у другій половині року.

Висота снігу в Українських Карпатах найбільша в Україні. Ця висота зростає з висотою місцевості і в окремі зими перевищує 100 см. У 1991–2020 рр., порівняно з попереднім 30-ти річним періодом, висота снігового покриву стала більшою – насамперед на найвищих метеостанціях. Найбільше зростання спостерігається у лютому–березні, коли висота снігу найбільша [2]. Найбільша тривалість снігового покриву також характерна для значних висот. На метеостанціях Плай і Пожежевська спостерігається деяке збільшення тривалості снігового покриву, на метеостанціях у низкогір'ї – її зменшення.

Насправді дані спостережень на метеостанціях недостатньо репрезентативні щодо реальних змін снігового покриву в Українських Карпатах. На висоту снігу в горах істотно впливає швидкість вітру. Зменшення швидкості вітру, яке спостерігається в останні десятиліття, зумовило вирівнювання його висоти за територією – збільшення висоти на вершинах гір та її зменшення в річкових долинах і серед лісу. Про це опосередковано свідчать дані про об'єм весняного водопілля, який на місцевих річках не змінився.

За супутниковими знімками встановлено, що формування снігового покриву починається на Чорногірському хребті, який є найвищим. Майже одночасно він утворюється на Свидовецькому хребті, який знаходиться неподалік – дещо на північний захід. Найбільша тривалість снігового покриву також спостерігається на цих хребтах. У холодні весни сніговий покрив може зберігатися до початку червня. Залишки снігу в цей час спостерігаються не на вершинах гір, а на їх північних та північно-східних схилах. Для цих схилів характерна і найнижча температура земної поверхні [1].

Розрахунки випаровування за методом водного балансу свідчать про те, що в останні 40 років воно зростає.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вишневський В.І., Шевчук С.А. Використання дистанційного зондування Землі для з'ясування термічних особливостей Українських Карпат. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2016. № 12. С. 47–52.
2. Vyshnevskiy V.I., Donich O.A. Climate change in the Ukrainian Carpathians and its possible impact on river runoff. Acta Hydrologica Slovaca. 2021. Vol. 2, № 1, 3–14. DOI: <https://doi.org/10.31577/ahs-2021-0022.01.0001>.

НЕОБХІДНІСТЬ ВРАХУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ ПРИ ОБСЛУГОВУВАННІ АВІАЦІЇ НА ПРИКЛАДІ АМСЦ ХЕРСОН

Волошина О.В., к.геогр.н., доц., Родінова І.О.

Одеський державний екологічний університет

Зміна клімату стала однією з найнагальніших екологічних проблем, до вирішення якої прикута увага людства. Її наслідками є небезпечні погодні катаклізми, різкі зміни погоди, паводки, повені, сильні вітри, зливи і дощі, град, посухи, що призводять до значних екологічних та економічних збитків у всьому світі. За даними Всесвітньої метеорологічної організації останні три роки стали трьома найтеплішими роками в історії спостереження. Посилення непередбачуваності погодних умов ставить під загрозу виробництво продовольства, підвищення рівня моря збільшує ризик природних катастроф.

За останні роки майже вдвічі зросла повторюваність днів з максимальними температурами влітку понад 35 і 40°C, що належить до екстремальних погодних явищ. На більшій частині України вже спостерігається тенденція до посилення посух, збільшення кількості та тривалості спекотних періодів та посилення пожежної небезпеки, зросла повторюваність та інтенсивність гроз, сильних злив, граду, шквалів. Зміна клімату на території України підвищує ризики для стану здоров'я населення, екосистем, водних, лісових ресурсів, сталого функціонування енергетичної інфраструктури та агропромислового комплексу, що може завдати і вже завдає колосальних збитків [1].

Був проведений порівняльний аналіз кліматологічних характеристик на АМСЦ Херсон за різні періоди, з якого випливає наступне.

Наявність туману знаходиться в прямій залежності від температури і вологості повітря (табл. 1).

Таблиця 1. Середня місячна і річна температура повітря у Херсоні за різні періоди

Рік/Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
за довідником по клімату СРСР (1891-1960 рр.)	-3,2	-2,6	2,2	9,3	16,2	20,0	23,0	21,9	16,8	10,5	4,1	-0,8	9,8
за кліматичним кадастром (1961-1990 рр.)	-3,0	-1,8	2,3	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4	9,8	4,4	0,1	9,8
за даними АМСЦ Херсон 2009-2019 рр.	-1,9	-0,3	4,4	11,2	17,9	22,3	24,3	24,2	18,4	10,6	5,7	1,5	11,5

Зниження температури повітря є однією з основних причин конденсації водяної пари як поблизу земної поверхні, так і у вільній атмосфері. Внаслідок зниження температури утворюються найбільш інтенсивні тумани. Температура в останнє десятиліття в середньому вища, ніж в минулому

столітті і для досягнення стану вологонасичення та утворення туману потрібно більше водяної пари. Отже, основною причиною скорочення числа днів з туманом слугить зменшення відносної вологості під впливом збільшення температури.

Порівнюючи дані за 2016-2020 роки у березні та листопаді з даними за довідником по клімату та кліматичним кадастром, можна відмітити, що температура в останнє п'ятиріччя температура в середньому значно вища у березні – на 3,6 °С, при цьому відносна вологість незначно нижче – на 2%. Проте в 2018 році, коли спостерігалася максимальна кількість туманів, були мінімальні значення дефіциту точки роси – 1,6 °С та відповідно максимальна відносна вологість – 87%. З даних табл.1 видно, що у березні 2020 року, коли відмічався всього один день з туманом, спостерігалась найвища середньомісячна температура за п'ятирічний період – 7,4°С та найменша середньомісячна відносна вологість – 66%. А найменша середньомісячна температура та найбільші значення відносної вологості березня спостерігались у 2018 році – 4,8°С та 87% відповідно.

У листопаді при незначному збільшенні середньомісячної температури – на 0,4-0,1°С та однакової відносної вологості – 86%, найменші значення дефіциту точки роси спостерігалися в 2017 році 1,6°С та відповідно максимальна відносна вологість 88%.

Залежно від пори року змінюються умови утворення туманів. У різні пори року переважають радіаційні, адвективні або фронтальні тумани. Тому необхідно окремо розглянути просторовий розподіл туманів за різні періоди.

У листопаді на АМСЦ Херсон за період 1961-1990 рр. зафіксовано незначне збільшення середньої кількості днів з туманом – до 8,4 днів. За період 2016-2020рр. у листопаді знову відмічається зменшення середньої кількості днів з туманом до 6,6 днів.

Найменша кількість днів з туманною погодою у перехідний сезон відмічалась у 2020 році – 4 дні, з яких 3 – у листопаді та всього 1 день з туманом був у березні.

Тумани перешкоджають нормальній роботі авіації, тому прогноз туманів має велике значення. Враховуючи регіональні зміни клімату на АМСЦ Херсон при прогнозуванні такого явища, як туман, треба звертати увагу на зменшення кількості та тривалості туманів, а, отже, й зменшення їх негативного впливу на авіацію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. – К.: НІСД, 2020. – 110 с.
2. Кліматичні стандартні норми. Київ, 2002. – 446 с.
3. Щоденники погоди АВ-6 по аеродрому Херсон (2016-2020рр.)

ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА РЕЖИМУ ОПАДІВ В УКРАЇНИ ЗА ОСТАННІ 30 РОКІВ НА ПРИКЛАДІ НОВИХ КЛІМАТИЧНИХ НОРМ

Куций А.В., Доніч О.А.

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського

Про глобальне потепління не говорить хіба що ледачий. Однак достовірну інформацію з цього питання можна отримати лише з результатів спостережень метеорологічних станцій державної гідрометеорологічної служби.

У 2020 році завершився IV кліматичний період 1991-2020 рр., який було обраховано кліматологами ЦГО по температурі повітря та опадах. Саме ці показники найяскравіше характеризують зміни клімату за останній 30-річний період, тому можна проаналізувати нові значення.

Наглядніше це зробити на прикладі характерних обласних центрів, які наведені в табл.1. Як видно з неї, найбільше за останнє 30-річчя потеплішало у Чернігові та Києві – на $1,3^{\circ}\text{C}$, а найменше в Ужгороді – на $0,8^{\circ}\text{C}$. Якщо розглядати зміни температури повітря по сезонах, то найбільше загалом в Україні потеплішало літо – на $1,5^{\circ}\text{C}$, та зима на $1,4^{\circ}\text{C}$. Менш за всі пори року – осінь на $0,6^{\circ}\text{C}$. Але слід зауважити, що зима на півночі (Чернігів) та сході (Харків) потеплішали більше за всі інші обласні центри – на $1,9^{\circ}\text{C}$ та $1,6^{\circ}\text{C}$ відповідно. А ось на півдні (Одеса, Херсон) зима потеплішала лише на $0,9^{\circ}\text{C}$ та $1,0^{\circ}\text{C}$ відповідно. Темпи глобального потепління в Україні загалом швидші, ніж у світі. Всесвітня метеорологічна організація вважає потепління за 30 років склало близько 1°C . В Україні потеплішало на $1,2^{\circ}\text{C}$.

Стосовно опадів, то тут картина дуже строката, однак загалом по Україні їх кількість зменшилась з 614 мм до 609 мм, а якщо враховувати збільшення випаровування через зростання температури повітря, то дефіцит зволоження України зростає. Цікаво простежити характер зміни режиму зволоження по сезонах: осінь – 112%, весна – 105%, зима – 94%, літо – 91%.

На рис. 1, 2 графічно відображено, зміну температура повітря та кількості опадів за останні 30 років в Україні порівняно з попереднім 30-річним кліматичним періодом 1961-1990 рр.

Секція "Кліматологія"

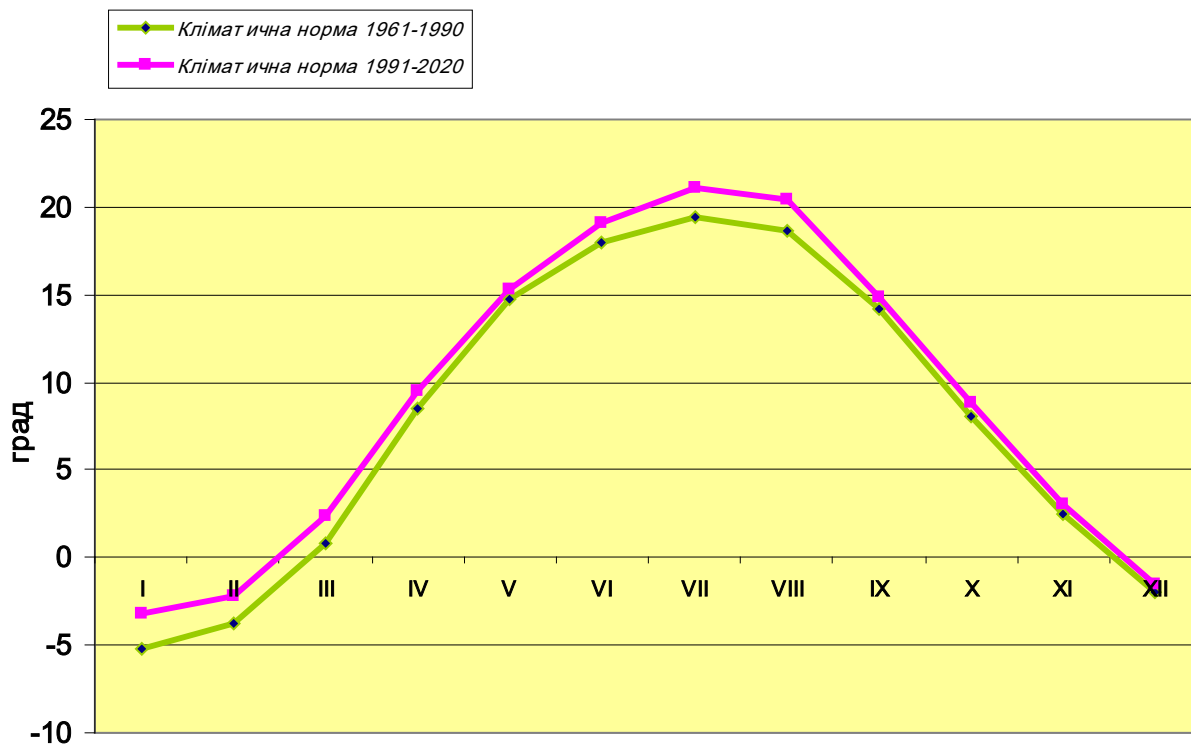


Рисунок 1. Річний хід температури повітря в Україні

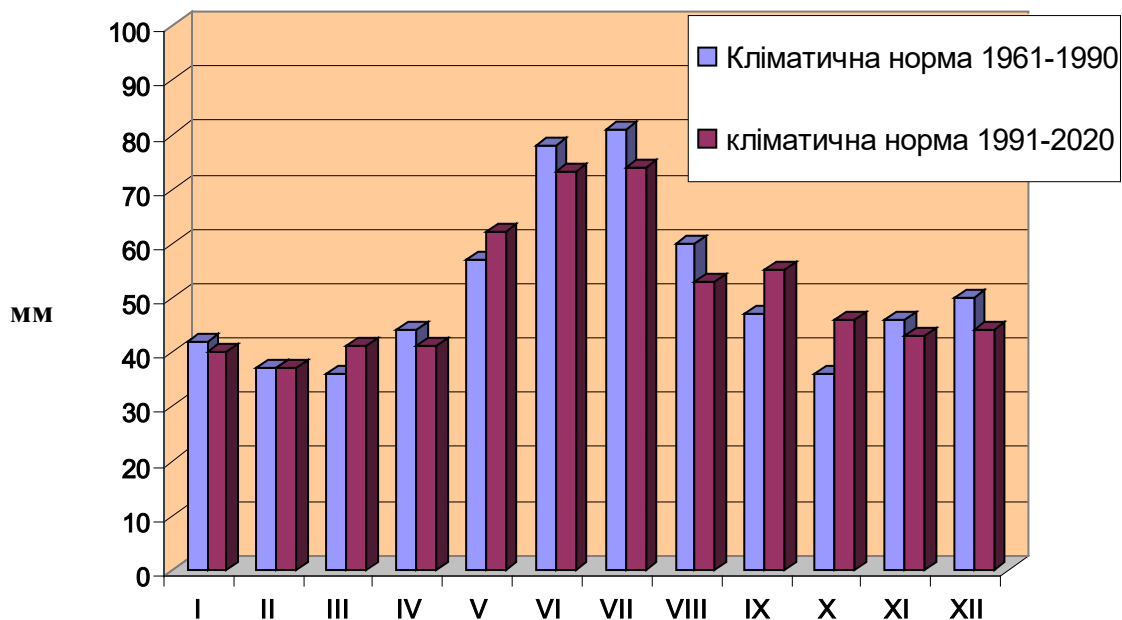


Рисунок 2. Місячна кількість опадів в Україні

Секція "Кліматологія"

Таблиця 1. Нові кліматичні норми 1991-2020 рр. по сезонах і за рік

Місто	Параметри	Зима	Весна	Літо	Осінь	Рік
Чернігів	температура	-3,4	8,5	19,5	7,6	8,0
	відхилення	+1,9	+1,2	+1,5	+0,6	+1,3
	опади	121	135	185	147	588
	відхилення	-4	+13	-42	+22	-8
Київ	температура	-2,5	9,4	20,4	8,7	9,0
	відхилення	+1,5	+1,2	+1,7	+0,7	+1,3
	опади	123	147	198	150	618
	відхилення	-24	+6	-32	+17	-32
Львів	температура	-1,7	8,5	18,3	8,4	8,3
	відхилення	+1,5	+1,2	+1,5	0,5	1,1
	опади	143	192	253	175	764
	відхилення	-13	+21	-23	+24	+24
Вінниця	температура	-2,9	8,6	19,2	8,2	8,3
	відхилення	+1,3	+1,1	+1,5	+0,6	+1,2
	опади	94	126	215	132	566
	відхилення	-28	-21	-32	+10	-70
Харків	температура	-3,7	9,0	21,0	8,3	8,7
	відхилення	+1,6	+1,0	+1,4	+0,8	+1,1
	опади	110	124	160	129	522
	відхилення	-7	+12	-5	+8	-2
Ужгород	температура	-0,1	11,0	20,6	10,6	10,5
	відхилення	+1,1	+0,7	+1,4	+0,5	+0,8
	опади	172	155	216	184	727
	відхилення	-2	-11	-29	21	-21
Чернівці	температура	-1,8	9,5	19,7	9,1	9,1
	відхилення	+1,4	+1,3	+1,7	+0,5	+1,2
	опади	89	157	254	131	631
	відхилення	-10	-18	-9	+12	-25
Одеса	температура	0,5	10,2	22,4	11,9	11,3
	відхилення	+0,9	+1,3	+1,7	+0,6	1,2
	опади	114	100	134	118	467
	відхилення	-17	-4	+9	+14	+2
Херсон	температура	-0,6	10,5	22,8	11,0	10,9
	відхилення	+1,0	+1,0	+1,7	+0,8	+1,1
	опади	96	105	131	104	437
	відхилення	-8	+4	-1	0	-1
Дніпро	температури	-2,8	9,8	21,8	9,4	9,5
	відхилення	+1,1	+1,0	+1,3	+0,6	+1,0
	опади	139	140	155	126	560
	відхилення	+6	+22	+3	+16	+49
Україна	температури	-2,3	9,1	20,2	8,9	9,0
	відхилення	+1,4	+1,1	+1,5	+0,6	+1,2
	опади	121	144	200	144	609
	відхилення	-8	+7	-19	+15	-5

**АНАЛІЗ ЗМІНЮВАННЯ КЛІМАТОЛОГІЧНИХ СТАНДАРТНИХ
НОРМ ОКРЕМИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН
ЗА ПЕРІОДИ 1991-2020 рр. та 1961-1990 рр.**

Митник Т.Г.¹, Манукало В.О.¹, Дубровіна О.В.²

¹ Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

² Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського

Вступ. Всесвітня метеорологічна організація для оцінювання мінливості і зміни клімату рекомендує використовувати кліматологічні стандартні норми - середні кліматологічні дані, розраховані для 30-річного періоду, що завершується роком, який закінчується цифрою «0» [1]. У 2020 році завершився черговий 30-річний період (з 1 січня 1991р), для якого ЦГО ім. Б. Срезневського розраховані кліматологічні стандартні норми (місячні і річні) для основних метеорологічних величин, спостереження за якими проводять гідрометеорологічні організації ДСНС України. Норми розраховані для всіх 187 станцій, які провадили безперервно спостереження на території України. Для станцій, які розташовані на тимчасово непідконтрольних Україні територіях, норми розраховані за неповним рядом спостережень.

Мета та методи досліджень. Метою досліджень було вивчення питання – як змінився метеорологічний режим на території України за останні 30 років. Для цього було проаналізовано відхили (різниці) норм окремих метеорологічних величин за період 1991-2020 рр. від кліматичних стандартних норм за опорний період 1961-1990 рр. Порівняння проводилося з урахування знаку різниці: додатні значення свідчать про збільшення значення норм за період 1991-2020 рр. у порівнянні з періодом 1961-1990 рр., від'ємні — про зниження норми; значення «0» (нуль) свідчить, що норма не змінилася.

Виклад основного матеріалу. У доповіді наведені узагальнені результати порівняння середніх багаторічних значень метеорологічних величин: температури поверхні ґрунту, парціального тиску водяної пари, загальної кількості хмар та кількості хмар нижнього ярусу за сезони (зима, весна, літо, осінь) та рік.

Температура поверхні ґрунту. Норми температури поверхні ґрунту, як сезонні так і за рік, збільшилися по всій території України. Незначне зменшення норм відмічено тільки на окремих станціях, які мають певні особливості у фізико-географічному розташуванні або особливий мікроклімат місцевості, де розташовані (гірські райони, морське узбережжя тощо). Результати порівняння норм температури поверхні ґрунту за ці два періоди по 175 станціях наведені в табл.1.

Таблиця 1. Результати порівняння норм середньомісячної температури ґрунту за періоди 1991-2020 рр. та 1961-1990 рр.

Сезони, рік	Кількість станцій, на яких значення норми температури ґрунту:			Діапазон відхилів, °С	
	<i>збільшилися</i>	<i>зменшилися</i>	<i>не змінилися</i>	<i>від</i>	<i>до</i>
зима	172	3	0	2,2	-0,3
весна	170	5	0	3,0	-0,9
літо	173	2	0	3,7	-0,3
осінь	172	3	0	1,3	-0,6
рік	173	1	1	2,3	-0,4

Парціальний тиск водяної пари. Значення сезонних і річної норм парціального тиску за останні 30 років збільшилися для переважної частини станцій на території України. Тільки на окремих станціях відмічено зниження норм. Результати порівняння наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Результати порівняння норм парціального тиску водяної пари за періоди 1991-2020 рр. та 1961-1990 рр.

Сезони, рік	Кількість станцій, на яких значення норми:			Діапазон відхилів, гПа	
	<i>збільшилися</i>	<i>зменшилися</i>	<i>не змінилися</i>	<i>від</i>	<i>до</i>
зима	177	1	1	0,9	-0,1
весна	168	4	7	0,8	-0,2
літо	178	1	-	2,2	-0,1
осінь	172	2	5	2,0	-0,3
рік	178	-	1	1,1	0,0

Загальна кількість хмар і кількість хмар нижнього ярусу. Середня по території України річна норма загальної кількості хмар практично не змінилася, норма кількості хмар нижнього ярусу зменшилась на 0,2 бала. Відповідно відбулося зменшення річної норми кількості опадів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм, ВМО-№1203, изд.2017г.– с.21.
2. Клімат України – за ред. В.М. Ліпінського. – К.: – Вид. Раєвського, 2003. – С. 21 – 23.
3. Митник Т.Г. Доніч О.А., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г. Аналіз змінювання кліматологічних стандартних норм окремих метеорологічних величин за періоди 1981-2010 та 1961-1990 рр. Науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія», 2019р., №3(54), С.133-134.

**ЕЛЕКТРОННИЙ АТЛАС ВІТРОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ:
БАЗОВИЙ КОМПОНЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ
КЛІМАТИЧНОГО СЕРВІСУ**

Осадчий В.І., д. г. н., Ошурок Д.О., к. г. н., Скриник О.Я., к. ф-м. н.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України

В епоху декарбонізації світової та національних економік надзвичайно важливою є науково обґрунтована інформація щодо просторово-часового розподілу характеристик клімату, які мають прикладне застосування у сфері відновлюваної енергетики. Це зумовлено тим, що лєвова частка у скороченні викидів парникових газів, які створюють суттєве антропогенне навантаження на кліматичну систему, припадає саме на стратегію заміщення викопного палива альтернативними/відновлюваними джерелами енергії, такими як сонячне випромінювання, вітер тощо. *Метою* даної роботи є створення базової компоненти веб-базованого кліматичного сервісу, а саме електронного атласу сучасного стану вітроенергетичних ресурсів на території України.

Вітер є надзвичайно складною характеристикою з точки зору діагностики просторового поля, оскільки дана величина формується під впливом багатьох чинників, серед яких окрім структури баричного поля, як головного чинника, важливу роль відіграє також рельєф місцевості, характер підстильної поверхні та тип термічної стратифікації атмосфери. Якщо взяти до уваги той факт, що середня відстань між метеорологічними станціями мережі Гідрометслужби України становить ~50 км, відносно якісну деталізацію характеристик вітру у просторі (відтворення поля вітру з високою просторовою роздільною здатністю) можливо здійснити лише з допомогою спеціальних методів моделювання, які здатні врахувати усі вище перелічені чинники. Дану проблему у представленій роботі вирішено шляхом застосування діагностичної метеорологічної моделі CALMET.

Модель CALMET, яка є частиною (метеорологічним препроцесором) моделювальної системи атмосферної дисперсії CALPUFF, здійснює розрахунок значень основних метеорологічних характеристик (температура, вітер та ін.) у вузлах регулярної розрахункової сітки на заданих вертикальних рівнях [1]. У якості початкової інформації модель потребує геофізичні дані (висота рельєфу, рослинний покрив і тип землекористування), виміри наземних метеорологічних станцій та дані аерологічних зондувань.

Оцінювання вітрових ресурсів України проведено за кліматологічний період 1981–2010 рр. на 6-ти висотах над землею поверхнею (10, 40, 80, 120, 160 і 200 м) з кроком моделі 2,5 км та часовою дискретністю 1 година. Вхідні дані наземних станцій узято з оцифрованих таблиць ТМС, які зберігаються в архіві Центральної геофізичної обсерваторії. В розрахунки залучено емпіричну інформацію, отриману на 207 метеорологічних

станціях, що функціонували упродовж періоду дослідження. Також використано дані реаналізу ERA-Interim на 17-ти вертикальних рівнях з просторовим кроком $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ та часовим інтервалом 6 годин як інформацію, необхідну для розрахунків моделі на різних висотах. Дані вимірів радіозондів на аерологічних станціях, на жаль, не могли бути використані у якості вхідних даних в CALMET здебільшого через нерегулярність їх проведення.

Після процедури верифікації/калібрування моделі в 4-х різних за своїми фізико-географічними умовами областях України [2], було проведено розрахунок полів вітру за весь період дослідження з 1981 по 2010 рр. у 25 прямокутних областях моделювання, підібраних відповідно до адміністративного устрою України. В районах перекриття областей моделювання проведено гармонізацію розрахункових полів на кожному часовому кроці, що дало змогу отримати згладжені поля вітру для усієї території України та усунути крайові ефекти. На основі отриманого масиву даних, на кожному вертикальному рівні розраховано осереднені за 30-річний період поля швидкості вітру та питомої потужності вітру (вітроенергетичного потенціалу), тобто дано їх кліматологічну оцінку.

Загалом атлас складається з теоретичної частини та основного блоку. Перша частина містить такі розділи як «Вступ», «Загальна характеристика вітрового режиму», «Модель розрахунку вітрових ресурсів», «Вхідна метеорологічна інформація», «Методика розрахунків» та «Загальний розподіл вітрових ресурсів». В основній частині викладено деталізовані результати дослідження для кожної області України, які структуровані наступним чином:

- Карти середньої річної швидкості вітру та питомої потужності вітру на шести заданих вертикальних рівнях;
- Гістограми частотного розподілу швидкості вітру та комбіновані рози вітрів (розподіл швидкості та напряму вітру) на метеорологічних станціях області за період 1981–2010 рр.;
- Графіки річного ходу середньої швидкості вітру та її середнього квадратичного відхилення на основі місячних значень;
- Графіки добового ходу швидкості вітру у січні, квітні, липні та жовтні з використанням середніх багаторічних значень у строки спостережень.

Слід зазначити, що згідно плану кліматичний сервіс орієнтований як на представників урядових кіл, так і на бізнесовий клас та приватних осіб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., Yamartino R.J. A User`s Guide for the CALMET Meteorological Model (Version 5). Earth Tech, Inc. 2000.
2. Ошурок Д.О. Вітроенергетичні ресурси України в сучасних кліматичних умовах : дис. канд. геогр. наук : 11.00.09 / Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка. К., 2021. 203 с.

ВПЛИВ ЧАСТКОВОГО ЗНЕЛІСНЕННЯ НА РЕЖИМ ЗВОЛОЖЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Писаренко Л.А., Краковська С.В. к.ф.-м.н., снс

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Необхідність досліджень глобальних кліматичних змін зумовлена зростанням повторюваності небезпечних та стихійних явищ погоди [1]. Одним із глобальних проєктів, в якому досліджується кліматична система, є Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) [2], до якого належить ретроспективний експеримент Land Use Model Intercomparison Project (LUMIP) [3], мета якого полягає у вивченні впливу глобального часткового знеліснення на просторово-часовий розподіл кліматичних характеристик за мінімального антропогенного впливу з використанням даних глобальних кліматичних моделей (ГКМ). Для виокремлення ефекту зменшення лісистості, даний експеримент охоплює історичний проміжок 1850-1929рр., що поділяється на два періоди: 1850-1899рр., коли по всій земній кулі в ГКМ штучно зменшували ліси з трендом близько 1% на рік; 1900-1929 рр. - період стабілізації лісового покриву.

Лише в останні роки почали з'являтися публікації з аналізом результатів розрахунків з LUMIP, щодо показників річної температури та суми опадів внаслідок глобального знеліснення, без переходу на регіональний масштаб [4].

Метою даного дослідження є встановлення впливу зменшення лісистості на розподіл характеристик зволоження (частки опадів, затриманих рослинним покривом; загальний вміст вологи в ґрунті; випаровування з поверхні ґрунту та рослинного покриву) для території України. У дослідженні використано дані 6 ГКМ, що мають різну просторову роздільну здатність. Виявлення змін досліджуваних показників відбувалося на основі аномалій, що обчислювалися як різниця між даними кожного місяця, холодного (XI-III місяці) чи теплого (IV-X місяці) періодів за кожен рік та базовою двадцятирічкою (1850-1869 рр.).

Зменшення лісистості призведе до зменшення суми опадів затриманих рослинним покривом до -2,6%/10 років у холодний період та до -1.5%/10 років у теплий. Це підтверджується середнім та високим зв'язками з $r=0,4...0,99$ за ГКМ. Рівномірне зменшення площі лісів на території України на 35-60% призведе до зменшення кількості затриманих опадів максимально на -14,5% взимку та -12,7% влітку у вузлі сітки, що призведе до зміни вологісного режиму ґрунту.

Встановлено, що в загальному, зменшення лісистості призведе до зростання загального вмісту вологи в ґрунті у всі сезони. Кореляції загалом складають -0,88...-0,4. ГКМ характеризуються доволі значним

розкидом даного показника між собою. Зміни складають в цілому від 0.1 до 4.9%/10 років залежно від моделі. Слід відмітити, що варіації даного показника по всім місяцям складають до 1%. Більший ріст загальної вологи в ґрунті відмічається в літньо-осінній період з максимальними змінами до 55,1% у вузлі сітки.

Знеліснення також може призводити до зростання випаровування з поверхні ґрунту, оскільки ліс може бути своєрідним бар'єром для потрапляння вологи з ґрунту в атмосферу. Вплив знеліснення підтверджується негативними середніми та високими зв'язками -0,8...-0,4 під час весняно-літнього сезону. Проте, найбільш відчутні зміни виявлено у квітні, що складають до -1,6мм/10 років. А в загальному це може призводити до зростання випаровування до 6,8 мм на місяць у вузлі сітки.

На противагу зростанню випаровуванню з поверхні ґрунту, знеліснення спричиняє зменшення випаровування з рослинного покриву, оскільки ліс є одним із джерел його надходження. Зв'язки між зменшенням лісового покриву складають 0,4...0,9 залежно від моделі та спостерігаються протягом всього року. Проте найбільші зміни відбуваються у весняно-осінній сезони з більшими змінами у квітні до -0,8 мм/10 років. У вузлах сітки максимальні зміни складають до -4,5 мм.

Загалом, зменшення площі лісів призводить до зменшення частки затриманих опадів, а це означає, що більша частина опадів потраплятиме на підстильну поверхню, що може спричинити зміну в режимі стоку та вологісного режиму ґрунту з одного боку. А з іншого - більш інтенсивному випаровуванню з поверхні ґрунту, оскільки відкривається більше його площі через знеліснення. Також, знижуватиметься випаровування з поверхні рослинного покриву, оскільки зменшується площа лісів, яка є одним із джерел надходження вологи в атмосферу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IPCC: Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. (2019) Retrieved from: <https://www.ipcc.ch/srccl/>
2. CMIP Phase 6 (CMIP6). Retrieved from:
3. <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip6>
4. Lawrence D. M., Hurtt George C., Arneth A. et al. (2016). The Land Use Model Intercomparison Project (LUMIP) contribution to CMIP6: rationale and experimental design. *Geosci. Model Dev.*, 9, 2973–2998, <https://doi.org/10.5194/gmd-9-2973-2016>
5. Boysen L., Brovkin V., Pongratz J., et al. (2020). Global climate response to idealized deforestation in CMIP6 models. *Biogeosciences*, 17, 5615–5638,
6. <https://doi.org/10.5194/bg-17-5615-2020>

**АНАЛІЗ ВІДХИЛЕНЬ СЕРЕДНЬОЇ КІЛЬКОСТІ ВИПАДКІВ
ВІДКЛАДЕНЬ ОЖЕЛЕДІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПРОТЯГОМ
СТАНДАРТНИХ КЛІМАТОЛОГІЧНИХ НОРМ 1961-1990
ТА 1991-2020 рр.**

Пясецька С.І. к.геогр.н. ст.н.с.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Беззастережна першість у дослідженні ожеледо-паморозевих відкладень на території України належить О.М. Раєвському. Використовуючи його здобутки з дослідження стосовно особливостей розповсюдження ожеледо-паморозевих відкладень, зокрема ожеледі протягом кінця ХХ та початку ХХІ ст. було створено ряд докладних досліджень стосовно стану розповсюдження таких відкладень на території України, які були здійснені під керівництвом В.М. Бабіченко та викладені у монографіях [1-3]. Натепер постає питання про сучасний стан та тенденції у розповсюдженні таких відкладень, з огляду на тривалі різкі зміни клімату в Україні та збільшення кількості небезпечних та стихійних явищ особливо протягом холодного періоду року.

Для з'ясування сучасної тенденції у розповсюдженні відкладень ожеледі проведено аналіз відхилень середньої кількості випадків відкладень ожеледі на території України протягом останнього тридцятиріччя (кліматологічна норма 1991-2020 рр.) по окремих місяцях холодного та перехідних сезонів року відносно минулої стандартної кліматологічної норми 1961-1990 рр. Встановлено, що у **січні** на території України спостерігались осередки як від'ємних так і додатних відхилень середньої кількості випадків відкладень ожеледі. Найбільш виразно осередки додатних відхилень спостерігаються на північному заході та північному сході, північній частині сходу України, у Прикарпатті, центрі Вінничини, півдні Дніпропетровщини, півдні Херсонщини. Осередки найнижчих від'ємних відхилень знаходяться здебільшого на Київщині, Волині, частково у Карпатському регіоні, центрі та на південному заході. На відміну від січня у **лютому** здебільшого переважали від'ємні відхилення. Найбільш значними вони були на Прикарпатті, у більшості центрального та південного регіонах. Помітні осередки додатних відхилень у цей час спостерігались на крайній частині Чернігівщини та Сумщини, а також на північному сході Харківщини та півночі Луганщини.

У **березні**, як і у лютому зберігається тенденція до певного зменшення кількості відкладень ожеледі на території України, проте значення від'ємних відхилень здебільшого незначні за виключенням окремих їх осередків у Карпатському регіоні та Прикарпатті, центрі (особливо Кіровоградщина) та північному сході (північний схід Сумщини та північ Харківщини). На півночі Луганщини та півдні Дніпропетровщини помічено осередки збільшення їх кількості. Протягом **квітня** на більшості

території України також продовжує спостерігатись переважання від'ємних відхилень проте невеликих за своїм значенням. На окремих станціях спостерігались такі ж малі додатні відхилення середньої кількості випадків відкладень ожеледі. В Ряді областей на низці станцій середня кількість випадків таких відкладень не змінилась. Найбільше таких станцій спостерігалось на Волині (Волинь, Рівненщина), у Карпатському регіоні (Львівщина, Тернопільщина, Хмельниччина, Закарпаття), півночі та північному сході, на більші частині півдня.

Восени у **жовтні** спостерігається аналогічна картина, подібна до квітня. Станції де середня кількість випадків відкладень ожеледі не змінилась здебільшого розташовані у Карпатському регіоні, більшій частині півдня. У **листопаді** на більшій частині країни спостерігаються незначні за значенням від'ємні відхилення. Їх найбільш помітні осередки розташовані на Прикарпатті та у Карпатському регіоні, подекуди у центрі (Кіровоградщина, північ Дніпропетровщини), на заході Харківщини та у Донецькому регіоні. Помітні осередки додатних відхилень спостерігаються переважно на півночі країни (північ Рівненщини та Житомирщини, схід Київщини, північний схід Сумщини). Крім того окремі ізольовані такі осередки спостерігаються у Житомирі, Вінниці, Лубнах.

У **грудні** у цілому аналогічно до листопада територіально переважають осередки від'ємних відхилень, проте на відміну від січня та лютого ареали їх розповсюдження дещо відмінні. На відміну від них найбільше розповсюдження мають осередки з незначними за своїм значенням відхиленнями. Найбільш помітні осередки від'ємних відхилень знаходяться на заході Волині. Прикарпатті, Карпатах, півночі та північному сході країни (особливо Київщині та Харківщині), у центрі на Кіровоградщині, заході Полтавщини та півночі Дніпропетровщини, а на півдні на більшій частині Одещини, південному сході Херсонщини та центрі Запоріжжя. Суттєві осередки додатних відхилень знаходяться на півночі Рівненщини та Житомирщини, центрі Тернопільщини та півдні Чернівеччини, північному сході Сумщини, південному сході Кіровоградщини, півдні Дніпропетровщини, півночі Луганщини, півдні Херсонщини та південному заході Запоріжжя.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Клімат України [Монографія] / За ред.. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
2. Стихийные метеорологические явления на Украине и Молдавии [Монографія] / Под ред. В.Н. Бабиченко. Л.: Гидрометеодат, 1991. – 223 с.
3. Стихийні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) [Монографія] / За ред.. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Ніка- Центр, 2006. – 311 с.

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОЦЕСИ ВЗАЄМОДІЇ АТМОСФЕРИ Й ОКЕАНУ У ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ

**Серга Е.М., д.геогр.н., доц., Хохлов В.М., д.геогр.н., проф.,
Серга І.М., к.фіз.-мат.н., доц.**

Одеський державний екологічний університет

Процеси, які відбуваються в кліматичній системі, викликають як її природну мінливість, так і реакцію на збурення типу підвищення концентрацій атмосферних парникових газів. При цьому зміни, які відбуваються в кліматичній системі, в свою чергу, також будуть обумовлювати глобальний розподіл парникових газів.

Формування аномалій клімату, мінливості параметрів атмосфери необхідно розглядати з урахуванням стану діяльного шару океану, особливо його температури. Океани впливають на розташовану над ними атмосферу головним чином за допомогою перенесення енергії в формі теплової ІК-радіації, явного тепла і тепла фазових перетворень. Найбільший внесок в енергетику атмосфери вносить теплова ІК-радіація, найменший - перенесення явного тепла шляхом турбулентної теплопровідності. Друге місце в енергетичному балансі належить прихованому теплу - за рахунок випаровування. У свою чергу, атмосфера впливає на океан шляхом обміну імпульсом. Цей механізм є основним у формуванні океанічних течій. Процеси взаємодії в системі океан - атмосфера є надзвичайно складними. При їх вивченні слід розглядати цілу систему діючих факторів. Крім зазначених вище механізмів енергетичного обміну необхідно враховувати типи циркуляційних процесів в атмосфері і океані.

З метою стиснення інформації та проведення комплексного аналізу про діючі фактори, які представляють собою безпосередні характеристики тепло- і волого обміну, був використаний факторний аналіз.

Як свідчать дані, у грудні, січні та лютому відбиття процесів взаємодії в узагальнених факторах має різну структуру. Стосовно принципів факторного аналізу кількість одержаних факторів та ваги при них мають два смислових навантаження, а саме різноманітність умов формування зазначених параметрів стану атмосфери та океану й наскільки повно ці параметри описують процеси взаємодії двох середовищ, які виражені в узагальнених факторах.

Виходячи з такого розуміння результатів проведеного факторного аналізу параметрів взаємодії можна зробити висновок про їх внутрішньосезонні (місячні) відмінності. Так в січні формування параметрів у районі розташування кораблів погоди №№2,3,5 обумовлюється одним фактором, а №№1,4,6,7,8,9 – двома. У лютому

ситуація змінюється: у районі кораблів №№5,7 обумовлюється одним фактором, а №№1,2,3,4,6,8,9 – двома. Таким чином, враховуючі дисперсії залишків, можна стверджувати, що найбільш стабільні процесі у грудні відбуваються в районі Ньюфаундлендської банки (Ньюфаундлендська енергоактивна зона, корабль №4), у січні – в районах Лабрадорської холодної течії (корабль №2), центральної частини Північної Атлантики (дрейфової теплої Північноатлантичної течії, корабль №3), центральної частини Північного антициклонального колооберту (північно-західної частини Саргасова моря, корабль №5), останнє зберігається у лютому, й додатково, відносна стабільність спостерігається у цьому місяці на південний захід від острова Ірландія (район дивергенції великомасштабних океанських потоків, корабль №7). Така ж неоднозначність має місце й у вагах узагальнених факторів. При цьому найбільші додатні навантаження у всі розглянуті місяці має температура повітря T . Ці додатні навантаження припадають на перший фактор, який як правило має найбільшу енергетичну значущість, тобто обумовлює більшу частину дисперсії процесів взаємодії.

На другому місці по значущості перебуває різниця температур повітря – вода ΔT . Узагальнені перші фактори для цієї характеристики також мають великі додатні навантаження, за виключенням двох місяців грудня й січня у місцях розташування кораблів №№5,8 (північно-західної частини Саргасова моря та відносно холодної Португальської течії), де великі від'ємні ваги припадають на другий фактор. При цих ситуаціях спостерігаються відносно великі від'ємні навантаження при температурі повітря й незначні при температурі води. Ці факти надають можливість зробити висновки про сталість температури води в цих районах Північної Атлантики й пряму залежність різниці температур від стану атмосфери.

Участь у розглянутих процесах взаємодії атмосфери й океана температури водної поверхні також залежить від місяця і району акваторії океану. Стосовно зональної складової швидкості вітру u , процеси, які сприяють її зменшенню, або переходу від східного до західного напрямку, у більшості розглянутих випадків зумовлюють збільшення інших зазначених параметрів стану океану та атмосфери. Особливо це стосується процесів в центральній та західній частині території Північної Атлантики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лаппо С.С., Гулев С.К., Рождественский А.Е. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана: Л. Гидрометеиздат, 1990. 335 с.
2. Серга Э.Н. Особенности распределения однородных зон в полях гидрометеорологических характеристик Североатлантического региона в холодный период года. Вісник Одеського держ. екологічного ун-ту. 2016. Вип. 20. <http://bulletin.odetu.edu.ua/uk/category/2016-uk/20-uk/>.

СЕКЦІЯ
«МЕТЕОРОЛОГІЯ»

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОГНОЗІВ ПОГОДИ

Агайар Е. В., к.геогр.н.

Одеський державний екологічний університет

Розвиток галузей економіки, проектування та будівництво міст, народногосподарських і житлових об'єктів, шляхів сполучення, ліній зв'язку і електропередач, аеродромів, вимагають цілеспрямованого врахування погодних і кліматичних ресурсів. Практично не має такої галузі економіки, яка б прямо або посередньо, постійно або частково не зазнавала впливу гідрометеорологічних факторів, хоча ступінь такого впливу різна. Все залежить від рівня організації виробництва конкретного об'єкта, який піддається впливу погодних умов, і засобів, доступних споживачу для протидії їм.

Щороку вплив суворих гідрометеорологічних явищ на планеті призводить до численних жертв і суттєвого збитку майну та інфраструктурі з несприятливими економічними наслідками для спільнот, які можуть зберігатися протягом багатьох років. Це відбувається незважаючи на той факт, що багато з цих суворих явищ були добре спрогнозовані, а точна попереджувальна інформація була своєчасно поширена відповідальними національними метеорологічними та гідрологічними службами.

Причини такої явної розбіжності лежать в розриві, існуючому між прогнозами гідрометеорологічних явищ і попередженнями про них і розумінням потенційних наслідків цих явищ як з боку органів влади, відповідальних за цивільну оборону та управління в надзвичайних ситуаціях, так і з боку населення в цілому. Тобто, не дивлячись на те, що існує чітке уявлення про те, якою може бути погода, часто відсутнє розуміння того, до чого ця погода може призвести.

Для ліквідації даного розриву необхідно розробити комплексний підхід до спостережень, моделювання та прогнозування суворих гідрометеорологічних явищ та їх наслідків. Вирішення цієї проблеми потребує цілеспрямованих зусиль на міждисциплінарної основі і з високим ступенем інтеграції. Це важливо для забезпечення доступу до найліпших існуючих наукових даних і оптимальному обслуговуванні для прийняття комплексних заходів сьогодні в зв'язку з багатьма небезпечними явищами, а також для надання найкращої бази даних, на основі яких будуть прийматися витратні рішення щодо інфраструктури, необхідної для захисту населення в майбутньому в умовах зміни клімату.

Отже, останнім часом збільшується потреба в спеціалізованих прогнозах, які складають з урахуванням специфіки діяльності різних видів економіки. Такі прогнози вимагають постійного урахування і моніторингу

саме локальних процесів. На сучасному етапі розвитку при складанні спеціалізованих прогнозів погоди рекомендується розглядати нові прийоми синоптичного аналізу, з використанням прогностичних даних найбільш поширених чисельних моделей та їх поєднанням з розрахунковими методами прогнозу погоди. Важливою перевагою сучасних синоптиків є те, що дані прогнозів по всіх моделях є загальнодоступними, їх можна порівняти між собою і вибрати найбільш ймовірні умови або взяти щось середнє. Синоптик, маючи в своєму розпорядженні чисельну продукцію моделей, знає, що ця продукція може містити помилки, зумовлені особливостями моделі, точністю початкових даних, грубим урахуванням процесів, що відбуваються в пограничному шарі атмосфери, рельєфом земної поверхні та ін. При цьому йому необхідно постійно вдосконалювати знання про умови розвитку і фізичну структуру небезпечних явищ, а також знати характеристики використовуваних чисельних моделей і умови параметризації мезомасштабних процесів. Важлива роль належить використанню нових видів спостережень (супутникових та радіолокаційних даних) та врахуванню регіональних і локальних ефектів.

Слід зазначити, що у багатьох регіональних підрозділах гідрометслужби України вже впроваджені програмні продукти для забезпечення різних галузей економіки своєчасним прогнозом небезпечних явищ погоди. Наприклад, з 1 квітня 2021 року в Українському Гідрометцентрі впроваджується «Комплексна методика оцінки та прогнозування природної пожежної небезпеки за умовами погоди» (Версія 3.1), яка враховує водно-фізичні властивості ґрунтів, диференційовану кількість опадів та швидкість вітру та інших параметрів. Такий комплексний підхід дозволяє суттєво покращити оцінку та моніторинг природної пожежної небезпеки в лісах України. Розроблені технології дозволяють не лише проводити моніторинг пожежної небезпеки за умов погоди, а й прогнозувати її на 72 год та 120 год.

Отже, можна впевнено казати про необхідність подальшого розвитку в напрямку вдосконалення методів спеціалізованих прогнозів погоди для вивчення можливого впливу сезонних екстремальних аномалій метеорологічних елементів на різні сфери економіки та життєдіяльності людини. Це може дозволити планувати превентивні заходи, що, в підсумку, підвищить економічну ефективність метеорологічних прогнозів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Present state of risk monitoring and warning systems in Europe: RAIN Project. 2015. <http://rain-project.eu/wp-content/uploads/2015/11/D2.3-Warning-Systems.pdf>
2. WMO guidelines on multi-hazard impact-based forecast and warning service. WMO-No. 1150. 2015.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА «СТРАТИГРАФІЯ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СНІГОВОГО ПОКРИВУ»

Аксюк О.М.

Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Сучасний розвиток інформаційних технологій, спрямований на упорядкування і якісне опрацювання величезних масивів даних. На заміну традиційним паперовим носіям інформації, трудомісткого складання та оброблення прийшли цифрові карти та електронні бази даних. Ці новації надали можливість науковцям значно поглибити знання у галузях сніго- та лавинознавства.

Сніг є активним середовищем, яке має здатність до фізичного самоперетворення. Через свою термодинамічну нестійкість сніг постійно еволюціонує під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. У порівнянні з іншими агрегатними середовищами, сніг має неповторну здатність щодоби зазнавати незворотних змін впродовж сезону. Від моменту випадання кристали свіжого снігу за 10–15 днів можуть зменшитися до 0,25%–0,30% від їх початкового розміру, а для росту кристалів льоду цілком природнім є їх збільшення у 6–8 разів від початкового.

Снігові лавини належать до особливо небезпечних гідрометеорологічних стихійних явищ, через загрозу життєдіяльності людини. За природних умов головною фізичною причиною сходження лавин є втрата стійкості снігу на гірському схилі. Порушення стійкості може виникати за рахунок зрушення або осідання, статичних деформацій при силовому впливі на сніг опадів, перерозподілі снігу вітром та іншими змінами дотичних і нормальних напружень у снігові. Навіть локальна втрата стійкості може викликати динамічний процес лавиноутворення в умовах граничної рівноваги.

Виникнення лавин залежить від складного комплексу факторів: кліматичних, гідрометеорологічних, геоморфологічних, геоботанічних, фізико-механічних тощо.

Жоден сучасний польовий метод, що застосовується, не здатний точно передбачити рівень стійкості снігу на конкретному схилі. Навіть якщо відомо про існування нестійкого шару або поверхні, яка поширена в області, міцність цієї нестабільності не може бути виміряна. В даний час основними методами для вивчення фізико-механічних властивостей снігу є шурфі тест на зрушення лопатою. Їх основне застосування для оцінювання міцності тонких, слабких шарів і напружень поверхонь між шарами. Тим не менш, ці методи можуть дати тільки якісну оцінку міцності. Але вони не можуть бути записані у такий спосіб, щоб бути переданими іншим особам або збережені для подальшого використання. Що дійсно необхідно, так це спосіб вимірювання цих напружень, та запис їх у доступній формі.

Запропонована інформаційно-аналітична система будується на архітектурі «Клієнт-Сервер» на основі протоколів Інтернету http та https, що забезпечує цілодобовий доступ та автоматизоване оброблення результатів спостережень.

Система професійна і призначена для гідрологів, метеорологів, рятувальників та фахівців у галузі снігознавства.

ІАС будується на основі оперативних даних за результатами шурфування снігової товщі в гірських районах Українських Карпат, одержуваних у режимі реального часу від сніголавинних станцій Плай, Пожежевська, що виконують регулярні (епізодичні) спостереження за основними фізико-механічними властивостями та стратиграфічними особливостями снігу, а також інших супутніх даних, які можуть знадобитися для прийняття рішень щодо прогнозування лавинної небезпеки. Базовий комплекс ІАС призначається для сніголавинного забезпечення в Українських Карпатах, а саме:

- проведення сніголавинних спостережень;
- аналізу та візуалізації результатів спостережень;
- оцінювання сніголавинної ситуації;
- доведення фактичного стану і прогнозованої інформації до користувачів.

Ключовими функціями цієї Системи є: накопичення, аналіз і графічне відображення поточних даних щодо стану снігової товщі впродовж зимового сезону; визначення стабільності снігового покриву на гірських схилах для уточнення фонових метеорологічних прогнозів лавинної небезпеки.

Якісні та кількісні характеристики снігового покриву в Системі:

1). Фізико-механічні характеристики снігової товщі:

- пошарова міцність (опір зрушенню/ розриванню, об'ємна вага);
- щільність снігу (шару, в цілому);
- твердість снігу (шару, в цілому);
- водний еквівалент снігу (шару, в цілому);
- розподіл температури сніговою товщею.

2). Стратиграфія:

- висота шару снігу;
- наявність кірок (вид, потужність, стан);
- структура (розмір та форма кристалів, вкраплення, домішки тощо);
- вміст рідкої води (сухий, вологий, мокрий, дуже мокрий, просякнутий).

Зміст та Інтерфейс ІАС відповідають світовим аналогам.

Секція "Метеорологія"

Блок аналізу та візуалізації інформації аналізує вхідну інформацію і обчислює за вибіркою з Баз даних параметри профілю та за результатами обчислень створює графічне зображення профілю і видає його користувачам (приклад на рис. 1).

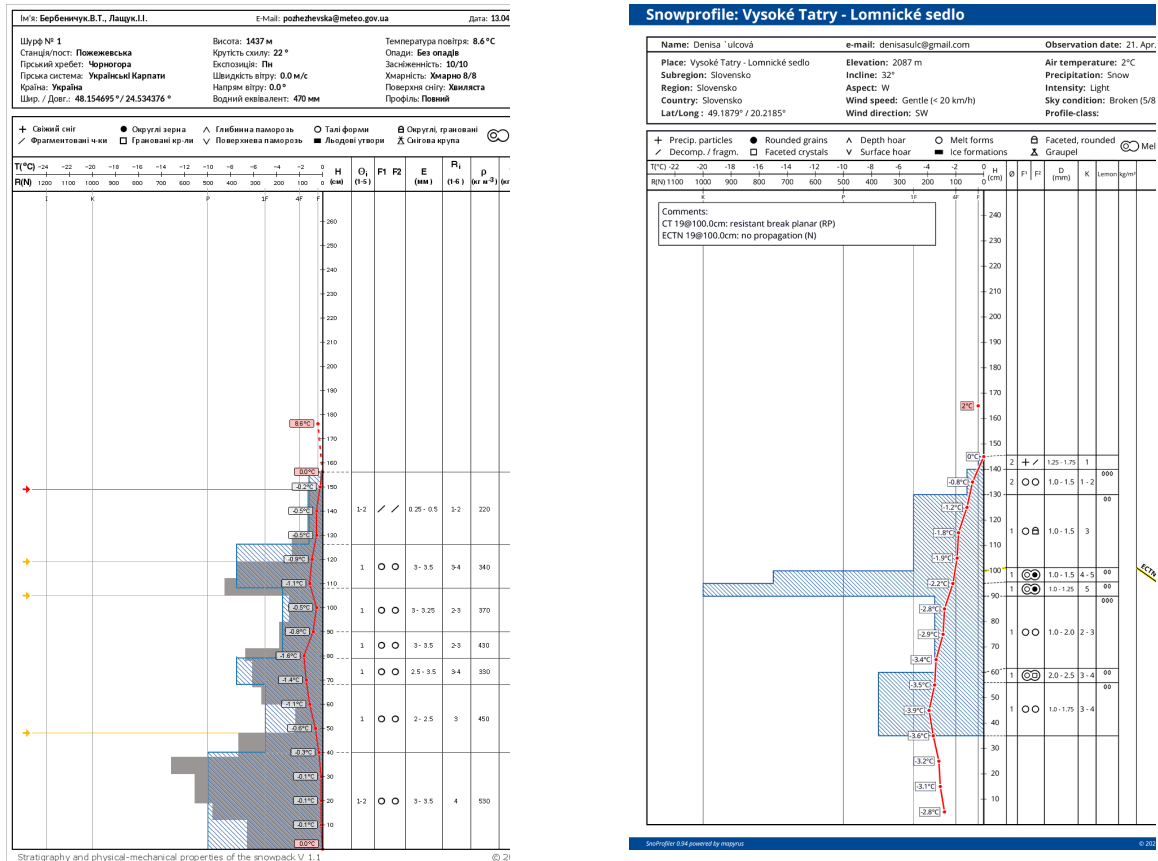


Рисунок 1 – Графічні зображення результатів шурфування снігової товщі у різних ІАС в Українських Карпатах (а) і Високих Татрах (б)

Графічне зображення є комплексним і містить:

- довідкову інформацію щодо: географічного положення пункту спостережень, погодних умов, спостерігачів та умовні позначення характеристик снігового покриву, клас і тип профілю, коментар з висновками (результати тестування тощо);
- у графічній і табличній формах відображаються морфологічні класи форм зерен, виміряні та обчислені значення і характеристики;
- Система здатна відображати на профілі додаткові позначення (кольорові стрілки та лінії біля «проблемних» шарів снігу (у разі їх наявності)).

**НАДЗВИЧАЙНА ПОЖЕЖНА НЕБЕЗПЕКА ЗА УМОВ ПОГОДИ У
ВЕРЕСНІ-ЖОВТНІ 2020 Р У ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ:
ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ**

Балабух В.О., к.г.н., ст.н. сп., Орещенко А.В., к.г.н., Ягодинець С.М.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Протягом останніх десятиріч в Україні відмічаються суттєві зміни кліматичної системи. П'ять найтепліших років за шестидесятиріччя спостерігали у ХХІ столітті, до того ж, упродовж останніх десяти років. 2020 рік був найтеплішим за останні п'ятдесят років і, ймовірно, за сторіччя. Його аномалії середньої за рік температури повітря відносно середніх багаторічних значень за 1991-2020 рр. перевищили 1,5 °С, а відносно 1961-1990 рр. – досягли 2,8 °С. Вперше шість із дванадцяти місяців майже на всій території України виявились найтеплішими за увесь період інструментальних спостережень за погодою, а травень – одним з найхолодніших та найвологіших. Такі аномальні погодні умови привели до того, що у 2020 році осінь була найтеплішою за останні майже 140 років, а метеорологічної зими вперше на значній території країни не спостерігалось.

Останні десять і, особливо, п'ять років в Україні були не лише найтеплішими за майже 140 років, а й досить посушливими. Значний дефіцит вологи відмічався і в 2020 році. Посуха, яка розпочалась у 2019 році і тривала вісім місяців поспіль на значній території України, продовжилась і в 2020. Дефіцит опадів спостерігався майже протягом усього року за винятком лютого, травня і червня. Проте, у деяких регіонах навіть у ці місяці відмічався дефіцит вологи. Тривалий посушливий період супроводжувався аномально високою температурою повітря, яка сприяла значному випаровуванню наявної вологи, зростанню дефіциту вологи ґрунту, розвитку не лише атмосферної а й ґрунтової посухи, висушуванню лісогорючих матеріалів, збільшенню їхньої маси та формуванню високої і надзвичайної пожежної небезпеки за умов погоди, виникненню чисельних лісових пожеж

Згідно інформації Державного агентства лісових ресурсів України, у 2020 році спостерігалось 2 337 лісових пожеж, з них 14 великих загальною площею понад 500 га (11 у Житомирській області і 3 у Луганській) та 4 неконтрольовані великі пожежі (1 у Житомирській та 3 у Луганській області). Загальна площа лісових пожеж становила 74472,3 га, з них 19823,7 га – верхові. За оцінками ДСНС України орієнтовні прямі збитки від пожеж у 2020 році по Держлісагентству (без урахування інших лісокористувачів) складають понад 18,5 млрд. грн, з них 17, 2 млрд. грн у Луганській області. Загалом, у Луганській області у 2020 р. відмічалось

288 лісових пожежзагальною площею 29182,19 га, зокрема верхових - 13008,16 га.

Впродовж останніх десятиріч пожежна небезпека за умов погоди в Луганській області зростала, про що свідчить збільшення максимальної за добу величини комплексного показника пожежної небезпеки за умов погоди та кількості днів із надзвичайним класом пожежної небезпеки (2-4 дні/10 років). 2020 рік у Луганській області, як і загалом в Україні, виявився найтеплішим з 1961 року, і, дуже ймовірно, з початку інструментальних спостережень. Середня за рік температура повітря в області ймовірно була на 2,4°C вища за кліматичну норму (1961–1990 рр). При цьому зима 2019/2020 років та осінь 2020 р були найтеплішими з кінця ХІХ століття. Середні за місяць аномалії температури повітря п'яти з дванадцяти місяців перевищили 3,0 ° С, а чотири – 5,0 ° С і були найтеплішими за період інструментальних спостережень за погодою. Протягом пожежонебезпечного періоду відмічались переважно додатні аномалії середньої за місяць температури повітря. Лише квітень та травень були прохолоднішими за середні багаторічні значення. Проте червень, вересень і жовтень 2020 року в Луганській області були аномально теплими, а вересень та жовтень виявились одними з найтепліших і найпосушливіших за увесь період інструментальних метеорологічних спостережень. Особливо аномально високою була температура у жовтні, коли середні за місяць аномалії температури повітря перевищили 5,0°C. Як наслідок, температура повітря у жовтні відповідала типовому вересню.

За аномально високої температури повітря у вересні у Луганській області вперше з 1955 року не було опадів, а у жовтні їх випало від 5 до 50% від місячної норми. Аномально висока температура повітря і дефіцит опадів влітку та особливо у вересні і жовтні сприяли зростанню пожежної небезпеки. Як наслідок з кінця серпня сформувалась надзвичайна пожежна небезпека, яка утримувалась безперервно до кінця жовтня-початку листопада. За цей період виникло 122 лісові пожежі, загальною площею 20954,13 га, з них 7911,47 га верхових. Особливо небезпечним був жовтень. У цьому місяці хоч і відмічалась половина (49%) пожеж, проте вони поширились на площу 20 133,79 га (96%). Посиленню пожежної небезпеки за умов погоди сприяв сильний вітер, який виник у зоні високих баричних градієнтів між циклоном з центром над Молдовою та антициклоном над Європейською територією РФ Він сприяв подальшому випаровуванню вологи, висушуванню лісогорючих матеріалів та стрімкому поширенню пожеж. У період з 30 вересня до 4 жовтня швидкість вітру становила 8—15 м/с, а його пориви – 15-20 м/с.

Отже, метеорологічні умови у вересні-жовтні 2020 року були важливим чинником формування аномально тривалого безперервного періоду з високою та надзвичайною пожежною небезпекою, великої кількості лісових пожеж та їхнього поширення на значній площі.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВРАХУВАННЯ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ ТА ШВИДКОСТІ ВІТРУ ПРИ ОЦІНЦІ ПРИРОДНОЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ

Балабух В.О., к.г.н., ст.н. сп.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Аналіз діючих у різних країнах методик оцінки природної пожежної небезпеки показав, що врахування швидкості вітру та величини опадів дозволяє суттєво покращити оцінку пожежної небезпеки і, відповідно, її моніторинг та прогнозування. Ці методики розроблялись з врахуванням конкретних природних умов країн і для застосування в інших регіонах потребують оцінки та уточнення.

У роботі досліджувалась ефективність оцінки природної пожежної небезпеки на території України за КПН Нестерова В.Г. [1], португальським індексом Goncalves Z. Loureng L. (PORT) [2] та хабаровським показником (КП) Сверлової Л.І. [3]. Для дослідження ефективності вказаних методик було вибрано п'ять районів оперативного реагування ДСНС України в екосистемах: Волинський, Центральний, Дніпровський, Таврійський та Кримський, які відображають піролого-кліматичні особливості території України. У цих районах вибрано пілотні регіони для яких проводилась оцінка, зокрема: Волинська, Рівненська, Черкаська та Херсонська області, зона відчуження Чорнобильської АЕС та Ялтинський заповідник. Для цих регіонів було зібрано щоденні дані про кількість і площу лісових пожеж та їх локалізацію за пожежонебезпечний період з 2004 по 2014 рр. та щоденні дані про кількість опадів, вологість, максимальну температуру повітря та швидкість вітру у пунктах спостережень, розташованих на досліджуваній території.

У якості критерію ефективності методики приймали тісноту зв'язку між величиною показника та щоденною кількістю і площею лісових пожеж в даному регіоні. Оцінку зв'язку здійснювали за коефіцієнтом кореляції Пірсона для кожного місяця пожежонебезпечного періоду (квітень-жовтень).

За добовими та строковими даними метеорологічних спостережень обчислено щоденні значення КПН, PORT та КП для усіх пунктів спостережень з 2004 по 2014р. Проведено їх аналіз у районах оперативного реагування ДСНС та встановлено їхні сезонні і регіональні особливості

Проведений аналіз оцінку зв'язку індексів пожежної небезпеки (КПН, PORT, КП) та наявності і повторюваності лісових пожеж (табл.1). показав що КПН Нестерова, має дуже слабкий і нестійкий зв'язок з наявністю лісової пожежі і використовувати його для прогнозу горимості лісу в Україні недоцільно. Дещо краще описує сприятливі умови для виникнення лісових пожеж португальський індекс пожежної небезпеки

PORT. Ця перевага проявляється найбільше у літні місяці (у червні $r=0,259$, липні – $0,213$, серпні – $0,240$) та переважно у південних і центральних регіонах країни (табл.1).

Таблиця 1 –Залежність наявності лісової пожежі від величини індексу пожежної небезпеки. Коефіцієнт кореляції (r) та його значимість (p)

Індекс пожежної небезпеки	Показник зв'язку	Місяць							Теплий період
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
КПН	r	0,172	0,185	0,207	0,196	0,221	0,136	0,097	0,176
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
PORT	r	0,208	0,210	0,259	0,213	0,240	0,168	0,074	0,188
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
КП	r	0,203	0,198	0,205	0,177	0,198	0,154	0,194	0,162
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Оцінку проводили як загалом для території країни, так і для районів оперативного реагування ДСНС. Аналіз отриманих результатів показав що найкраще індекси пожежної небезпеки описують наявність лісових пожеж у весняно-літній сезон і то лише у Волинському районі оперативного реагування. При цьому індекс PORT найбільш адекватно відображає потенційну пожежну небезпеку за умовами погоди у цей період. У літньо-осінній сезон ці індекси в Україні не відображають реальних умов виникнення лісових пожеж. Особливо це стосується центральних і південних областей України. КПН Нестерова виявився найбільш оптимальним лише у серпні у Кримському та Дніпровському районах.

Таким чином, врахування кількості опадів та швидкості вітру дозволяє суттєво покращити оцінку пожежної небезпеки за умовами погоди. При цьому португальський індекс PORT значно краще описує пожежну небезпеку за умовами погоди в Україні, ніж КПН Нестерова В.Г. та показник КП Сверлової Л.І. Отже, моніторинг і прогнозування пожежної небезпеки в Україні доцільно проводити з урахуванням диференційованої кількості опадів та швидкості вітру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения М., 1949. 76 с.
2. Goncalves Z. Loureng L. Meteorological index offorest fire risk in the Portuguese main land territory. *Proceedings of the International Conference on Forest Fire Research, Coimbra*, B07, pp1-14, 1990.
3. Сверлова Л.И. Метод оценки пожарной опасности в лесах по условиям погоды с учетом поясов атмосферной засушливости и сезонов года. Хабаровск: ДВ УГМС., 2000. 46 с.

**ВПЛИВ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ ТА
ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОЇ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ НА ПРИРОДНУ
ПОЖЕЖНУ НЕБЕЗПЕКУ ЗА МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ**

Балабух В.О., к.г.н., ст.н. сп.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Оцінка класу та ступеню пожежної небезпеки за метеорологічними умовами значною мірою залежить від тривалості пожежонебезпечного періоду (ПП). При цьому, важливим завданням є визначення умов за яких зникає загроза виникнення лісових пожеж, тобто комплексний показник пожежної небезпеки (КПН) обнуляється. Для цього найбільш ефективним є врахування кількості опадів, які впливають на вологість лісогорючих матеріалів (ЛГМ) та їхню здатність до горіння. В.Г.Нестеров пропонує брати за граничне значення 3 мм за добу - вологовміст зеленого моху на дренованому ґрунті в сосновому лісі [1]. В.А.Жданко запропонував за граничну межу 20мм за добу і при обчисленні КПН не обнуляти його значення після кожного дня з опадами 20мм, а зменшувати його величину, залежно від кількості опадів, що випали [1]. При обчисленні португальського індексу, який є модифікованим показником В.Г.Нестерова, за початок ПП вважають період, протягом якого випадає за добу менше 2,5мм опадів, а його закінчення – 10 мм і більше опадів [3]. Отже, залежно від вибраних граничних значень добової кількості опадів, тривалість ПП може бути різною і, відповідно, різною буде величина КПН, а отже клас та ступінь пожежної небезпеки. Виникає необхідність в уточненні граничних меж ПП, які враховували б вологовміст ЛГМ та верхнього шару ґрунту.

Оскільки вологість ЛГМ значною мірою залежить від вологості ґрунту та надґрунтового покриву, граничні межі ПП можна уточнити враховуючи водно-фізичні властивості ґрунтів. При цьому за граничне значення ПП можна взяти кількість опадів, яка необхідна для поповнення запасів вологи у шарі ґрунту до максимальної кількості, яку він може утримувати. Визначити його можна, використовуючи водно-фізичні властивості ґрунту, а саме його найменшу вологоємність та об'ємну масу в шарі 10-20 см. Якщо опадів випаде більше, ніж цей шар ґрунту зможе їх утримати, надлишок вологи змочить ЛГМ та профільтрується у глибші шари ґрунту і сприятиме підняттю рівня ґрунтових вод, заболоченню. Як наслідок, ризик виникнення лісових пожеж зменшиться. Дефіцит вологи сприятиме не лише висиханню ЛГМ, а й збільшенню їхньої маси за рахунок висихання рослинності при тривалій посуші.

Кількість води, необхідну для поповнення запасів вологи у шарі ґрунту до максимальної кількості, яку він може утримувати називають поливною нормою і використовують в меліорації при зрошуванні [4,5]. Величину поливної норми, обчислену в міліметрах водного шару, можна

використати для визначення граничної межі ПП, тобто для виявлення умов за яких припиняється лісопожежна посуха. Якщо за 24 год випаде кількість опадів, яка дорівнює або перевищує поливну норму (обчислену в мм) – вважаємо що лісопожежна посуха припиняється і величина КПН обнуляється. Тобто, граничною межею ПП для певного (j -го) типу ґрунту буде його величина поливної норми в активному шарі ґрунту. Проте, якщо опадів випаде менше за граничну межу, їхня кількість також вплине на клас та ступінь пожежної небезпеки. Для того, щоб врахувати цей вплив необхідно ввести відповідні коригуючі коефіцієнти. Запропоновано для уточнення впливу опадів на пожежну небезпеку використовувати коригуючий ваговий коефіцієнт, який є функцією опадів і обчислюється для кожного типу ґрунтів окремо за формулою

$$\text{Коп}_i = 1 - R_i/Rm_{i,j}$$

де Коп_i – ваговий коригуючий коефіцієнт на кількість опадів в i -му пункті, де оцінюється пожежна небезпека за умовами погоди; R_i – кількість опадів за добу в i -му пункті; $Rm_{i,j}$ – межа пожежонебезпечного періоду в i -му пункті для j -го типу ґрунтів.

Якщо, за добу в i -му пункті випаде кількість опадів, яка відповідає межі ПП, або перевищуватиме її, лісопожежна посуха в даному регіоні із певним типом ґрунтів (j) припиняється і КПН обнуляється. Якщо ж опадів випаде менше за граничну межу ПП, КПН буде зменшено, залежно від величини Коп_i

Аналіз ефективності даного підходу показав, що залежність між обчисленою величиною КПН з врахуванням уточненої межі ПП, водно-фізичних властивостей ґрунтів і диференційованої кількості опадів та повторюваністю і площею лісових пожеж значно зросла, особливо у зоні з помірною пожежною напруженістю, порівняно з методикою В.Г. Нестерова. Отже, врахування водно-фізичних властивостей ґрунтів та диференційованої кількості опадів дозволяє уточнити величину КПН, клас і ступінь пожежної небезпеки за умовами погоди, покращити моніторинг лісових пожеж, їхньої повторюваності та площі поширення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения М., 1949. 76 с.
2. Жданко В. А. Научные основы построения местных шкал и значение их при разработке противопожарных мероприятий - М.Лесн.пром-сть, 1965, С. 53–86.
3. Goncalves Z. Loureng L. Meteorological index of forest fire risk in the Portuguese main land territory, Proceedings of the International Conference on Forest Fire Research, Coimbra, B07, pp1-14, 1990.
4. Лозовіцький П.Л. Меліорація ґрунтів та оптимізація ґрунтових процесів – К., 2014. 528 с.
5. Мисник Г.А., Куліковський Б.Б. Основи меліорації та ландшафтознавства – К., 2005. 382 с.

ПРОСТИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ АТМОСФЕРИ

Большаков В.Н., к.г.н., с.н.с., Ситов В.Н., Мартинюк М.О, к.б.н. Соколов Е.В.

*Український науковий центр екології моря,
Гідрометцентр Чорного і Азовського морів,
Інститут морської біології НАН України*

В Одеській філії Інституту біології південних морів (нині Інститут морської біології НАНУ) в 2008-2010 рр. досліджувався зв'язок швидкості обростання підводних поверхонь з їх освітленістю. З цей метою була розроблена комп'ютерна програма, що дозволяє з дискретністю 1 хвилина розраховувати потоки сонячної енергії на поверхні гідротехнічних споруд різної орієнтації, як надводні, так і підводні [1]. Було проведено натурний експеримент тривалістю 110 діб по вивченню швидкості обростання керамічних плиток маючих 13 різних орієнтації по відношенню до променів Сонця [2].

Згодом з'ясувалося, що програма може бути залучена до вирішення деяких прикладних задач понад її прямого призначення, наприклад, для визначення прозорості атмосфери. Ідея методу проста і полягає в порівнянні вимірних місячних потоків сумарної (пряма + розсіяна) радіації з розрахунковими. Прозорість атмосфери входить в схему розрахунку як параметр. Це дозволяє, використовуючи процедуру підбору, домагатися найкращого згоди розрахованих даних з вимірами. Як критерій підбору середньорічного коефіцієнта прозорості обрана мінімізація абсолютної суми відмінностей між розрахунковими і вимірюваними значеннями сумарної сонячної радіації. Те значення коефіцієнта прозорості атмосфери, при якому така згода досягається, приймається за його середньорічне значення.

Перша спроба такого розрахунку за даними 2008 р. докладно описана в [3]. Основною причиною нинішнього повторення цієї роботи стала необхідність передачі програми і досвіду її використання молодому поколінню фахівців ІМБ, що найефективніше робити в умовах реальної наукової роботи. Друга причина – це природний інтерес до питання, чи позначилися умови очевидного потепління клімату Одеси останніх 12 років на прозорість атмосфери. По-третє, робота повторена на матеріалах 2020 р. а він для Одеси рекордний як по середньорічній температурі повітря 13,0°C, так і по середньорічній температурі води, 13,5°C, проти 11,7 і 11,9°C в 2008 р.

Зв'язок потоку сонячної енергії S у поверхні Землі, інтегрального по діапазону видимого світла, і сонячної постійної S_0 описується просто:

$$S = S_0 \cdot P^m,$$

де P – коефіцієнт прозорості атмосфери, а m – маса атмосфери, яку пронизують сонячні промені. Коли Сонце в зеніті, $m = 1$, а прозорість $P = S / S_0$ і показує, яка частина сонячної енергії, що приходить на верхню межу атмосфери від Сонця в зеніті, доходить до поверхні Землі. При Сонце на обрії, $m = 31,4$ [4].

Залежність потоків сонячної радіації біля поверхні Землі від прозорості атмосфери досить відчутна. Так розрахунковий річний потік сонячної енергії

на широті Одеси при відсутності хмар і при $P = 0,8$ (що відповідає умовам середньої каламутності атмосфери [4]), дорівнює $6220 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$, і це на 55% менше, ніж було б за відсутності атмосфери взагалі ($P = 1$).

Результати вимірювань і розрахунків сонячної радіації в різних умовах представлені на рис.1. Алгоритм обліку хмарності розроблений на базі [5].

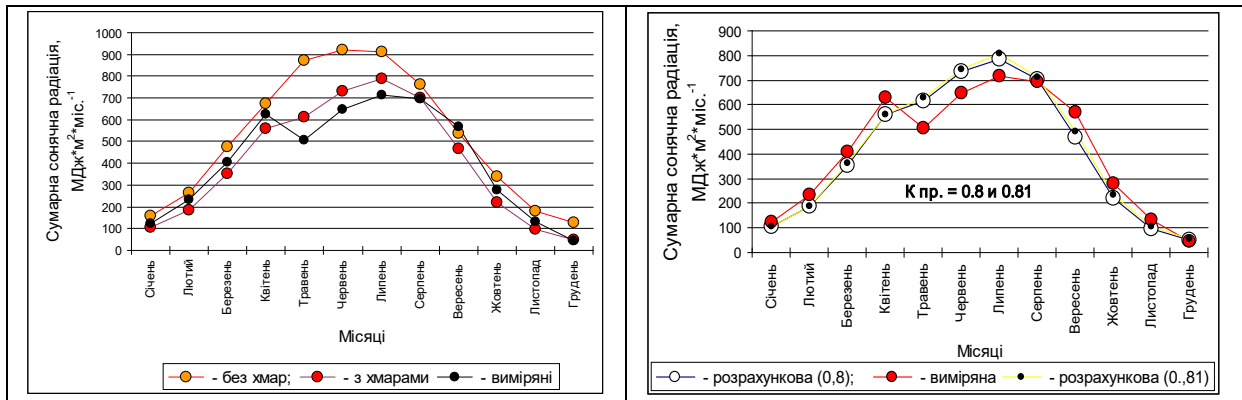


Рисунок 1. Місячні потоки сумарної радіації на горизонтальну поверхню: а) виміряні в 2020 р. і розрахункові в разі відсутності хмар і при фактичній хмарності; б) виміряні і розраховані при вихідному коефіцієнті прозорості атмосфери, рівному 0,8, і оптимальному, рівному 0,81.

Найкраще збіг вимірних і розрахункових значень місячних потоків сонячної енергії в Одесі за даними 2020 р. досягається при середньорічному коефіцієнті прозорості атмосфери 0,81. В 2008 р. він був значно нижчим, 0,75.

Згідно малюнку, виміряна радіація вказує на більшу прозорість атмосфери у прохолодну частину року и на примітно меншу в літні місяці. Це може бути пов'язане з великим випаровуванням з поверхні моря в спекотну частину року і, відповідно, з підвищеною вологістю атмосфери. Поки що залишився нез'ясованим питання про значне зниження вимірної радіації від квітня до травня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Большаков В.Н., Большаков М.В. Потоки солнечной энергии на поверхности гидротехнических сооружений разной ориентации // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – №7. – С 220-231.
2. Миничева Г.Г., Большаков В.Н., Хомова Е.С., Швец А.В. Закономерности формирования фитообрастания от ориентации подводных поверхностей // Морской экологический журнал, 2011. – №4, Т.Х. – С. 56-66.
3. Большаков В.Н., Сытов В.Н. Прозрачность атмосферы над Одессой // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.- 2009, -№1 (9).- С.40-45.
4. Зверева С.В. В мире солнечного света. Л., Гидрометеиздат, 1988.– 160 с.
5. Гирдюк Г.В., Егоров Б.Н., Кириллова Т.В., Несина Л.В. Влияние облачности на суммарную радиацию, поступающую на поверхность океана. – Тр. ГГО, вып. 297, 1973. – с. 109 – 117.

ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ВІТРУ НА ВЕРХНІЙ МЕЖІ ГРАНИЧНОГО ШАРУ ЗА ДАНИМИ ПРИЗЕМНИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Волошин В.Г., к.геогр.н., Степаненко С.М., д.ф.-м.н.,
Куришина В.Ю., к.геогр.н.

Одеський державний екологічний університет

Метою цієї роботи є визначення швидкості вітру V_g на верхній межі граничного шару і екмановський поворот вектору вітра ddV в межах граничного шару H_{abl} . Для розрахунку швидкості вітру V_g і висоти H_{abl} використовувалися тільки дані метеорологічних спостережень, які включені в метеорологічний код FM-12 SYNOP (KH-01).

Всі розрахунки перелічених величин отримані за допомогою параметричної енергобалансової моделі приземного шару SLEB [1]. Модель SLEB дозволяє визначити всі динамічні і лінійні масштаби граничного і приземного шару та їх гідростатичну стійкість.

Основні положення моделі і результати її використання, наприклад розрахунок масштабу висоти H_{abl} , опубліковані в монографії [2].

Для розрахунку швидкості вітру використовувалося рівняння [3]

$$V_g = \frac{u_*}{\kappa} \sqrt{(\ln(H_{bla}/z_o) - a_\mu)^2 + b_\mu},$$

де u_* - динамічна швидкість, κ - число Кармана; z_o - шорсткість поверхні. Коефіцієнти a_μ і b_μ є функціями параметра стійкості μ , який пов'язує масштаб довжини екмановського і логарифмічного шару. Поворот вектору вітра в межах H_{abl} визначається рівнянням

$$A_{d,b} = \arcsin(\alpha_i u_* / \kappa V_g),$$

де функції a_μ і b_μ залежать від гідростатичної стійкості.

На рис. 1 представлені результати розрахунку швидкості геострофічного вітру і екмановської спіралі вітру.

Як видно з рисунку 1а, при швидкостях вітру < 6 м/с в граничному шарі формується нестійка (червоні лінії) або стійка (блакитна лінія) стратифікація. Зі збільшенням швидкості вітру стійкість прагне до нейтральної стратифікації $\mu \approx 0$. Існує тісна залежність між швидкістю вітру і динамічною швидкістю $R = 0,99$ (рис.1в), їх співвідношення в середньому становить $V_{din}/V_g = 0,038$ (рис.1г). Екмановський поворот вітру ddV (рис.1б), який визначається геострофічною і динамічною швидкістю, суттєво залежить від характеру стійкості. При нестійкої стратифікації він становить $0^\circ < ddV < 10^\circ$, при стійкої - $25^\circ < ddV < 40^\circ$. Спостерігається пряма залежність між динамічною швидкістю, приземним вітром і висотою граничного шару (рис.1д, е).

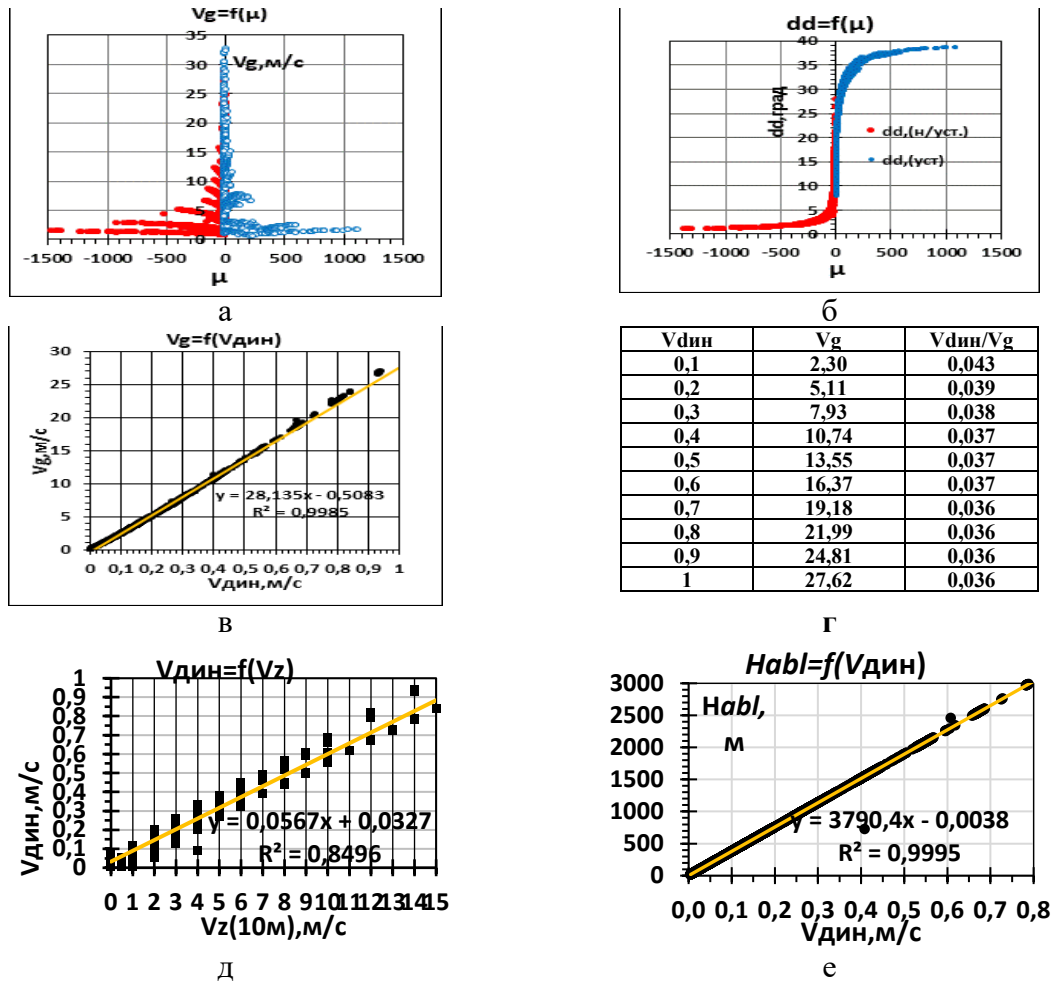


Рисунок 1. Залежності швидкості геострофічного вітру V_g від гідростатичної стійкості μ (а); повороту вектору вітра $addV$ від гідростатичної стійкості μ (б); швидкості геострофічного вітру V_g від динамічної швидкості $V_{\text{дин}}$ (в); співвідношення $V_{\text{дин}}/V_g$ при різних величинах $V_{\text{дин}}$ (г); Залежності динамічної швидкості вітру $V_{\text{дин}}$ від приземної швидкості вітру $V_z, 10$ (д) і висоти граничного шару H_{abl} (е)

Висновок. Модель SLEB дозволяє визначити не тільки висоту приземного і граничного шару, але й профіль розподілу швидкості вектору вітра в цих шарах в залежності від їх стратифікації, а також часову і просторову мінливість їх динамічних і лінійних масштабів.

Модель SLEB може бути застосована для дослідження граничного шару екмановського типу над анізотропними підстильними поверхнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степаненко С.М., Волошин В.Г., Куришина В.Ю. Енергобалансовая модель приземного шару атмосфери // Український гідрометеорологічний журнал. - 2011. - Вип. 9. - С. 38 – 59.
2. Волошин В.Г. Динамічна модель забруднення атмосфери з метеорологічним препроцесором. Одеса: Екологія.-2013.-296с.
3. Garratt J.R. The atmospheric boundary layer.-Cambridge University Press., 1994.- 316 p.

ПРО СПОСІБ АДАПТАЦІЇ ПРОГНОЗУ ТУМАНУ ДО МІСЦЕВИХ УМОВ

**Грушевський О.М., к.геогр.н., доц., Мансарлійський В.Ф., к.ф.-м.н.,
Міщенко Н.М., к.геогр.н., Яцишен А.О.**

Кафедра військової підготовки Одеського державного екологічного університету

Аналіз сучасних підходів до покращення справджуваності прогнозів туману показує, що один з них пов'язаний з впровадженням у роботу оперативних метеопідрозділів застосування метеодронів, що дозволяє одержувати метеорологічні дані з високим просторово-часовим розділенням в районі аеродрому, а й виявляти особливості просторово-часової структури зон туманів з точністю, яка є недоступною для інших даних (супутникових або чисельного моделювання).

Другий підхід, який поширений у практичній роботі метеопідрозділів країн ЄС та США, полягає у врахуванні впливу місцевих умов, що зумовлює необхідність налаштування спеціалізованого програмного забезпечення для прогнозу туманів під локальні умови пункту прогнозу.

Це означає, що усі предиктори, які є значимими для прогнозу туману, мають враховуватися з певними (найоптимальнішими для пункту прогнозу) коефіцієнтами. Таким чином, розрахунковий метод проходить адаптацію до конкретного пункту.

Актуальність дослідження зумовлюється необхідністю адаптації розрахункових методів прогнозу туману для певного пункту з метою підвищення їх ефективності.

Метою дослідження є розробка методики врахування кліматології туманів при визначенні температури туманоутворення у конкретному пункті.

З цією метою для станції Київ за даними про наявність радіаційних туманів за період з 2012 по 2020 рр. була розрахована їх повторюваність по місяцям та часу доби. За наявність туману бралися усі години, протягом яких він відзначався, а за значення температури туманоутворення – її значення у строк, найближчий до моменту утворення туману. Паралельно з визначенням фактичної температури туманоутворення, визначалися її значення за методом Сандерса. Для цього використовувалися дані радіозондування на ст. Київ за 00 СГЧ поточної доби протягом того ж періоду.

Побудова добово-річного розподілу повторюваності туманів для станції Київ свідчить, що переважна більшість випадків туману спостерігається протягом перехідних сезонів року з вираженим максимумом у вересні-грудні в період з 02 до 06 години місцевого часу. Період з 06 до 19 години у будь-яку пору року характеризується відсутністю радіаційних туманів.

Використовуючи дані добово-річного розподілу температури туманоутворення і враховуючи циклічність повторюваності туманів, виконувалася апроксимація її розподілу за фактичними даними і за методом Сандерса за допомогою функцій виду

$$z = z_0 + A \cdot \cos\left(\frac{x}{\omega_1}\right) + B \cdot \sin\left(\frac{x}{\omega_1}\right) + C \cdot \cos\left(\frac{y}{\omega_2}\right) + D \cdot \sin\left(\frac{y}{\omega_2}\right), \quad (1)$$

$$z = z_0 + \sum_{i=1}^n (A_i \cdot x^i + B_i \cdot y^i) \quad (2)$$

де A, B, C, D – коефіцієнти апроксимації;

x, y – час доби та місяць року відповідно; ω_1, ω_2 – циклічна частота.

Результати апроксимації за формулами (1) та (2) представлені у тривимірних доменах ($x; y; z$), де x – час доби; y – місяць року, z – температура туманоутворення.

Аналіз параметрів апроксимації повторюваності добово-річного розподілу туманів, з використанням (1, 2), засвідчив, що найбільше значення коефіцієнту детермінації ($R^2 = 0,74$) досягається для значень температури туманоутворення отриманої на підставі фактичних даних, при використанні (2) у виді поліному 5-ої степені.

Маючи функцію розподілу добово-річної повторюваності температури туманоутворення ми можемо визначити її щомісячний «середній» добовий хід.

Для зручності користування на вісі абсцис можна відобразити лише години протягом яких, за кліматологічними даними, спостерігаються тумани, і провести згладжування (поліноміальне або за методом плаваючого середнього). Це дозволить при визначенні температури туманоутворення уникнути «викидів» у її значеннях, які можуть бути спричинені різними факторами, шляхом порівняння прогностичного значення з кліматологічним.

Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки:

1) Проведена апроксимація розподілу температур туманоутворення є найефективнішою для фактичних температур туманоутворення з використанням поліному 5-ої степені.

2) На підставі функції розподілу «кліматичної» температури туманоутворення визначені графіки її добового ходу для кожного місяця року.

3) Одержані графіки можуть використовуватися у якості додаткового критерію при визначенні співвідношення між мінімальною температурою і температурою туманоутворення при прогнозі туману.

УМОВИ УТВОРЕННЯ ТУМАНІВ І СУЦІЛЬНОЇ НИЗЬКОЇ ХМАРНOSTІВ АЕРОПОРТУ ОДЕСА

Густенко О.С., магістр, Хоменко І.А., к.геогр.н., доц.

Одеський державний екологічний університет

Прогноз низької хмарності і туманів є однією з найскладніших задач авіаційної метеорології через схожість механізмів утворення цих явищ, складність і недетермінованість процесів в граничному шарі атмосфери, а також сильну залежність появи туманів і низької хмарності від місцевих умов. Через наведені обставини дані аеродромних спостережень є необхідною основою для встановлення локальних залежностей, які дозволять розділяти обидва явища і прогнозувати їх характеристики.

Метою роботи є отримання режимних характеристик низької суцільної хмарності і туманів для аеропорту Одеса та встановлення локальних залежностей, які дозволили б удосконалити методи прогнозу даних явищ.

База даних містить стандартну метеорологічну інформацію біля поверхні землі в коді METAR за період 2013-2018 рр., і в коді SYNOP за період 2010-2012 рр. До аналізу окремих випадків було залучено дані радіозондування, архів синоптичних карт і архів супутникових знімків і синоптичних карт.

За розглядуваний період було зареєстровано 22 383 випадки суцільної низької хмарності і 10 980 випадків туманів в аеропорту Одеса.

Особливості річного та добового ходу низької хмарності в аеропорту м. Одеса виявили найбільшу повторюваність низької хмарності в листопаді, а також в зимові місяці з максимумом повторюваності в усі сезони, крім літа, у вечірні або нічні години, і мінімумом – в післяполудневі години. Влітку суцільна низька хмарність реєструється вкрай рідко: максимум повторюваності становить 2% і доводиться на ранкові години. Річний хід туманів показав найбільшу повторюваність в грудні і січні і яскраво виражений добовий хід, характерний у всі сезони, з максимальною появою туману в нічні і передранкові години.

Найбільша кількість епізодів з низькою хмарністю і туманами в усі сезони триває не більше однієї години. Тривалі епізоди низької хмарності і туманів найбільш характерні для зими, потім – для осені. Влітку, як правило, такі епізоди короточасні і нечисленні.

З ростом відносної вологості при температурах 0–10°C виділяються області високої повторюваності низькою суцільною хмарністю, що вказує на тісний статистичний зв'язок повторюваності відносної вологості, температури і хмарності. Особливо тісний зв'язок простежується між відотною вологістю і появою туманів: більше 50% всіх випадків туманів

спостерігаються при відносній вологості 95% і вище в діапазоні температур від -2 до +12°C, з яких 60% припадають на діапазон 0...+6°C.

Більше, ніж у 75% усіх випадків туманів, реєструється мінімум видимості 400 м або нижче, що свідчить про серйозність проблеми, оскільки незважаючи на сезон і тип туману, вони, зазвичай, є досить інтенсивні і щільні.

Аналіз виявляє наявність статистичних зв'язків низької хмарності і туманів з напрямком і швидкістю вітру. У всі сезони року найбільша повторюваність низької хмарності припадає на градацію 3 ... 4 м/с, виключаючи літо, коли найбільш часто така хмарність реєструється при більш високих швидкостях. Найбільша кількість випадків суцільний низької хмарності влітку і взимку доводиться на північні і східні напрямки. Тумани, навпаки, найчастіше в усі сезони, виключаючи зиму, утворюються при штилях. Найбільш часто спостерігаються тумани взимку при північних і східних напрямках вітру, в усі інші сезони тумани найчастіше реєструються при південному напрямку.

В роботі було зроблено спробу розділити явища і надати комплексну оцінку метеорологічних, аерологічних і синоптичних умов, які спричиняють формування низької шаруватої хмарності і різних видів туманів.

На основі метеорологічної інформації було зроблено первинне розділення різних видів туманів.

Стандартна метеорологічна інформація дає змогу отримати досить надійні характеристики для розділення видів туманів і низької шаруватої хмарності такі як швидкість і напрямок вітру, температура і вологість повітря, вид хмарності, що передує явищу.

Тумани і низька хмарність досить добре виявляються за допомогою RGB супутникових знімків в яких використовуються канали IR 12 - 10.8 (червоний), IR 10.8 - 3.9/8.7 (зелений) і IR 10.8 (блакитний). Для висновків щодо можливості розділення видів туманів за допомогою супутникової інформації необхідно накопичення статистично значущої вибірки.

Дослідження вертикальної структури атмосфери показало, що всі епізоди туману і низької хмарності супроводжувались інверсіями двох типів: інверсією опускання і інверсією, для якої є характерним охолодження від підстильної поверхні і турбулентне перемішування. Для розділення туманів можна використовувати не тільки тип стратифікації, але й статистичні характеристики шарів інверсії, підінверсійних шарів, теплих і холодних шарів.

Синоптичний аналіз допомагає в розділенні явищ, але для отримання об'єктивних і надійних оцінок предикторів на підставі синоптичного аналізу його необхідно доповнити гідродинамічним аналізом.

МЕТЕОРОЛОГІЧНА ВРАЗЛИВІСТЬ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У 2010-2019 РР. ЗА МАТЕРІАЛАМИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕОФІЗИЧНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ ІМЕНІ БОРИСА СРЕЗНЕВСЬКОГО

Доніч О.А., начальник відділу кліматології

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського

Метеорологічну вразливість території України було оцінено на основі розрахунку комплексного безрозмірного показника (коефіцієнта). При розрахунках враховувалися абсолютні екстремуми основних метеорологічних елементів (температури повітря, опадів і вітру за кліматичними зонами (табл.1,2,3) і особливості їх статистичних розподілів.

Розрахунки середніх значень екстремумів було проведено на основі метеорологічних даних добового розподілу за період 2010-2019 років. У розрахунках використовувалися дані по 37 станціях.

Станції, відібрані для проведення розрахунків показника метеорологічної вразливості, розміщені по всій території країни, охоплюють всі області й всі кліматичні зони, а тому дані, які використовувались для розрахунку можуть характеризувати мінливість погодних умов території України загалом. Це означає, що розрахований показник метеорологічної вразливості може розглядатися в якості інтегральної характеристики території.

Таблиця 1. Погодні екстремуми та розраховані показники метеорологічної вразливості

Абсолютні (кліматичні) екстремуми				Показник метеорологічної вразливості
температури		опадів	вітру	
T _{max}	T _{min}			
Кліматична зона Полісся				
41,4	-38,9	128	40	561
Семенівка	Володимир-Волинський	Володимир-Волинський	Житомир	
Кліматична зона Лісостепу				
39,9	-40,7	190	45	749
Суми	Сміла	Полтава	Тернопіль	
Кліматична зона Степу				
41,3	-38,2	148	40	486
Вознесенськ	Дніпро	Сербка	Асканія-Нова	
Кліматична зона Карпатські гори та передгір'я				
38,6	-37,9	125	40	428
Ужгород	Коломия	Коломия	Пожежевська	

Вибір станцій для розрахунку показника метеорологічної вразливості території України проводився в декілька етапів. На першому етапі було

обрано ті станції, на яких за весь період спостережень було відзначено абсолютні (кліматичні) екстремуми по кожному з розглянутих чотирьох метеорологічних елементів. Їх перелік і значення кліматичних екстремумів наведено в табл. 2.

Далі було обрано станції, які розташовані в обласних центрах України. Ці станції досить рівномірно висвітлюють територію України, а навколо обласних центрів накопичується велика частка економічного потенціалу та спостерігається найбільша щільність населення. Іншими словами, передбачається, що тут можуть бути найбільші економічні втрати (або досить велика частка економічних втрат).

Таблиця 2. Кліматичні абсолютні екстремуми

Абсолютні (кліматичні) екстремуми			
температури		опадів	вітру
T_{\max}	T_{\min}		
41,4 °С	-40,7 °С	190 мм	45 м/сек
Семенівка	Сміла	Полтава	Тернопіль

Відомо, що найбільші економічні втрати, як правило, несе сільське господарство, тому в районах, де воно розвинене, було обрано додатково по одній станції з максимально повними рядами спостережень. При цьому дотримувалася рівномірність покриття території.

Через тимчасову окупацію частини території Донецької та Луганської областей та анексією АР Крим станції, розташовані на цих територіях, не враховувалися при розрахунках.

На рис. 1 представлені результати розрахунку показника метеорологічної вразливості по кожній із станцій. З рис. 1 видно, що територія України з точки зору метеорологічної вразливості неоднорідна. Показник метеорологічної вразливості змінюється від 211 для станції Пожежевська до 592 для станції Вознесенськ.

Якщо розглядати показник метеорологічної вразливості за кліматичними зонами, то він змінюється від 428 для Карпатських гір та передгір'я, що свідчить про «середню» метеорологічну вразливість, до 749 (відносно «висока» метеорологічна вразливість) для зони Лісостепу.

Збільшення метеорологічної вразливості для зони Лісостепу внесли станції Баришівка та Лозова.

Слід зазначити, що за показником вразливості більшість станцій, яка аналізувалась, має низький або відносно низький коефіцієнт. На основі проведених розрахунків було отримано значення інтегрального показника метеорологічної вразливості території України – 556 (табл. 3). Це, зокрема означає, що метеорологічна вразливість, яка характеризує ризик впливу несприятливих погодних умов і метеорологічних явищ різних рівнів

Секція "Метеорологія"

небезпечності на національну економіку, може бути оцінена як «**відносно висока**».

Таблиця 3. Абсолютні (кліматичні) екстремуми та розрахунковий показник метеорологічної вразливості території України

Абсолютні (кліматичні) екстремуми				Показник метеорологічної вразливості
температури		опадів	вітру	
T _{max}	T _{min}			
41,4 °С	-40,7 °С	190 мм	45 м/сек	556
Семенівка	Сміла	Полтава	Тернопіль	

Варто зазначити, що на показник метеорологічної вразливості переважно впливають зміни швидкості вітру та кількість опадів, а останній 10-річний період показав зменшення цього коефіцієнту в порівнянні з періодом 1991-2005 рр., коли його значення було **627**. Це пов'язано зі зменшенням швидкості вітру та кількості опадів.

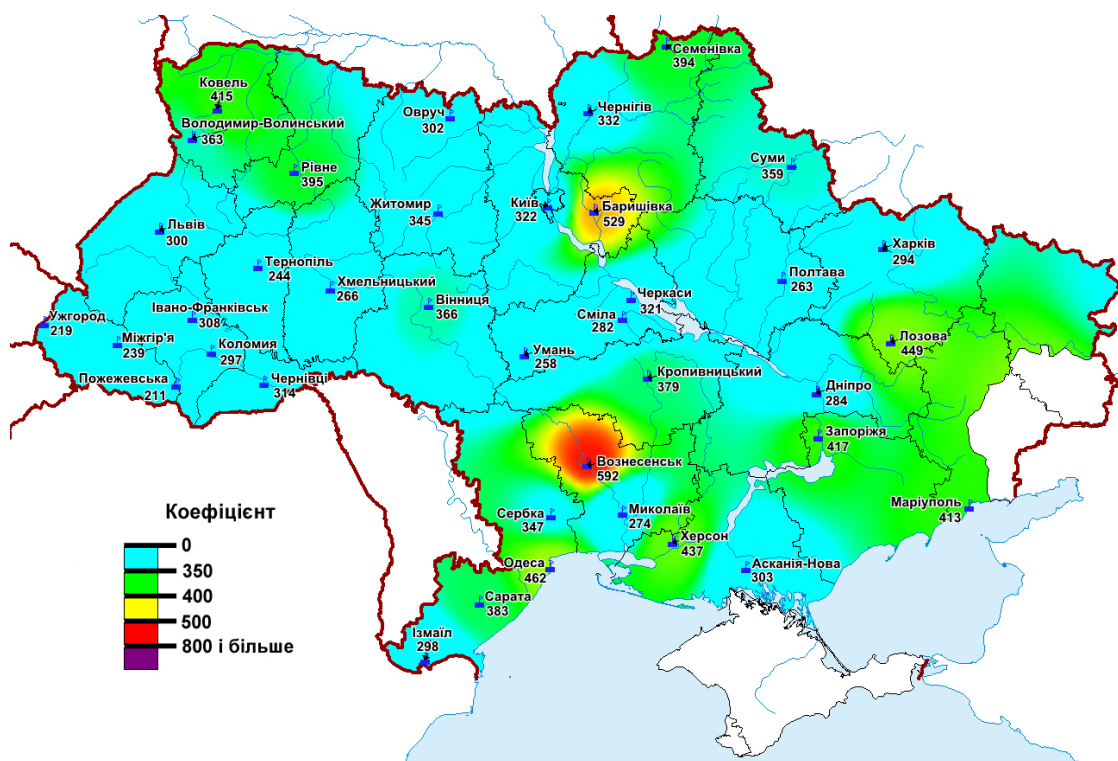


Рисунок 1. Показник метеорологічної вразливості території України по 37 станціях

**МОНІТОРИНГ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ ЗА СУПУТНИКОВИМИ
ДАНИМИ ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

Заболотна О., Кривобок О., Кривошеїн О.

Український гідрометеорологічний інститут

Метою даного дослідження є проведення оцінки ефективності використання супутникових даних для вимірювань опадів на поверхні землі на території України. Супутники дистанційного зондування мають численну апаратуру, яка працює у оптичному, інфрачервоному та мікрохвильовому діапазонах та дає можливість отримати показники характеристик хмар та гідрометеорів таких як краплі води та кристали льоду. Ці дані достатньо показові для розрахунку того, які види опадів передують - дощ, сніг чи змішані, а також їх інтенсивність та динаміку розвитку. Перевагою супутникових вимірювань над наземними є більша площа земної поверхні, яку вони охоплюють, та висока періодичність у частоті цих замірів.

Супутникові дані для даного дослідження були отримані із <https://gpm.nasa.gov/data/directory> в рамках проекту Global Precipitation Measurement (GPM). GPM - це проект міжнародного співробітництва між NASA, JAXA, EUMETSAT та іншими операторами супутників, місія якого є забезпечення глобального спостереження за процесами опадів із навколоремної орбіти. До сукупності супутників GPM проекту належать: Suomi NPP, Megha-Tropiques, NOAA 18/19, GCOM-W1, DMSPF17/F18/F19/F20, JPSS-1, MetOP B/C, GOES, Meteosat, Himawari, GPM Core Observatory. В даній роботі були використані дані IMERG (Integrated Multi - satellitE Retrievals for GPM), які формуються кожні 30 хвилин з просторовим розрізненням $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$ для будь якої точки земної поверхні в період 01.04.2020-30.10.2020.

Для оцінки точності супутникових вимірювань були використані щодобові строкові дані з мережі метеостанцій (155 метеостанцій) Українського Гідрометцентру (УкрГМЦ). Так як дані з мережі метеостанцій в більшості випадків є сумами опадів за 12 годин в межах доби, то супутникові дані перераховувались в кількість міліметрів за півгодини та сумувались за дванадцять годин.

Аналіз порівняння супутникових даних та даних метеостанцій показав, що значення середнього коефіцієнту кореляції по станціях складає 0.63, найвище значення характерне для метеостанції міста Суми і складає 0.885, а найнижче – для міста Золотоноша Черкаської області (0.324). На рисунку 1 зображено «коробковий графік» розподілу коефіцієнтів кореляції, на якому видно, що для більшості станцій (91 станція) коефіцієнт кореляції вище середнього значення (> 0.63)

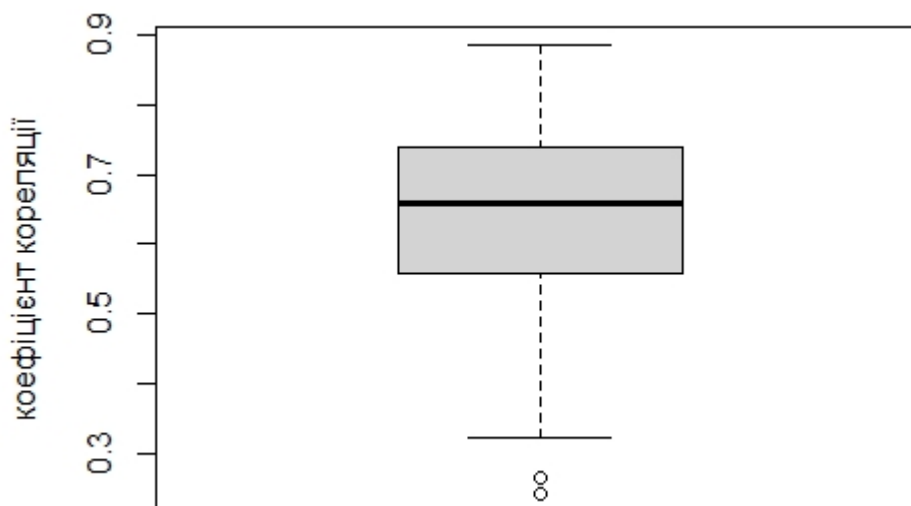


Рисунок 1. Розподіл коефіцієнтів кореляції по станціях.

Розраховане значення середньої абсолютної похибки між супутниковими даними та даними метеостанцій складає 1.134 мм.

Також була розрахована матриця похибок (confusion matrix) за допомогою якої було визначено кількість випадків фіксування наявності чи відсутності опадів як за супутниковими даними так і по станціях (Табл.1) та розраховано показник відповідності (точність виявлення), який дорівнює 88.3%.

Таблиця 1. Матриця похибок, наявність чи відсутність опадів згідно із даними супутників та метеостанцій.

	Дані метеостанцій фіксують опади	Дані метеостанцій не фіксують опади
Супутникові дані фіксують опади	3406	966
Супутникові дані не фіксують опади	1907	18319

Таким чином, в ході даного дослідження було визначено, що супутникові дані можуть бути використані як додаткова інформація для оцінки та визначення зон наявності або відсутності опадів у теплий період року на території України.

**ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ЗНАЧНІЙ ТЕРИТОРІЇ**

Козленко Т.В. науковий співробітник, Комісар К.М. провідний інженер

*Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України*

Забруднення атмосферного повітря у містах є складним явищем і його прогнозування потребує урахування ряду факторів [1, 2]. Основним принципом прогнозування забруднення повітря у містах є максимальне врахування характеру фізичного процесу розповсюдження домішок в атмосфері під впливом метеорологічних умов, тобто потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА). Потенціал забруднення атмосфери – це комплекс метеорологічних величин, які визначають рівень концентрацій шкідливих домішок. За матеріалами спостережень на значній території, на основі даних мережі спостережень за забрудненням атмосфери, а також метеорологічних та аерологічних даних станцій УкрГМЦ, найхарактернішими залежностями рівнів забруднення повітря в містах України від метеорологічних умов, є наступні:

- найбільша повторюваність випадків високого забруднення повітря спостерігається в теплий період року в малорухомих антициклонах і гребнях та на західній периферії антициклону, в розмитому баричному полі з вітрами змінних напрямів;
- підвищені концентрації шкідливих домішок відмічаються узимку в теплому секторі циклону та в передній його частині, що сприяє формуванню стійкості атмосфери;
- тенденція поступового зменшення концентрацій спостерігається у випадках переходу від полів високого тиску до полів низького.

Розглянемо один із можливих варіантів прогнозу забруднення атмосферного повітря на значній території. При прогнозуванні враховується прогнозована група фонових забруднень повітря, значення параметра Q або P (нормована середня концентрація), що отримано методом множинної або послідовної графічної регресії в окремих містах та якісна синоптична характеристика потенціалу на значній території [3]. Синоптична ситуація, в даному випадку, відображає особливості атмосферних процесів і характеризується за допомогою комплексу метеорологічних та аерологічних параметрів. Аналіз умов формування високого рівня забруднення атмосфери в кількох містах України показав особливу важливість врахування синоптичних умов під час розробки методик прогнозування рівнів забруднюючих речовин.

Важливим фактором, який впливає на забруднення атмосферного повітря, є напрям та швидкість вітру [1, 4]. Наприклад, у містах Запоріжжя, Харків та Донецьк підвищений рівень забруднення повітря спостерігається

взимку під час південно-східного напрямку вітру, в Одесі і Маріуполі – західного та південно-західного напрямів.

На основі прогнозу швидкості й напрямку вітру на території міста, висоти шару перемішування, туманів та з урахуванням синоптичної ситуації виділяють області з несприятливими метеорологічними умовами (НМУ) для окремих груп джерел викидів[5] (табл.1).

Таблиця 1. НМУ для основних груп джерел викидів [5]

Характеристика викидів	Термічна стратифікація нижнього шару атмосфери	Швидкість вітру на рівні, м•с ⁻¹		Вид інверсії, її висота над джерелом, м
		флюгера	викидів	
Гарячі високі	Нестійка	3 - 7 штиль	5 - 10 5 - 10	підвищена 100 - 300
Холодні високі	Нестійка	1 - 2 штиль	2 - 4 2 -4	підвищена 100 - 300
Низькі	Стійка	штиль	штиль	приземна

Небезпека виникнення високих рівнів забруднення повітря значно зростає під час туманів, які часто супроводжуються підвищеною інверсією та штилем. Вміст і коливання концентрацій шкідливих домішок у повітрі може бути зумовлено також опадами, що можуть вимивати домішки з атмосферного повітря за рахунок вологого осадження.

Висновки. Врахування синоптичної ситуації разом з метеорологічними величинами (напрямок та швидкість вітру, температура повітря, тумани, опади) дає можливість прогнозування забруднення атмосферного повітря на значній території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кіптенко Є.М., Козленко Т.В. Прогнозування рівнів високого забруднення атмосферного повітря у містах України. Наукові праці УкрНДГМІ. 2002. Вип.250. С.288–297
2. Jacobson M. Atmospheric pollution.History, science and regulation.NewYork: Cambridge University Press. 2002. 412 p.
3. Сонькин Л.Р.Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1991.223 с.
4. Лоева І.Д., Владимірова О.Г., Верлан В.А. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря великого міста: методи аналізу, прогнозу, регулювання. Монографія. Одеса: Екологія. 2010. 224 с.
5. Кіптенко Є.М., Козленко Т.В., Загорна А.І., Щербуха Л.С. Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України. Державна гідрометеорологічна служба. Київ. 2010. 77 с.

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ГРОЗОПЕЛЕНГАЦІЇ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ГРАДУ

Коман М. М.

Український гідрометеорологічний інститут

Система грозопеленгації має велике значення для метеорологічної безпеки держави, оскільки завдяки їй створюється можливість своєчасного прогнозування особливо небезпечних явищ погоди та їх впливу, практично на всі галузі промисловості і соціальної діяльності людини. Це пов'язано з великою кількістю небезпечних явищ, викликаних конвективними процесами в теплий період року, що призводить до значних руйнувань інфраструктури та гибелі людей.

З огляду на те, що грозові явища супроводжуються сильними поривами вітру, смерчами і градом, можна виявити залежність між кількістю міжхмарних розрядів (МХ) за хвилину, розрядів земля-хмара (ЗХ) за хвилину з зазначеними небезпечними явищами погоди. Таким чином, різке збільшення кількості міжхмарних розрядів і відношення МХ/ЗХ можуть бути трактовані як предиктори для виникнення граду, сильного вітру або смерчу. Найбільш небезпечні конвективні шторми можуть генерувати значну кількість МХ і великі значення МХ/ЗХ. Чим вище значення МХ, тим вище ймовірність виникнення граду з конвективних штормів. Проводячи моніторинг грозових осередків, можна з завчасністю до 30 - 40 хвилин видавати оповіщення про особливо небезпечні погодні явища. Таким чином, дані мережі грозопеленгації можуть бути використані для забезпечення завчасного попередження населення або об'єктів (енергетики, економіки та ін.).

За виявлення граду в Україні відповідають 145 метеорологічних станцій, однак ці дані не дозволяють, у даний час, прогнозувати град, а лише проводити фактичну фіксацію явища та охоплюють невелику частину території України. За допомогою метеорологічних станцій з 2016 по 2020 рік було виявлено 20 випадків сильного граду (розмір граду більше 19 мм). Інформація від ЗМІ (Інтернет, телебачення, преса) з 2016 по 2020 роки використовувалася для доповнення виявлення граду, що призвело до збільшення підтверджених випадків граду до 44, 18 з яких були серйозними. Слід зазначити, що медіа-дані менш надійні та узгоджені з даними станцій (рідко вони надають точний час граду або його розмір), але охоплюють більшу територію. Кожен випадок виявлення граду перевірявся на наявність блискавичної активності.

Поточне дослідження зосереджене на визначенні залежностей між градом та даними грозопеленгації (співвідношення МХ/ЗХ, кількість спалахів у хвилину, lightning jump) для подальшого використання у

розробці системи прогнозування особливо небезпечних погодних явищ на основі системи грозопеленгації в Україні.

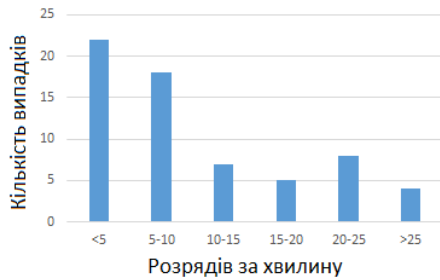


Рисунок 1. Різке збільшення розрядів за хвилину (lightning jump)

Після аналізу 64 випадків граду на рис.1 наведено кількість випадків при різкому збільшенні грозових розрядів (lightning jump). Для слабких гроз характерна кількість грозових розрядів за хвилину - менше 10, при сильних грозах помітне різке збільшення - більше 20

грозових розрядів за хвилину.

Нижче наведено приклад кореляції між градом та даними грозопеленгації від 18 серпня 2019 року. Значне збільшення грозової активності (lightning jump) можна побачити приблизно за 25 та 35 хвилин до першого випадку граду (рис.2). Різке збільшення співвідношення МХ/ЗХ відбулося за 35 хвилин до першого прояву граду (рис.3). Виявлення таких стрибків у даних грозопеленгації може бути використано як прогноз небезпечних погодних явищ за 45 хвилин до моменту початку.

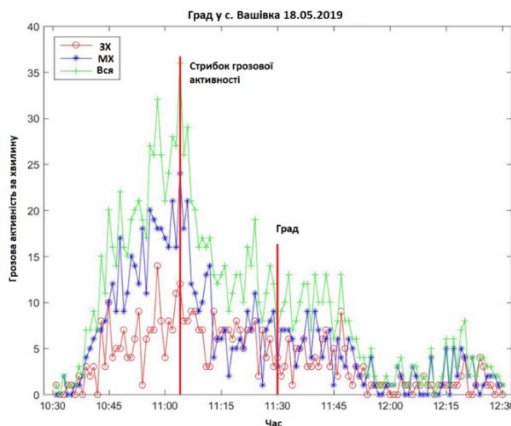


Рисунок 2. Грозова активність

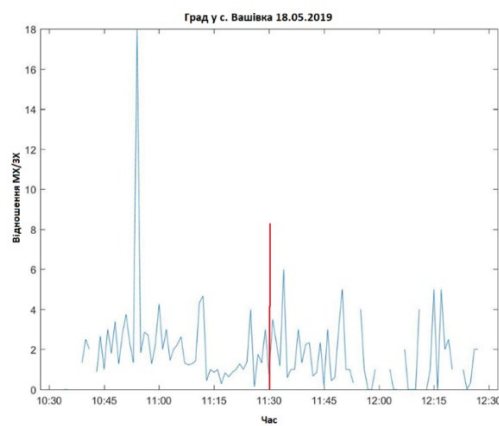


Рисунок 3. Співвідношення МХ/ЗХ

Особливо небезпечні погодні явища можна передбачити за допомогою даних грозопеленгації (стрибок грозової активності, збільшення співвідношення МХ/ЗХ) за 45 хвилин. Події зі слабкою грозовою активністю менш надійні для прогнозування небезпечних погодних явищ.

**ВИЗНАЧЕННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ ІНДЕКСУ *CAPE* З
УРАХУВАННЯМ ЧАСОВОЇ ЕВОЛЮЦІЇ ЕНЕРГІЇ НЕСТІЙКОСТІ
АТМОСФЕРИ ПРИ ФОРМУВАННІ КОНВЕКТИВНИХ ШТОРМІВ**

**Міщенко Н.М., к.геогр.н., Мансарлійський В.Ф., к.ф.-м.н.,
Грушевський О.М., к.геогр.н., доц.**

Кафедра військової підготовки Одеського державного екологічного університету

Критеріальні значення індексів, які використовуються у оперативній практиці, одержуються винятково емпірично і не регулюються жодними фізичними законами. Тому прогностичний висновок за якимось з них буде мати певні обмеження, оскільки різні групи індексів конвекції мають різне функціональне призначення (наприклад, індекс *CAPE* характеризує лише потенціальну можливість конвекції, індекси зсуву – тип організації конвективного шторму і тривалість конвективних явищ, температурно-вологісні індекси – потенціал розвитку конвекції та її інтенсивність) і, відповідно, їх інтерпретація не повинна виходити за межі цього функціоналу.

Варто зазначити, що адаптація параметрів конвекції має відбуватися лише на підставі тих випадків, коли час проведення радіозондування атмосфери максимально наближений до часу утворення того чи іншого конвективного явища. Це досягається або збільшенням частоти радіозондування атмосфери (наприклад, до чотириразового), як це реалізовано на станціях Kuemmersbruck (10771) та Idar-Oberstein (10618) у Німеччині або використанням прогностичних даних з необхідним просторово-часовим розділенням

Оскільки у оперативній практиці індекс *CAPE* є найпоширенішим для використання при розробці прогнозу конвективних явищ, то метою дослідження є проведення порівняльного аналізу його локальних змін, одержаних за фактичними і прогностичними даними у дні з грозою.

Для цього у якості вихідних використовувалися дані чотириразового протягом доби радіозондування на ст. Kuemmersbruck (10771) та прогностичні дані GFS з часовим розділенням 3 години і просторовим $0,25 \times 0,25^\circ$ протягом теплих періодів 2015-19 рр. Протягом вказаного періоду було відібрано 20 випадків, в яких спостерігався розвиток потужної конвекції, що супроводжувався конвективними явищами (зливовий дощ, гроза, град тощо).

Одержані діаграми розсіяння значень індексу *CAPE* та його локальних змін за фактичними і прогностичними даними свідчать, що для фактичних даних локальні зміни енергії нестійкості за період з 12 по 18 СГЧ мають від'ємний знак, тобто її пікові значення припадають на відрізок часу між 12 та 15 СГЧ. У той же час аналогічним характеристикам, розрахованим за

даними GFS, притаманні позитивні значення, тобто пікові значення індексу *CAPE* припадають на період близько 18 СГЧ.

Це підтверджується даними повторюваності різних градацій індексу *CAPE*, побудованих за цими ж даними. Аналіз свідчить, що 90% випадків зі значеннями *CAPE* > 600 Дж/кг припадає на 12 СГЧ проти 75% за прогностичними даними. У 18 СГЧ фактичні значення *CAPE*, які свідчать про високий потенціал конвекції, спостерігаються у 65% випадків, у той час, коли за прогностичними даними цей показник становить 95%.

З аналізу тісноти та знак зв'язку між значеннями індексу *CAPE* та його локальними змінами за строки 12 та 18 СГЧ впливає, що значення *CAPE* за 12 СГЧ та його локальні зміни, за фактичними даними за період з 12 по 18 СГЧ мають слабкий кореляційний зв'язок $r_{(CAPE_{12} - \Delta CAPE_{12-18})} = -0,09$. При цьому спостерігається тісний додатній кореляційний зв'язок між значенням *CAPE* за 18 СГЧ та величиною його змін за період з 12 по 18 СГЧ ($r = 0,79$). Такі значення кореляції вказують на те, що еволюція енергії нестійкості після 12 СГЧ може мати досить широкий діапазон сценаріїв. Іншими словами, ніякі значення індексу *CAPE* за 12 СГЧ не зумовлюють його зростання у наступні 6 годин, тобто саме по собі значення індексу не є достатньо інформативним предиктором. І навпаки – високі значення індексу о 18 СГЧ вказують на високий потенціал грози. Це підтверджується величиною середнього абсолютного відхилення значень індексу *CAPE*. Якщо для значень *CAPE* за 12 СГЧ воно становить $\eta = 257,7$, то для значень *CAPE* за 18 СГЧ значення цієї ж величини становить $\eta = 423,3$.

Розгляд аналогічного зв'язку, але за прогностичними даними, показує слабкий кореляційний зв'язок майже однакової тісноти та різного напрямку між значеннями індексу *CAPE* за 12 та 18 СГЧ та його локальними змінами ($r = -0,4$ та $r = 0,42$ відповідно). Тобто результати моделювання свідчать, що збільшенню величини локальних змін *CAPE* відповідає або його зменшення у 12 СГЧ, або збільшення у 18 СГЧ.

Детальніший аналіз кореляційних зв'язків із залученням прогностичних даних за 15 СГЧ показує наявність зворотного кореляційного зв'язку ($r = -0,75$) між значеннями індексу *CAPE* за 12 СГЧ та його локальними змінами $\Delta CAPE_{15-12}$ та прямого кореляційного зв'язку ($r = 0,78$) між значенням *CAPE* та $\Delta CAPE_{18-15}$. Це є можливим, якщо відбувається або зменшення значення *CAPE* за 12 СГЧ, або його збільшення за 18 СГЧ.

Часові зміни середніх значень індексу *CAPE* за строки 06-18 СГЧ свідчать, що його максимальні значення спостерігаються близько 12-15 СГЧ, після чого спадають, тобто значимий додатній кореляційний зв'язок буде забезпечуватися лише за умови, коли значення *CAPE* за 18 СГЧ збільшуються паралельно зі збільшенням значень *CAPE* за 12 СГЧ, тобто градієнт *CAPE* до цього строку та після нього і є визначальним чинником утворення грози.

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА РІВНІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ДІОКСИДОМ АЗОТУ В МІСТАХ УКРАЇНИ

Надточій Л.М., н.с., Дворецька І.В., к.г.н., с.н.с, Баштаннік М.П., н.с.

*Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України*

Вміст забруднюючих речовин (ЗР) у атмосфері міст формується під впливом антропогенних та природних чинників. Для більшості антропогенних джерел емісії характерні багаторічні тенденції до збільшення або зменшення викидів. Загальні зміни циркуляційних та кліматичних процесів можуть визначати зміни умов, що є сприятливими до накопичення та несприятливими до розсіювання ЗР. Серед усіх ЗР найбільш універсальною домішкою є діоксид азоту (NO_2), що відображає вплив різних джерел емісії і є обов'язковим для вимірювання в усіх країнах світу, та належить до високотоксичних газів. У містах України NO_2 характеризується значними концентраціями в атмосферному повітрі з динамікою зростання їх рівнів [1, 2].

Для проведення досліджень використано щомісячні дані концентрацій NO_2 , осереднені для міста в цілому, за результатами наземних спостережень ЦГО імені Бориса Срезневського та метеорологічних характеристик (температури повітря, атмосферного тиску, відносної вологості, дефіциту насичення, напряму і швидкості вітру) за період 2000–2019 рр.

Використовуючи бази даних концентрацій NO_2 та метеорологічних характеристик, проаналізовано залежності рівнів забруднення від метеорологічних умов використовуючи авторегресійний аналіз

За умови визначальної ролі вітрових характеристик R^2 моделей залежності NO_2 від метеорологічних величин досягали значення 0.90. Так як NO_2 надходить в атмосферу як від пересувних джерел, так і від стаціонарних, знайти зв'язок з вітровими характеристиками досить складно. Значну роль відіграють і типи джерел емісії (якщо NO_2 надходить від низьких джерел емісії, то найвищі рівні забруднення будуть відмічатися при штилі та слабкому вітрі, якщо ж від високих джерел – при більших швидкостях вітру). Наприклад, у м. Житомир зі зменшенням швидкості вітру на 1.5 м/с концентрації NO_2 у середньому зростають на 15%, що свідчить про вагомий внесок низьких джерел емісії у формування концентрацій NO_2 у цьому місті. Для міст Полтава та Горішні Плавні отримано дещо інші результати, а саме: при збільшенні швидкості вітру у середньому на 1–2 м/с концентрації NO_2 можуть збільшитись на 25–30%. Тобто, в цих містах найімовірніше визначальну роль у динаміці NO_2 відіграють високі джерела викидів. Складові вітру (зональна та меридіональна) та його напряме явищем локальним і вимагає дослідження

кожного міста окремо з огляду на розташування джерел викидів та постів спостережень. Наприклад, аналізуючи зональну складову вітру в Одесі, виявлено, що при її зменшенні на 1.5–2 м/с може спостерігатись збільшення концентрацій NO₂ на 25–35% від середніх значень.

Змодельовані значення концентрацій NO₂ з визначальною роллю вологісних характеристик досягали R²=0.70. Нижчі рівні вмісту NO₂ у повітрі спостерігалися у періоди з вищою вологістю. Наприклад, у Рівному збільшення вологості на 10% може призвести до зменшення концентрацій NO₂ на 17% від середнього умісту. Вологе осадження є одним із основних механізмів виведення NO₂ із атмосфери, тому збільшення вологовмісту в атмосфері призводитиме до більш активного осадження NO₂, що й описується зворотною залежністю показників.

Зв'язок між концентраціями NO₂ та температурою повітря проявлявся рідше (лише в окремих містах). Отримано, що в середньому збільшення температури повітря на 3–6°C сприяє зменшенню концентрацій на 15–30% від середнього рівня. Температура повітря визначає як прискорення швидкості реакцій утворення NO₂, так і прискорення швидкості руйнування цієї домішки. В роботі отримано зворотній зв'язок між концентраціями NO₂ та температурою повітря, що підтверджує важливість температурних умов та надходження сонячного випромінювання для руйнування NO₂, що відбувається більш інтенсивно, ніж процеси хімічного перетворення NO_x в NO₂. Ці результати узгоджуються з останніми дослідженнями [3]. Зв'язок з атмосферним тиском знайдено в найменшій кількості міст, проте вдалося виявити, що у середньому збільшення атмосферного тиску на 5–15гПа може призвести до зменшення NO₂ на 15–25% від середнього умісту. Зміна концентрації NO₂ при зміні тиску характеризує прояв антициклональної/циклональної погоди.

Висновки. В результаті аналізу виявлено, що для концентрацій NO₂ найсильніший зв'язок характерний із вітровими та вологісними характеристиками, дещо гірший – із температурою повітря та атмосферним тиском.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кіптенко Є.М., Баштаннік М.П., Козленко Т.В., Онос Л.М., Жемера Н.С., Трачук Н.О. Аналіз забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту та його прогнозування в промислових містах України. *Актуальні проблеми дослідження довкілля*. Збірник наукових праць. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка. 2015. С. 50–54
2. Savenets M., Nadtochii L., Dvoretzka I. NO₂ seasonal and interannual variability in Ukrainian industrial cities. *GeoScience Engineering*. 2018. Vol. LXIV, No. 4. P.29–36
3. Cichowicz R., Wielgosiński G., Fetter W. Dispersion of atmospheric air pollution in summer and winter season. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2017. Vol. 189, 605. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-6319-2>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ФОРМУВАННІ НЕБЕЗПЕЧНИХ ЯВИЩ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Недострелова Л.В., к. геогр.н., доц.
Чумаченко В.В., асп., Чаленко В.В. маг.

Одеський державний екологічний університет

Розвиток багатьох галузей економіки, проектування та будівництво міст, народногосподарських і житлових об'єктів, шляхів сполучення, ліній зв'язку і електропередач, аеродромів, курортів, зон відпочинку і туризму вимагають цілеспрямованого врахування погодних і кліматичних ресурсів. Не існує такої галузі економіки, яка б прямо або опосередковано, постійно або частково не зазнавала впливу гідрометеорологічних факторів, хоча ступінь такого впливу різна. Все залежить від рівня організації виробництва конкретного об'єкта, який піддається впливу погодних умов, і засобів, доступних споживачу для протидії їм. Гідрометеорологічне забезпечення економіки сприяє найбільш вигідному застосуванню метеорологічних відомостей при вирішенні виробничих задач і прийнятті захисних засобів при виникненні несприятливих явищ погоди [1].

Гроза є найбільш небезпечним явищем погоди. Немає ні однієї галузі господарства, яку не цікавила б можливість виникнення грози, оскільки з нею пов'язані сильні електричні розряди, інтенсивні зливові опади, град, шквалисте посилення вітру тощо [1, 2]. Проблеми виникають при значних відхиленнях гідрометеорологічних умов від норми, а також при виникненні аномальних явищ погоди. У річному розрізі найбільше надзвичайних ситуацій доводиться на осінні і зимові місяці, а в літній період – на липень, в період самої активної грозової діяльності, коли спостерігаються сильні зливи, грози, шквали, смерчі, град – явища, що мають велику руйнівну силу. Останнім часом багато уваги приділяється зміні клімату. В Україні існує велика кількість наукових праць, що досліджують зміни температури повітря, кількості опадів, радіаційного режиму, тощо. Але важливим науковим питанням також є зміни хмарності та явищ, що з ними пов'язані. Дослідження тенденцій в грозовій діяльності і циркуляційних процесів, що її обумовлюють, мають великий науковий та практичний інтерес [3]. В якості вихідної інформації для дослідження використовувалися дані щоденних спостережень за атмосферними явищами на метеостанціях Одеса, Херсон та Миколаїв за період дослідження 2005-2020 роки. Протягом періоду дослідження найбільшу кількість гроз виявлено на метеостанції Миколаїв. Річний хід з найменшими значеннями визначено на метеостанції Херсон. Багаторічна мінливість грозової активності над регіоном дослідження має коливальний характер. Аналіз сезонного розподілу грозоутворень показує, що гроза формується у всі сезони року. Виключенням є станція Херсон, де взимку грози не спостерігалися. Максимальну кількість випадків зафіксовано

влітку. Найбільш інтенсивно процеси грозоутворення відбуваються в літні місяці, а саме – в червні і липні.

Тумани відносяться до числа явищ погоди, що є особливо небезпечними для руху всіх видів транспорту. Керування автомобілем в умовах туману вимагає ще більшого досвіду, ніж у дощ. Іноді туман буває таким сильним і створює таку велику небезпеку, що необхідно перервати рух і терпляче чекати зміни погоди. Туман створює небезпечні дорожні умови. В аваріях під час туману беруть участь десятки автомобілів, гинуть та отримують травми велика кількість людей. Туман сильно зменшує зону видимості, сприяє обману зору, ускладнює орієнтування. Він спотворює сприйняття швидкості транспортних засобів і відстань до предметів. Наявність туману сильно ускладнює чи робить неможливими зліт та посадку літаків, ускладнює роботу повітряного та автомобільного транспорту, збільшує небезпеку руху на дорогах. Тому дослідження кількості днів з туманами, їх повторюваності, умов їх утворення було і є досить актуальним[1, 2, 4]. Вхідними даними для дослідження є щоденні спостереження за атмосферними явищами на метеорологічних станціях Миколаїв, Херсон, Одеса за період 2011-2020 роки. За період дослідження на півдні України виявлено 1098 днів з туманами: в Миколаєві – 422, в Херсоні спостерігалось 363 і найменшу кількість визначено в Одесі – 313 днів за 10-річний період. В річному ході найбільшу кількість днів зафіксовано в 2014 році – це 143 дні. Велика кількість має місце в 2019 і 2013 роках – 133 й 131 день відповідно. Мінімум визначено в 2011 році, що становить 85 днів. Для сезонного розподілу притаманний максимум взимку – 546 днів. Восени і весною зафіксовано 288 та 243 випадки відповідно. Сезон, в якому спостерігається мінімум даного показника – літо. Кількість днів з туманами влітку становить 21 випадок. Розподіл днів з туманами по місяцях показує, що сумарна кількість по станціях в січні і грудні становить 35 % від загальної кількості днів з туманами за 10-річний період. Мінімум днів спостерігається в літні місяці. На станції Херсон за період 2011-2020 рр. в серпні не виявлено жодного дня з туманами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Івус Г.П. Спеціалізовані прогнози погоди: Підручник. Одеса. 2010. 407 с.
2. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник. К.: КНТ, 2007. 486 с.
3. Чумаченко В.В., Недострелова Л.В. Часовий розподіл грозоутворень над Одесою. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Періодичний науковий збірник. № 3(54). Київ, 2019. С. 164-166.
4. Чаленко В.В., Недострелова Л.В. Аналіз кількості днів з туманами на півдні України. Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ. Одеса, 2021. С. 433-436.

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ СУХОВІЮ НА ОСНОВІ ГАУСОВОГО ПРОЦЕСУ

**Олійник Р.В. к.ф-м.н., доцент, Костирко І.О. PhD- student,
Каревіна К.В. магістр**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Метеорологічні явища, що розвиваються в просторі і часі, це випадкові процеси. При цьому передбачається, що стан на поточний момент часу є випадкова величина. Таким чином, метеорологічне явище - це сімейство випадкових метеорологічних величин, що визначені в імовірнісному просторі. Універсальною, вичерпною характеристикою випадкової величини є її функція розподілу. Емпіричний розподіл переважної більшості випадкових метеорологічних величин апроксимуються нормальним законом, який відображає повторюваність (імовірність) даної величини. Повторюваність метеорологічних процесів, являється одним з основних критеріїв класифікації клімату, за допомогою якого виявляють внутрішні взаємозв'язки та особливості регіонального клімату. Гаусовий процес - це стохастичний процес (сукупність випадкових метеорологічних величин, індексованих деяким параметром, найчастіше часом або координатами), такий що будь-який кінцевий набір цих величин має багатовимірний нормальний розподіл. Розподіл гаусового процесу - це спільний розподіл всіх його випадкових величин. Якщо *суховій* представити, як випадковий (гаусовий) вектор, проєкціями якого виступають відповідно швидкість вітру, температура та відносна вологість повітря, тоді тривимірний нормальний розподіл дозволить описати, принаймні наближено, імовірність виникнення суховію на основі множини корельованих випадкових метеорологічних величин для даної локації. Для суховію, як гаусового процесу, важливою властивістю лінійного перетворення є збереження після перетворення властивості ортогональності власних векторів, що визначають положення головних осей еліпсів ймовірності. Тобто, при лінійних перетвореннях багатовимірних випадкових векторів еліпсоїди їх розсіювання перетворюються в інші еліпсоїди. Проєкції еліпсоїда розсіювання випадкового процесу суховій в тривимірному координатному просторі утворюють тривимірні еліпсоїди нормального розподілу ймовірностей розсіювання обраних координат. Сталість функції щільності розподілу суховію задається рівнянням:

$$\lambda^2 = \left(\frac{x - \bar{x}}{\sigma_x}\right)^2 (1 - r_{yz})^2 + \left(\frac{y - \bar{y}}{\sigma_y}\right)^2 (1 - r_{xz})^2 + \left(\frac{z - \bar{z}}{\sigma_z}\right)^2 (1 - r_{xy})^2 +$$

$$+ \frac{2(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} (r_{xz} \cdot r_{yz} - r_{xy}) + \frac{2(x - \bar{x})(z - \bar{z})}{\sigma_x \sigma_z} (r_{xy} \cdot r_{yz} - r_{xz}) +$$

$$+ \frac{2(y - \bar{y})(z - \bar{z})}{\sigma_y \sigma_z} (r_{xz} \cdot r_{xy} - r_{yz})$$

При цьому, ймовірність попадання в тривимірний еліпсоїд розсіювання обчислюється через гамма- (Γ) та неповну гамма-функцію (γ):

$$P_{\lambda,3} = \frac{\gamma\left(\frac{3}{2}, \frac{\lambda^2}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}$$

Таблиця 1. Імовірність виникнення суховію (P_{DW}) в літній сезон ($T \geq 25^\circ C$; $WS \geq 5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; $f < 30\%$)

МС	P_T	P_{WS}	P_f	P_{DW}
Вінниця	0.43	0.17	0.012	<0.0025
Дніпро	0.75	0.19	0.022	0.04
Запоріжжя	0.78	0.21	0.024	0.04
Кропивницький	0.67	0.19	0.011	0.02
Миколаїв	0.76	0.27	0.005	0.01
Одеса	0,59	0.33	0.000	<0.01
Сімферополь	0.60	0.22	0.000	<0.01
Херсон	0.85	0.18	0.022	0.03
Черкаси	0.62	0.14	0.005	<0.01

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ТА ПРЕПРОЦЕСИНГУ ОПЕРАТИВНИХ ДАНИХ СУПУТНИКА SENTINEL-5P ДЛЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Савенець М.В., к.г.н.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Наземні спостереження за забрудненням атмосферного повітря характеризуються високою точністю отриманих даних. Проте, їх використання має суттєвий недолік пов'язаний із неможливістю повного просторового охоплення. Для формування комплексного уявлення щодо розподілу забруднюючих речовин у просторі та оперативного моніторингу необхідно залучати дані супутникових спостережень.

Найкращі можливості на сьогодні відкриваються під час використання супутника Sentinel-5 Precursor (Sentinel-5P) із приладом The TROPospheric Monitoring Instrument (TROPOMI) запущено в кінці 2017 р. [1]. Просторова деталізація супутникового зондування сягнула 7×3.5 км, та була покращена до 5.5×3.5 км. Дані супутника Sentinel-5P представлені у вигляді різних рівнів архівації. Для завантаження доступні перший та другий рівні архівації (відкалібровані дані випромінювання та дані хімічних складових). Дані другого рівня архівації (NO_2 , SO_2 , CO , CH_4 , HCHO , O_3 , аерозолі, хмарність), є оптимальними для розроблення методів оперативного моніторингу. У роботі представлено опис особливостей використання та необхідних етапів препроцесингу супутникових даних, встановлених під час дослідження забруднення атмосферного повітря в Україні та розробці методів обробки даних Sentinel-5P.

Уся інформація представлена у вигляді режимних (offline) або оперативних – близьких до реального часу (near-realtime). Оперативні дані надходять частинами та покривають незначну за площею територію відносно розмірів окремих трасерів. Так, територію України, залежно від дня зондування, може покривати від 5 до 10 файлів. У випадку роботи з оперативною інформацією об'єктивним є використання лише тих файлів, дані з яких покривають територію України найбільше. У основній частині випадків достатнім є завантаження від одного до трьох файлів.

Обов'язковим етапом препроцесингу даних Sentinel-5P є фільтрування ненадійних значень. Для цього враховується індекс якості даних (quality assurance index), що представлений у вихідному файлі для кожного пікселя. Індекс якості виражається у відносних одиницях від 0.0 до 1.0 та відображає сукупний вплив похибок, сформованих під час вимірювань. Значення індексу вище за 0.7 дозволяє використовувати супутникову інформацію у повному обсязі. За індексу нижчим 0.5 супутникові дані повинні бути відфільтровані.

На прикладі 22 травня 2021 р. щільна хмарність спостерігалася на заході та південному сході території України. Найменших похибок атмосферної корекції зазнають дані NO_2 , індекс якості яких за безхмарного неба наближається до 1.0 (рис. 1). Тільки за умов наближення до 10-бальної хмарності, якість даних NO_2 не перевищує 0.5.

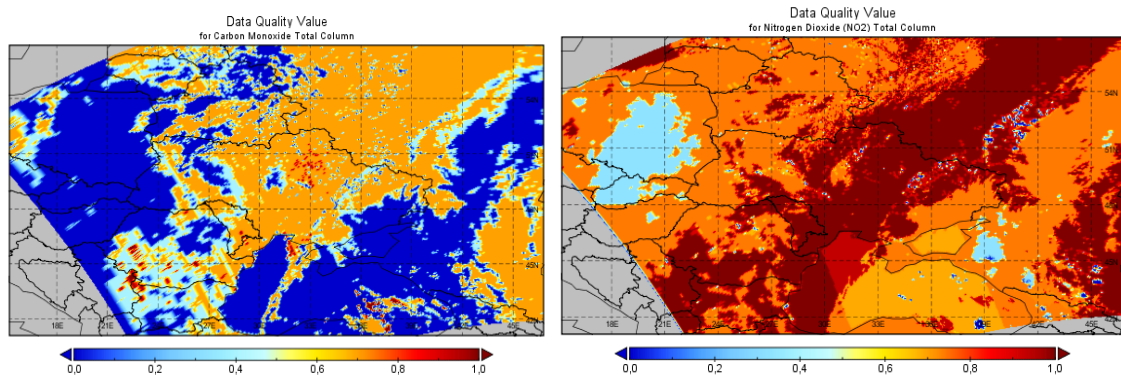


Рисунок 1. Індекс якості даних CO та NO_2 на прикладі 22.05.2021 р.

За безхмарного неба індекс якості HCHO та SO_2 близький до 1.0. Будь-яка хмарність вкрай негативно впливає на статистичну надійність даних HCHO та SO_2 , зменшуючи індекс якості нижче 0.5. CO в найбільшій мірі залежать від умов за яких відбувалося зондування та складності атмосферної корекції. Умови безхмарного неба не завжди дозволяють отримувати дані з високим індексом якості (рис. 1). Зазвичай, він перевищує 0.6, що потребує додаткового врахування можливих джерел викидів. За хмарного неба використання даних CO неможливе для оперативного оповіщення населення, і може використовуватися виключно для розробки оптимальних алгоритмів відновлення.

Відображення даних супутника Sentinel-5P для різної просторової деталізації потребує індивідуального підходу до обробки та візуалізації даних для усієї території України та урбанізованих районів. Враховуючи об'єм даних, що покривають територію України, для оперативного моніторингу відсутня необхідність відображення вихідних даних 5.5×3.5 км. Для таких масштабів краще використовувати осереднені значення в певних квадратах (наприклад, $0.1^\circ \times 0.1^\circ$), що будуть прив'язані до регулярної сітки координат. Це дозволить пришвидшити обробку даних та сформувати часові ряди. Просторова роздільна здатність Sentinel-5P дозволяє зайти у межі великих міст із залученням методу укрупнення даних (downscaling).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Tropospheric Monitoring Instrument [електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.tropomi.eu> (Дата звернення: 26.05.2021)

ЩОДО ІНФОРМАТИВНОСТІ ІНДЕКСУ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНОЇ ПОГОДИ FWI В УМОВАХ УКРАЇНИ

Семенова І.Г., д.геогр.н., професор

Одеський державний екологічний університет

Вступ. Пожежі в екосистемах є вельми поширеним небезпечним явищем в Україні, яке щорічно призводить до вигорання сотень гектарів лісових масивів та заповідних плавнів, пошкодженню майна та навіть людських втрат. Так, за даними Європейської інформаційної системи про лісові пожежі (EFFIS, <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>), в 2020 році в Україні виникло 209 лісових пожеж та вигоріло понад 255 тис. га рослинного покриву. Природні пожежі в більшості випадків виникають через антропогенний чинник, але саме сприятливі метеорологічні умови сприяють поширенню і підтриманню пожеж.

Оцінка пожежонебезпечних умов погоди, звичайно здійснюється за допомогою чисельних характеристик - показників або індексів. В Україні дотепер використовується показник пожежної небезпеки В.Г.Нестерова, який характеризує ступінь посушливості погодних умов з урахуванням температури та вологості повітря. В Європі в інформаційній системі EFFIS використовується індекс пожежонебезпечної погоди FWI (*Fire Weather Index*), який був розроблений у Канаді [1], але його ефективність доведена для європейських умов, завдяки чому цей індекс використовується багатьма європейськими країнами для оцінки небезпеки виникнення лісових пожеж [2]. FWI ґрунтується на наборі компонентів, які містять у собі дані про температуру і відносну вологість повітря, швидкість вітру і опади.

Метою даного дослідження є оцінка інформативності індексу FWI щодо відповідності метеорологічних умов виникненню та поширенню лісових пожеж в Україні.

Методи дослідження та вихідні дані. В дослідженні розглянуто три періоди з виникненням масштабних лісових пожеж на території України в 2020 р.: пожежа у квітні в Чорнобильській зоні, пожежі у липні та наприкінці вересня-початку жовтня у Луганській області. За даними ДСНС України, у першому випадку вигоріло понад 11,5 тис. га лісу у південно-західній частині Чорнобильського заповідника; у Луганській області жовтні площа пожеж склала понад 20 тис. га., а в липні лісова пожежа виникла в безпосередній близькості від поселень, внаслідок чого згоріло понад 85 будинків та загинуло п'ять осіб.

Для оцінки осередків загорання був використаний веб-ресурс Fire Information for Resource Management System (<https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/>), в якому показником активного вогню є «гарячі точки» (hotspot), які визначаються за допомогою супутникових інструментів MODIS (супутники Aqua and Terra) та VIIRS (супутники S-NPP та NOAA 20). Для обраних осередків загорянь щоденний індекс FWI був отриманий з бази

кліматичних даних Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu/>), побудовані та проаналізовані графіки часового ходу FWI з визначенням рівнів небезпеки та характерних змін індексу в період пожеж.

Результати. В квітні 2020 р. в Чорнобильській зоні спостерігалось два основних періоди пожеж з різним розташуванням осередків: 7-12 квітня та 16-17 квітня. В часовому ході FWI для обох періодів спостерігалось наростання значень індексу від 25 до 30-33, що відповідає рівню небезпеки «високий», до настання найбільшої інтенсивності і розповсюдженості пожежі, після чого індекс зменшувався.

Період пожежі 6-7 липня 2020 р. в Луганській області (Новоайдарський район) характеризувався наявністю максимумів в ході FWI саме в ці дні, коли значення індексу досягло 54 (екстремальний рівень) 7 липня та швидко зменшилося в подальшому (рис. 1).

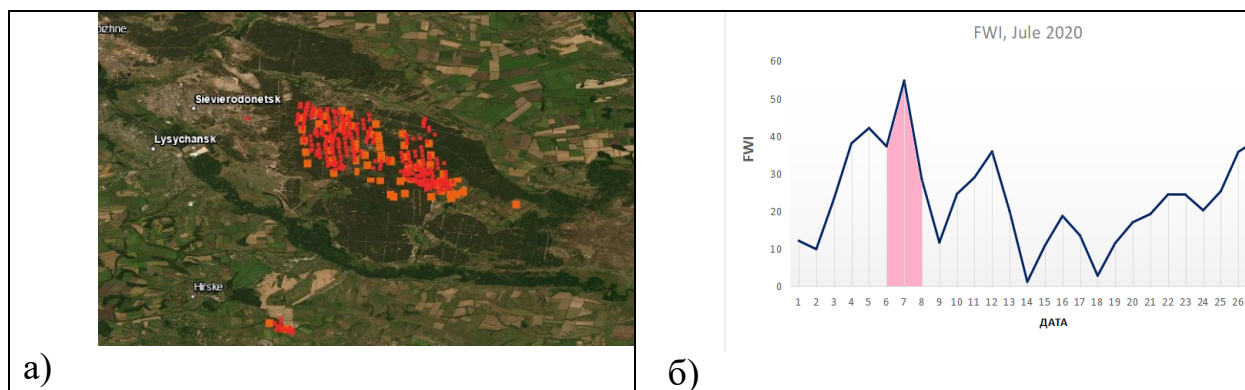


Рисунок 1. Осередки загорянь 7 липня 2020 р. за даними FIRMS (а) та графік часового ходу FWI за липень 2020 р. (б), Луганська область

В період 30 вересня - 5 жовтня 2020 р. сильні пожежі виникли в районі між Лисичанськом та Северодонецьком, де до зони ураження потрапило 32 населених пункти. У часовому ході індексу FWI спостерігався максимум 62 (екстремальний рівень) в день початку пожежі 30 вересня, в наступні три дні різке убавання значень до середнього рівня небезпеки.

Таким чином, індекс FWI загалом, добре відображає наявність погодних умов для виникнення та підтримки пожежі, досягаючи максимуму напередодні або в день події, та швидко зменшуючись в наступний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. VanWagner, C.E., 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Vol. 35 of the Forestry Technical Report series. Canadian Forestry Service, Ottawa, Canada. Available at: URL <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=19927>
2. San-Miguel-Ayanz, J., Costa, H., DeRigo, D., Liberta, G., Artes Vivancos, T., Durrant-Houston, T., Nuijten, D., Loffler, P. and Moore, P., 2018. Basic criteria to assess wild fire risk at the pan-European level, EUR 29500 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi:10.2760/228736, JRC113923.

**ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПОГОДНИХ УМОВ В ПЕРІОД
ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ В ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ ЗОНІ У КВІТНІ 2020 Р.**

**Семенова І.Г., д.геогр.н., професор,
Мансарлійський В.Ф., к.ф-м.н., доцент,
Міщенко Н.М., к.геогр.н., доцент**

Одеський державний екологічний університет

Вступ. Весна 2020 р. в Україні відзначалася вельми посушливими умовами, які сформувалися через безсніжну та теплу зиму. На півдні країни спостерігалася сильна посуха, а в північних районах - пилові бурі та лісові пожежі. Пожежа почалася на західному краю Чорнобильської радіоактивної зони на кордоні населеного пункту Народичі і заплави річки Уж 3 квітня 2020 р. У перший день вогонь поширився на площі понад 20 гектарів, а 5 квітня площа пожежі оцінювалася в 100 гектарів лісу. Інтенсивне поширення вогню спостерігалось до 13 квітня, другий інтенсивний спалах виник 16-17 квітня 2020 р. Загалом, під час пожеж протягом квітня 2020 р. вигоріло близько 11 тис. га лісу. Поширенню вогню сприяли метеорологічні умови – суха та вітряна погода підтримувала пожежу тривалий час.

Для оцінки пожежонебезпечних умов погоди в Україні дотепер використовується комплексний показник пожежної небезпеки В.Г. Нестерова. Як показали дослідження, цей показник не відповідає стану горючості лісу поточним умовам погоди [1], тому питання вибору оптимального показника залишається відкритим. Перспективним виглядає новий, відносно простий для розрахунку та інтерпретації індекс HDW, представлений у дослідженні [2].

Метою даного дослідження є оцінка інформативності індексу HDW у відображенні метеорологічних та синоптичних умов, які сприяли поширенню лісових пожеж в Чорнобильській зоні.

Методи дослідження та вихідні дані. В дослідженні визначено два основних періоди з виникненням масштабних осередків лісових пожеж в Чорнобильській зоні квітні 2020 р.: 7-12 квітня та 16-17 квітня. Для локалізації осередків загорання використаний веб-ресурс Fire Information for Resource Management System (<https://firms2.modaps.eosdis.nasa.gov/>), в якому показником активного вогню є так звані «гарячі точки» (hotspot). Для визначення предикторів U і VPD, необхідних для розрахунку індексу HDW згідно методики [2], використовувалися дані глобальної чисельної моделі GFS з кроком сітки 0,25 градусів: температура, температура точки роси, відносна вологість і складові вітру на трьох ізобаричних поверхнях: поверхня землі, 975 і 950 гПа. За розрахованими значеннями HDW побудовані щоденні поля для всій території України для зіставлення з

синоптичною ситуацією, а також побудований графік часового ходу HDW, осередненого по площі загорянь в Чорнобильській зоні.

Результати. Пожежонебезпечні умови на півночі України в квітні 2020 р. склалися під впливом відповідних синоптичних процесів в регіоні: теплий сектор циклону, центр антициклону, малоградієнтне поле підвищеного тиску. Об'єднує всі ці циркуляційні умови наявність адвекції теплої та сухої повітряної маси. При цьому, блокуючих процесів не спостерігалось, а відбувалася швидка зміна зазначених циркуляційних процесів.

Аналіз коливань індексу HDW показав, що в квітні його середні значення знаходилися в межах 25-215, максимальні досягали майже 250 (рис. 1). Порівняльний аналіз часового ходу індексу HDW з інтенсивністю осередків пожеж виявив, що максимумами індексу добре узгоджуються з періодами посилення і розповсюдження загорянь, при цьому індекс різко зменшується після цього, що пов'язано зі зміною погодних умов.

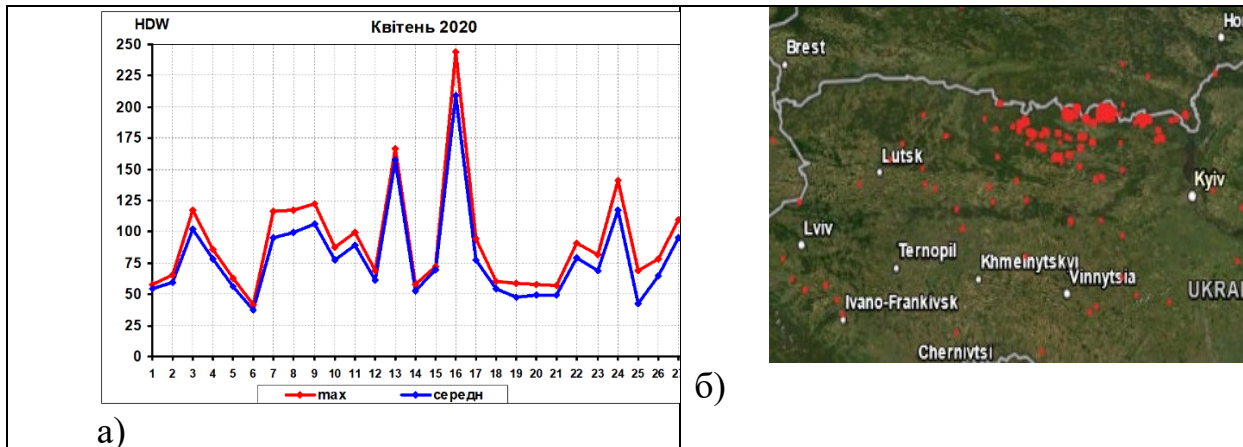


Рисунок 1. Графік часового ходу HDW за квітень 2020 р. (а) та осередки загорянь 17 квітня 2020 р. за даними FIRMS (б), Чорнобильська зона

Аналіз щоденних полів HDW показав, що вони мають велику просторову і часову мінливість, що обумовлено характером синоптичних процесів. В більшості випадків окреслені зони максимуми HDW (> 210) розташовувалися в теплих секторах циклонів або центральних частинах антициклонів та переміщувалися разом з цими об'єктами, тобто, пов'язані з гребнями тепла й сухим повітрям в нижніх шарах тропосфери.

Таким чином, новий індекс HDW добре відбиває наявність сприятливих погодних умов для формування і підтримки лісових пожеж, тому встановлення відповідних критеріїв небезпеки для території України може стати альтернативою для прогнозування пожежонебезпечної погоди.

АВІАЦІЙНИЙ НАУКАСТИНГ

Семергей-Чумаченко А.Б., к.геогр.н., доц.

Одеський державний екологічний університет

Національна галузь авіаційних перевезень є провідником соціально-економічного розвитку країни, але сталий розвиток цивільної авіації потребує інноваційних рішень та нових технологічних рішень. Благополучне майбуття галузі не є екстраполяцією її минулого, а вимагає подолання викликів сучасності, а відповіддю на них є шосте видання Глобального аеронавігаційного плану (ГАНП) [1].

Глобальний аеронавігаційний план (The Global Air Navigation Plan) є найвищим стратегічним аеронавігаційним стратегічним документом ІКАО (Doc 9750) та планом стимулювання еволюції глобальної аеронавігаційної системи згідно Оперативної концепції Глобального управління повітряним рухом (GATMOC, Doc 9854). ГАНП забезпечує глобальну основу розробки регіональних та національних планів оптимізації системи аеронавігаційного обслуговування до 2030 р. Важливою складовою цієї системи є метеорологічна інформація, що сприяє підвищенню рівня експлуатаційної ефективності та безпеки польотів [1], а також забезпеченню гнучкого управління повітряним простором, підвищенню ступеня ситуаційної обізнаності та ухваленні рішень, а також динамічному і оптимізованому плануванню траєкторій польоту.

Ключова концепція методології ASBU (авіаційної системи блокової модернізації) так звані «операції, засновані на траєкторіях», тобто швидка інтеграція прогнозів з високою роздільною здатністю та продукції технології наукастинга в систему прийняття рішень організації повітряного руху. Згідно ГАНП до 2030 р. система повинна прогнозувати небезпечні для авіації явища з 20-хвилинною завчасністю.

Поняття наукастинга (nowcasting) або поточне прогнозування (прогноз поточної погоди) на даний час визначено ВМО як прогноз з урахуванням місцевих особливостей будь-яким методом на термін від поточного моменту до 6 годин, включаючи докладний опис поточної погоди [3]. Реалізація засвоєння всіх видів вихідної інформації для наукастинга дуже непросте наукомістке завдання, яке ускладнюється потребою практично безперервного засвоєння даних. Зараз для цього застосовують техніку «квазінеперервного» засвоєння типу «наджинга» або ансамблевого фільтра Калмана. Одна з подібних оперативних систем - система швидкого оновлення (Rapid Refresh, RAP), яка прийнята в Національних центрах прогнозу навколишнього середовища (NCEP), США.

До предиктантів авіаційного наукастинга відносяться характеристики погоди, які впливають на безпеку зльоту, посадки і польоту повітряних

суден - явища, пов'язані з потужною (грозовою) конвекцією (гроза, град, зливи, шквал, пориви вітру), і явища, що знижують видимість до значень нижче категорійних мінімумів (опаді, туман та ін.). Крім того, для авіації актуальною є інформація про зміну висоти нижньої межі суцільної хмарності, часу переходу температури через 0 °С, періодах значних швидкостей і поривів вітру тощо.

Через такі властивості предиктантів системи авіаційного наукастинга локальними, тобто призначеними для прогнозування одного небезпечного явища (наприклад, зсуву вітру) або несприятливої погоди в конкретний сезон (умови «зимової погоди»), або універсальними (всі особливі явища незалежно від сезону). Вихідною інформацією є метеорологічні спостереження з дискретністю 10-30 хв. на аеродромі та навколо, модельні прогностичні величини і дані дистанційних вимірювань, перш за все метеорологічних радарів і супутників.

Для підготовки і апробації можливих шляхів реалізації завдань ГАНП, в 2014р. спільно з Комісією атмосферних наук і Комісією з авіаційної метеорології ВМО був організований дослідний проект для авіації (AvRDP - Aviation Research Development Project)[4]. Загальна місія AvRDPз 2014 по 2019 рр. - шляхом міжнародної співпраці розвивати, демонструвати та кількісно оцінювати ефективність систем прогнозування небезпечної погоди для району аеродрому через розвиток технологій наукастинга в таких напрямках:

- аналіз систем погоди, інтегрований для повітряних коридорів (CIWS - corridor integrated weather system), що дозволяє точно прогнозувати час прибуття повітряних суден в аеропорти з високим трафіком;
- формулювання погодинних попереджень про особливі явища з використанням кольорової шкали безпеки для кожного аеропорту;
- погодинний прогноз особливих явищ і їх комплексу для територій однієї або декількох держав;
- об'єктно-орієнтований наукастинг (переважно пов'язаний з конвективними об'єктами) із зазначенням часу їх зародження, напрямку руху, кількості опадів, радіолокаційних характеристик тощо;
- застосування технології блендінга (змішування спостережень і прогнозів) для прогнозування надкороткострокових змін деяких характеристик (видимості, низької хмарності).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. The Global Air Navigation Plan Portal. <https://www4.icao.int/ganpportal/>
2. https://www.icao.int/publications/Documents/9750_cons_ru.pdf.
3. <https://public.wmo.int/ru/resources/bulletin/руководящие-указания-по-методам-наукастинга-резюме>.
4. Aviation Research Demonstration Project. <https://avrdp.hko.gov.hk>.

**ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ
АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ (НА ПРИКЛАДІ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ)**

**Федонюк В.В.¹, к.геогр.н., доцент, Федонюк М.А.¹, к.геогр.н., доцент
Костів О.Т.^{2,3}**

¹*Луцький національний технічний університет*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

³*Інститут високих технологій*

Моніторинг атмосферних опадів – це регулярні або періодичні спостереження за режимом їх випадання, сумами, хімічним складом [2,3]. Динаміка, хімічний склад, агрегатний стан, розподіл по сезонах року опадів – це вагомий чинник впливу на геохімічні та геоекологічні процеси, на екологічний стан міських ландшафтно-архітектурних комплексів, водойм, зелених зон, парків та скверів, присадибних господарств. Опосередковано склад опадів має вплив на якість життя та здоров'я людини. Від особливостей хімічного складу опадів залежать особливості систем очищення на колекторах зливової каналізації міста.

Жоден інший метеорологічний показник не має такої часової, територіальної та локальної мінливості, як атмосферні опади. Саме цим визначається гостра потреба у розширенні наявної мережі їх моніторингу.

Проблеми, складнощі та перспективи розвитку моніторингу окремих параметрів атмосферних опадів при аналізі їх територіального розподілу, в тому числі можливості застосування ГІС-технологій для такого моніторингу, було проаналізовано нами у [2,4].

Досвід проведених досліджень динаміки атмосферних опадів на території Волинської області на протязі останніх десятиліть [3] свідчить про значну обмеженість та неповноту наявної інформації про опади, що надходить від офіційної метеорологічної мережі. Для прикладу, у Волинській області діє лише 6 метеорологічних станцій, на дані яких і має спиратися такий статистичний, модельний чи прогностичний аналіз. Тобто метеостанція є навіть не у кожному адміністративному районі. В той же час відомо, як випадає дощ у межах одного міста: коли в одному з мікрорайонів сильна злива, в іншому – може світити сонце.

На нашу думку, альтернативним варіантом розширення мережі спостережень за опадами у близькій перспективі може стати впровадження недержавної мережі моніторингу опадів, що працюватиме на засадах волонтерства та відкритості доступу її даних. Приклади таких мереж на даний час існують, серед найбільш успішних варто згадати проєкт Blitzortung.org, що дозволяє вести спостереження за активністю грозових явищ в світі та започатковувався саме як товариство незалежних аматорів – власників датчиків, що фіксують електричні розряди в атмосфері [1].

Нами було розроблено автоматизований вимірювальний модуль «ДОЩ-КОНТРОЛЬ», який представляє собою невелику спеціалізовану

метеорологічну станцію, створена на основі мікроконтролера ArduinoMicro та комплексу датчиків. Пристрій дозволить проводити у автоматичному режимі вимірювання основних показників атмосферних опадів, а саме: тривалість опадів; сума опадів, що випали; температура дощової (талої снігової) води; рН опадів; мінералізація опадів; вміст CO₂ у повітрі (для оцінки динаміки формування показника рН, на яку вуглекислий газ суттєво впливає). Додатково може вимірюватися температура повітря. Комплекс датчиків вмикається автоматично у момент початку опадів і вимикається, коли опади припиняються. Виміряні характеристики передаються або на електронне табло, встановлене в приміщенні, або (що доцільніше) – безпосередньо через мережу Інтернет на спеціалізований сайт.

Такий модуль можуть скласти школярі чи студенти під керівництвом педагога-наставника, після чого – встановити його біля власного навчального закладу та збирати інформацію про опади в рамках реалізації дослідницького міждисциплінарного STEM-проекту. В результаті отримаємо локальну автоматизовану мережу спостережень для Волинської області, а з часом, за умови успішності проекту, його можна поширити у межах всієї України, Європи або світу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубрицкий Б.С. Анализ современной динамики грозовых явлений в пределах Волынской области Украины / Б. С. Зубрицкий, В. В. Федонюк, М. А. Федонюк // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Устойчивое развитие: региональные аспекты». - Брест, БрГУ имени А.С. Пушкина, 20–21 апреля 2017 г. – С.125-131.
2. Мольчак Я.О. Моніторинг динаміки мікрокліматичних показників озера Світязь та прилеглої території на основі застосування ГІС-технологій / Я.О. Мольчак, В.В.Ковальчук // Географічні інформаційні системи в аграрних університетах (GISAV). – Матеріали 2-ої Міжнародної науково-методичної конференції. – Херсон, 2007. – С.72–83.
3. Федонюк В.В., Костів О.Т. Дослідження динаміки опадів на Волині в контексті глобальних змін клімату / В.В. Федонюк, О.Т.Костів // Сучасна наука та освіта Волині: зб. мат. науково-практ. конференції, 22 листопада 2018 р., м. Володимир-Волинський / упоряд. гол. ред. Б.Є.Жулковський. – Луцьк, Волиньполіграф, 2018 (569 ст.). – С.258-261.
4. Fedoniuk M.A., Fedoniuk V.V., Ivantsiv V.V. Possibilities for improvement of environmental monitoring of precipitation in the city (a case of Lutsk). Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Геологія. Географія. Екологія». Харків : 2019. Вип. 50. С. 210-219.

ПРОГНОЗУВАННЯ СУПЕРКОМІРКОВИХ ШТОРМІВ З ВИКОРИСТАННЯ ФАКТИЧНИХ І ПРОГНОСТИЧНИХ ДАНИХ

**Хомутовська А.Г., курсант групи МВМ-20
Грушевський О.М., к.геогр.н., доц.**

*Одеський державний екологічний університет
Кафедра військової підготовки*

Прогнозування конвективних явищ включає в себе не лише прогноз їх утворення та переміщення. Важливою складовою є прогноз еволюції конвективних штормів, який дає уявлення про такі характеристики шторму як його інтенсивність, тривалість та площа охоплення території погодними явищами, які відповідають критеріям суровості.

Важливим чинником життєвого циклу конвективного шторму є вертикальна структура поля вітру, яка впливає, по-перше, на тип його організації і, по-друге, на тривалість його існування.

Актуальність даного дослідження впливає з необхідності визначення закономірностей часової структури вертикальних профілів вітру при утворенні грозових явищ для уточнення ефективності використання його індексів у якості предикторів.

Метою дослідження є визначення закономірностей часової еволюції індексу спіральності шторму при утворенні грозових явищ.

Завдання, що вирішувалися у ході дослідження:

- створення бази даних (відбір випадків з грозою на території Німеччини, систематизація фактичних і прогностичних (GFS) даних для відібраних випадків;
- визначення часової еволюції різних градацій індексу спіральності;
- розрахунок індексу спіральності *SRH* для шарів 0-3 км та 0-1 км та його локальних змін в період утворення гроз за фактичними і прогностичними даними;
- визначення закономірностей еволюції обертальності висхідного потоку.

У якості вихідних даних використовувалися дані температурно-вітрового зондування атмосфери на станціях Ідар (10618) та Кюммерсбрюк (10771) та прогностичні дані GFS.

Варто зауважити, що утворення не всіх конвективних штормів пов'язане з наявністю обертального висхідного потоку, тому перевищення критеріального значення індексу *SRH* не є обов'язковою умовою їх розвитку.

Аналіз градації 40-80 м²/с² показує, що максимальна кількість випадків у шарі 0-1 км припадає на 06 СГЧ, а потім, о 12 СГЧ, відбувається збільшення кількості випадків цієї градації у шарі 0-3 км, що вказує на

процес охоплення обертальним рухом шару конвекції. Після цього обертальність потоку у шарі 0-1 км стрімко знижується, а шар 0-3 км, навпаки, такий рух підтримує.

У ході дослідження представлені зміни коефіцієнта кореляції між значеннями самого індексу та його локальними змінами для шарів 0-1 та 0-3 км протягом доби. Значимий кореляційний зв'язок синхронно спостерігається у обох шарах (-0,8 та -0,7 відповідно) о 12 та 18 годин СГЧ. Строкам 00 та 12 СГЧ притаманний слабкий кореляційний зв'язок (-0,4 та -0,2 відповідно). Це, насамперед, вказує на те, що найбільш інтенсивне наростання обертальності висхідного потоку відбувається в період з 06 до 12 СГЧ, після чого настає проміжок часу, коли подальші зміни у значеннях індексу спіральності не залежать від його поточних значень. У 18 СГЧ високі значення коефіцієнта кореляції пояснюються згасанням обертальних рухів повітря у шарі конвекції, яке, імовірно, є «дзеркальним» періоду між 06-12 СГЧ.

Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки:

1) змінюваність різних значень індексу спіральності протягом доби характеризується вираженим ходом градації 40-80 м²/с², кількість випадків якої збільшується в період з 06 до 12 СГЧ, коли і відбувається формування та збільшення інтенсивності обертального висхідного потоку;

2) Зв'язок між величиною індексу спіральності та його локальними змінами протягом наступних 6 годин характеризується наявністю оберненого кореляційного зв'язку, який показує, що збільшенню значень індексу відповідає зменшення його локальних змін, тобто найбільш інтенсивне зростання спіральності відбувається з незначних її значень;

3) Аналіз кореляційного зв'язку між значеннями самого індексу та його локальними змінами для шарів 0-1 та 0-3 км протягом 6-годинних інтервалів показав наявність високих значень зв'язку у періоди 06 та 18 СГЧ, що вказує на інформативність цих періодів для прогнозу обертальних рухів повітря при розвитку конвекції.

4) Під час обробки та аналізу вихідних даних було виявлено, що прогностичні дані GFS не відображають типового ходу розвитку обертального потоку в конвективних явищах. Частково прогностичні дані прив'язуються до фактичних даних радіозондування, але сітка прогностичних даних GFS є дрібнішою, ніж мережа станцій радіозондування. Тому, під час розрахунку даних для вузлів сітки GFS, враховуючи дані радіозондування, через процес інтерполяції втрачаються відносно невеликі за своїм масштабом процеси, такі як утворення та розвиток конвективних явищ. Отже, дані GFS є недостатньо інформативними для прогнозу та моніторингу еволюції суперкоміркових штормів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХВИЛЬ ТЕПЛА У ЗАКАРПАТТІ

Шидловська Л.І., Катеруша О.В., Катеруша Г.П., к.геогр.н., доц.

Одеський державний екологічний університет

Одним з наслідків потепління клімату є зростання кількості днів з аномально високою температурою. Оцінка динаміки максимальної температури повітря і важливого її показника – хвиль тепла – протягом минулих десятиріч є наразі одною з провідних в проблемі змін клімату.

На сьогоднішній день, як відомо, не існує загально прийнятного визначення хвиль тепла. Найчастіше використовується визначення хвилі тепла, запропоноване Всесвітньою метеорологічною організацією на основі максимальної добової температури повітря, і відповідний критерій ВМО.

З точки зору здоров'я людини, хвиля тепла – це період, протягом якого спостерігається надзвичайне напруження терморегуляції організму, підвищений ризик захворюваності та смертності, особливо від захворювань серцево-судинної і дихальної системи.

Метою даної роботи є дослідження хвиль тепла протягом року на основі максимальної добової температури повітря в Ужгороді. Для її реалізації розв'язано такі задачі: визначено критерії ВМО для кожного дня року; виявлено хвилі тепла для кожного місяця року, теплого і холодного періодів; розраховано основні характеристики хвиль тепла; простежено динаміку хвиль тепла та їх основних характеристик.

База даних, що використовувалась для дослідження, містила інформацію про максимальну добову температуру повітря з січня по грудень за 1946-2018 роки на станції Ужгород, яка розташована в західному регіоні країни. Кожен рік поділено на два періоди: холодний (з жовтня по квітень) і теплий (з травня по вересень). Вихідні дані отримано з сайту, який містить кліматичну інформацію для території Європи.

Результати аналізу показали, що в Ужгороді кількість хвиль тепла за 73 роки становила 149 (86 – у холодний період і 64 – у теплий). Максимальна тривалість хвилі тепла (19 днів) була зафіксована 22.07-09.08.1994 р., а у холодний період найтривалішою (18 днів) стала хвиля тепла з 08.04 по 25.04.2018 р.. Виявлено, що протягом року найбільша повторюваність хвиль тепла була тривалістю 6-8 днів. Причому, їх сумарна повторюваність у холодний період з 1946 по 2018 рік становить 66%, а теплий – 75% від загальної кількості хвиль. При цьому на хвилі тривалістю 6 днів припадає 29 і 33% відповідно у холодний і теплий періоди, 7 днів – по 22%, 8днів – по 15% в обидва періоди. А от на хвилі тривалістю ≥ 10 днів припадає 21 і 13% відповідно у холодному і теплому періодах.

На рис. 1 для наочності представлено розподіл кількості хвиль тепла в окремі місяці та сезони за стандартний період (кліматична норма) і останні 28 років. Отже, найбільше підвищення випадків хвиль тепла відносно норми відбулось у серпні (на 8), в цілому за сезон – влітку (на 16). Слід зазначити, що у всі сезони року спостерігалось зростання кількості хвиль тепла, в окремі місяці (лютий, квітень) вона декілька зменшилась, а у грудні залишилась незмінною.

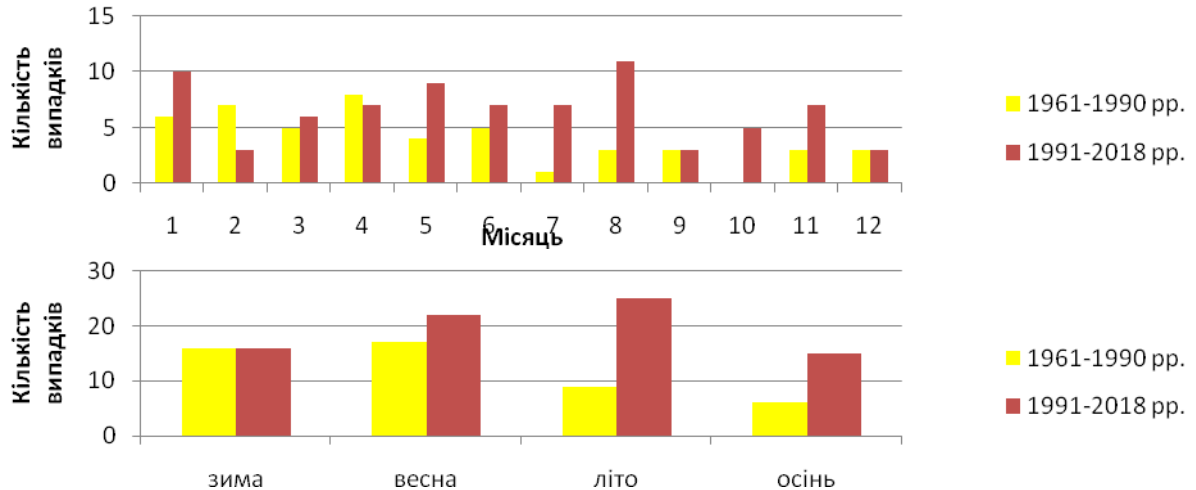


Рисунок 1. Кількість хвиль тепла

До показників хвиль тепла належать: їх повторюваність, тривалість, інтенсивність (кумулятивна температура протягом окремої хвилі), амплітуда температури під час окремої хвилі тепла.

Тривалість хвиль тепла підвищилась відносно норми у більшості місяців року, причому максимально у липні і серпні (на 66 і 70 днів відповідно), в цілому за сезон – влітку (більше, ніж втричі). У всі сезони року відбулось зростання тривалості хвиль тепла, крім зими. У лютому, березні та грудні тривалість хвиль тепла зменшилась на 1-35 дні.

У холодний період відносно норми зросла повторюваність хвиль тепла тривалістю 6, 7 і ≥ 10 днів, у теплий – майже всіх градацій тривалості (за винятком 7 днів). Таке зростання виявилось значно більшим у теплий період. Але в обидва періоди найбільше підвищилась повторюваність хвиль тепла 6 і ≥ 10 днів.

Найбільша кількість хвиль тепла має місце за кумулятивних температур 10-50 °C та амплітудах 3-8 °C у холодний період, у теплий період – за амплітуди 2-6 °C і значень кумулятивної температури 10-30 °C.

Амплітуда температури повітря під час хвиль тепла протягом року майже не змінюється (1,1-9,2 °C у ХП і 1,0-9,9 °C у ТП).

Під час хвиль тепла кумулятивна температура змінювалась в межах 7,9-56,0 °C у холодний період і від 4,2 до 56,2 °C – у теплий. При цьому вона коливалась від 10 до 50 °C у 91% за тривалості їх 6-14 днів у холодний період, у 87% – за тривалості 6-12 днів у теплий.

МОДЕЛЮВАННЯ СИЛЬНИХ ОПАДІВ У БАСЕЙНІ Р. ДНІСТЕР

Шпиг В.М., к.г.н., Будак І.В., Гуда К.В.

*Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України*

Точність та справджуваність прогнозу опадів має важливе значення як для загальних, так і спеціалізованих прогнозів погоди, а також для використання в якості вхідної інформації у різнотипних геосферних (об'єднаних) прогностичних системах. Сильні опади в Українських Карпатах вивчалися багатьма вітчизняними вченими у контексті кліматичних особливостей, синоптичних процесів та моделювання. Так, наприклад, за допомогою чисельних моделей досліджувалися термодинамічні умови, які склалися в атмосфері до та під час випадіння сильних опадів, та мікрофізичні процеси у хмарах, їх варіації дозволили робити висновки щодо вкладу того чи іншого механізму збільшення хмарних часток у формування опадів [1]. Інший тип досліджень ґрунтується на аналізі довгих рядів даних спостережень та результатів прогнозів чисельних атмосферних моделей, який дозволяє отримати інформацію про їх прогностичні властивості [2].

Найзручнішими в чисельних методах інтегрування рівнянь гідродинаміки та тепло-, масопереносу є регулярні сітки з постійними кроками по просторових координатах у всій розрахунковій області. Проте, при здійсненні обчислень, котрі пов'язані із чисельним прогнозом погоди, навіть найпотужніші обчислювальні сервери обмежують знизу розмір сітки, яку можна використовувати. Подрібнення сітки до розмірів, що прийнятні для описання мезо- та дрібномасштабних процесів та явищ в атмосфері, обумовлює збільшення часу обчислень до термінів, що перевищують розумні межі. Оскільки мезо- та мікромасштабні деталі погоди є виразно локалізованими (збурення атмосфери, що пов'язані з орографічними та термічними неоднорідностями підстильної поверхні) то, природно, виникає ідея локального застосування у цій області сітки високого розподілення. Одним із способів досягнення такої роздільності є використання так званих вкладених сіток у моделях прогнозу погоди, тобто математичної процедури поєднання (суміщення) модельних розрахунків на сітках різного просторового розділення.

З метою дослідження ефекту телескопізації було обрано басейн р. Дністер (як один із найбільш важливих та складних із точки зору оперативного гідрологічного прогнозування) і створено дві конфігурації моделі WRF-ARW (див. рис. 1). Для формування початкових та граничних умов WRF використовувались дані глобального прогнозу системи GFS з кроком 1°. В обох випадках реалізація моделі WRF мала три домени:

головний і два вкладених (телескопічно) з кроками 30, 10, 3,3333 км та 25, 5, 1 км відповідно. Обидві реалізації моделі використовуються лише для моделювання атмосферних умов у період 22 червня – 13 липня, що зумовлено двома факторами: економія машинного часу та оптимізація вибору періоду. Саме у цей період паводкоформування було найбільш активним.

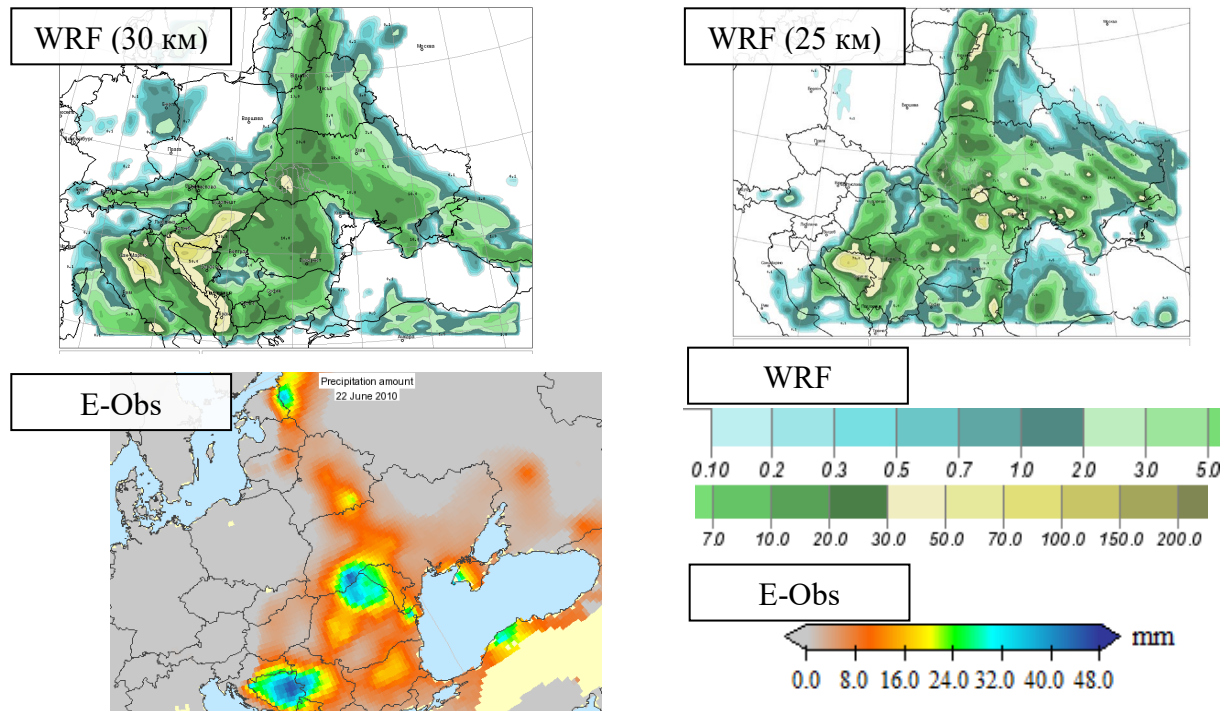


Рисунок 1. Прогноз та фактична сума опадів за добу 22 червня 2010 р.

Висновки: аналіз отриманих результатів показав, що використання телескопізації, для вкладених сіток із прямим розрахунком процесів хмарота опадотворення, не призводить до більш точного прогнозування початку випадіння опадів чи їх кількості для наперед заданої точки, проте дає можливість краще прогнозувати загальну конфігурацію поля опадів та локалізацію осередків сильних опадів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Pirnach G., Belyi T., Shpyg V., Dudar S. Heavy precipitation in Eastern Carpathian and microphysical mechanisms of their formation. *The 13-th Conference on Cloud Physics*, 28 June-2 July, 2010, Portland, Oregon, <https://ams.confex.com/ams/pdfpapers/170141.pdf>. Accessed 14 July 2021
2. Шпиг В.М. Точність прогнозу термодинамічних метеорологічних величин і опадів в умовах гірської місцевості за гідростатичною та негідростатичною чисельними атмосферними мезомасштабними моделями. *Фізична географія та геоморфологія*. 2014. Вип. 4 (76). С. 117-136.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОСУШЛИВИХ ЯВИЩ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА ДАНИМИ З ДОБОВОЮ ЧАСОВОЮ РОЗДІЛЬНОЮ ЗДАТНІСТЮ

Щеглов О. А., к.г.н., Повшик Т.А., Судика Є.О.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Задача моніторингу та прогнозу посушливих явищ пов'язана із процесом ідентифікації посухи на конкретній території. Для цієї мети зазвичай використовуються інтегральні показники або індекси посух. Всесвітня метеорологічна організація рекомендує ряд індексів, що базуються на метеорологічних величинах та індекси, для розрахунку яких залучаються гідрологічні показники, вологість ґрунту, дистанційне зондування Землі, а також застосовуються комбіновані підходи [1]. Проблема інтерпретації та порівняння індексів посушливості в Україні розкривалися в ряді праць, з яких впливає, що індекси переважно корельовані [2,3]. Наріжним каменем проблеми ідентифікації посух є вибір критичної величини індексу, за якої посуха буде вважатись слабкою, помірною чи екстремальною. Різноманіття критеріїв і підходів доповнюється ще й тим, що явище посухи може розглядатися на різних часових масштабах (місяць, сезон, рік тощо). На нашу думку особливе практичне значення має ідентифікація посухи на часових інтервалах менше місяця. За умови успішного методу прогнозу із завчасністю до місяця, управлінці вразливих до посух галузей та підприємств можуть оперативно вживати заходів для зменшення негативних наслідків виникнення або інтенсифікації посухи, що вже почала проявлятися на момент прогнозу.

Більшість індексів посушливості розраховуються для часових інтервалів місяць і більше та обмежуються рамками календарних місяців. Прив'язка до календарних місяців використовується в загальнодоступних інструментах для розрахунку індексів, таких як пакет SPEI (індекси SPEI та SPI) на мові програмування R та в пакеті `climate_indices 1.0.8` на Python. Однак посуха може починатися в одному календарному місяці, а закінчуватися вже в наступному. Тому очевидно, що для задачі оперативного прогнозу посух мають використовуватися не місячні, а добові, пентадні чи хоча б декадні значення метеорологічних величин.

В монографії «Клімат України» наявне визначення атмосферної посухи: «атмосферна посуха – стан атмосфери з тривалим бездощів'ям, істотним зменшенням опадів, що супроводжуються підвищеною інсоляцією та високою температурою повітря» [4]. Тобто ключовим показником у визначенні посушливих умов є тривале бездощів'я, що, як правило, пов'язане із синоптичними ситуаціями, які зумовлюють одночасно високу температуру та підвищену кількість сонячної радіації внаслідок панування малохмарної погоди. Виходячи із цього, в нашій

роботі для визначення посушливих періодів ми використовуємо тривалість періоду без опадів як базовий показник для виділення епізодів із потенційно посушливими умовами, який уточнюється іншими показниками, зокрема середньою аномалією температури за проміжок часу з початку бездощів'я.

За даними метеорологічних спостережень, наданих Центральною геофізичною обсерваторією ім. Б. Срезневського, визначено середню тривалість періодів між опадами та виділено періоди з екстремальною тривалістю бездощів'я на метеорологічних станціях України. Найбільша середня тривалість періодів без опадів характерна для південної частини України влітку (9-14 днів). Найменші за тривалістю періоди без опадів також припадають на літо, а саме на західні та північно-західні області (2-5 днів). На станціях в центральній та східній частині країни середня тривалість періодів без опадів влітку становить від 5 до 8 днів. Найдовші періоди без опадів з тривалістю, що перевищує порогові значення 90-го перцентиля фактичного розподілу, так само як і середні показники, спостерігаються на півдні країни влітку та восени (більше 20-25 днів). Для західних та північних областей порогові значення 90-го перцентиля коливаються в межах 10-15 днів.

Таким чином, бездощів'я тривалістю понад 15 днів є відносно рідкісним явищем практично для всієї території України і може бути прийнятим за орієнтовний поріг для визначення екстремальної тривалості періоду без опадів. Створено каталог епізодів із бездощів'ям понад 15 днів для кожної метеорологічної станції України, а також каталог епізодів із бездощів'ям понад 15 днів більш ніж на третині станцій України одночасно. За 1991-2015 рр. з весни по осінь нараховується 76 таких періодів.

Таким чином, зважаючи на хорошу кореляцію із аномалією температури повітря та простоту розрахунків, що вимагає лише наявності часового ряду атмосферних опадів, показник тривалості періоду без опадів може використовуватись для ідентифікації посушливих явищ за даними із добовою часовою роздільною здатністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Handbook of Drought Indicator sand Indices. WMO-No1173.2016.
2. Хохлов В.М., Єрмоленко Н.С. Просторово-часова мінливість посух в східноєвропейському секторі в умовах глобальних змін клімату. Український гідрометеорологічний журнал. 2012. №11. С.128-134.
3. Семенова І.Г. Кліматологія сезонних посух в Україні в сучасний період. Тези доповідей Першого Український гідрометеорологічний з'їзду з міжнародною участю. Одеса. 2017.
4. Клімат України. За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

СЕКЦІЯ
«ОКЕАНОЛОГІЯ»

ДОВГОСТРОКОВІ КОЛИВАННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧОРНОГО МОРЯ ТА ЗМІНИ В БЕРЕГОВІЙ ЗОНІ

Андріанова О.Р., д.г.н., Белевич Р.Р., к.г.н., Батирев О.А., к.ф-м.н.

*ДУ «Відділення гідроакустики Інституту Геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України,
Одеса, Україна»*

Зростання інтересу до регіональних проявів широко поширених кліматичних змін в системі океан-атмосфера визначається необхідністю оцінки стану прибережних районів. Власні коливання рівня океану дуже важко фіксувати, тому що на них накладаються вертикальні рухи земної кори (тектонічні зсуви) та зміни рівня, що викликаються приливами, нагонами, хвилями.

Оцінка довгострокової мінливості проводилася за основними гідрометеорологічними параметрами м. Одеси (табл. 1): середньомісячними значеннями температури повітря, опадів та рівня моря, аналогічними півстолітніми рядами температури та солоності води. Додатково для порівняння розглянуто середньорічні (> 100 років) та середньомісячні (> 50 років) дані про витрати Дунаю, який надає найбільший вплив на північно-західну частину Чорного моря.

Таблиця 1. Гідрометеорологічні параметри, період спостережень та тенденції їх змін по декадах

Пар-тр	Роки	Сере- дне	Серед з 1950 р.	Тренд 50-60	Тренд 61-70	Тренд 71-80	Тренд 81-90	Тренд 91-00	Тренд 01-10	Тренд 11-17
Т-ра повітря	1894- 2017	10.29	10.56	-0.005	-0.044	-0.008	0.039	0.128	0.192	0.074
Т-ра води	1950- 2017		11.27	-0.015	-0.056	-0.156	-0.011	0.131	0.088	-0.114
Опади	1900- 2017	450.0	415.7	12.910	23.290	15.140	0.710	16.210	5.120	25.550
Соло- ність	1948- 2017		14.45	-0.070	-0.179	-0.100	0.213	-0.158	-0.200	-0.008
Рівень моря	1875- 2017	468.8	485.1	0.723	1.194	1.378	0.000	-0.248	0.213	-0.750
Витрати Дунаю	1860- 2015	213.2	234.5	1.530	9.010	9.890	-7.450	7.360	4.880	

Спільною, властивою всім розглянутим характеристикам особливістю їх міжрічної мінливості на протязі більше 100 років спостережень є наявність добре виражених різномасштабних хвильових коливань, що відбуваються на фоні знакозмінних трендів (табл. 1). За цей період температура повітря в Одесі підвищилася на 0,9 °С, а води - на 0,5 °С. У

змінах параметрів гідрометеорологічного режиму в порівнянні з рівнем моря виділені сезонні особливості - зростання рівня відбувався переважно в осінньо-зимовий період року, однак при цьому зменшилися опади, стік Дунаю зменшувався найбільш активно в літні місяці; восени температура повітря та води росли найменше або навіть падали; швидкість зміни (розкид коливань) зменшилася для всіх параметрів, крім температури повітря. Мінливість міжрічного ходу опадів характеризувалася хвилеподібним зростанням їх кількості, причому, переважно за рахунок випадання в осінньо-зимовий період. У сезонних коливаннях витрат Дунаю, починаючи з другої половини ХХ століття, відзначається помітне порушення кліматичного сезонного ходу і поява досить добре вираженого другого екстремуму в холодну пору року з максимумом в грудні-січні та мінімумом в січні-лютому. Виконаний аналіз показав, що визначені періоди аномального розвитку процесів в розглянутих характеристиках узгоджуються з роками Ель - Ніньо (1953; 57-58; 65; 69; 72-73; 76; 82-83; 86-87; 97-98; 09- 10) [1]. Це дає підставу припустити, що однією з можливих причин порушень, що спостерігаються, є далекі прояви глобального явища Ель - Ніньо.

Розрахована загальна тенденція евстатичного підвищення рівня Чорного моря узгоджується із зростанням його в Світовому океані (0.1-0.2 см/рік). Застосування методу водного нівелювання дозволило обчислити величини та інтенсивність міжрічних тектонічних зсувів прибережної суші на узбережжі Чорного моря протягом усього ХХ і початку ХХІ століть. Розрахунки показали, що в регіональному масштабі, зміни рівня моря є наслідком процесів, що відбуваються в прибережній суші та на дні моря. Величина опускання прибережної суші на ст. Одеса-порт становила в загальному з 1875 по 2015 рр. приблизно 50 см, а його інтенсивність – 0.35 см/рік. При цьому виділяються два етапи з різною інтенсивністю опускання суші – 0.5 см/рік з 1875 по 1962 рр. і всього – 0.2 см/рік з 1962 по 2015 рр.

Аналіз довгострокових коливань гідрометеорологічних параметрів, а також тектонічних зсувів за даними станції Одеса-порт показав, що основні процеси, пов'язані з динамікою рівня, мають певні особливості на різних масштабах та знаходяться під дією багатьох факторів. Зміни рівня у Чорному морі та у Світовому океані показали синхронність на низькочастотних масштабах (їх період більше 5 років), оскільки вони знаходяться під впливом глобальних кліматичних процесів на нашій планеті. Короткочасні коливання пов'язані з регіональними особливостями та визначаються локальними факторами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрианова О. Р. Многолетние колебания уровня Мирового океана: тенденции и причины – Одесса: Астропринт, 2014. – 160 с.

ПРОСТИЙ СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ СОЛОНОСТІ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

Большаков В.Н., к.г.н., с.н.с.

Український науковий центр екології моря

Перший запуск морської води в Куяльницький лиман в грудні 2014 - квітні 2015 років. вдало збігся з випаданням тільки на дзеркало лиману такого ж обсягу абсолютно прісних атмосферних опадів. В результаті рівень води в лимані піднявся на 0,6 м, а солоність знизилася з 300 до 165 ‰. Однак до осені і рівень, і солоність повернулися до колишніх значень.

Такий результат, здавалося б, повинен був стурбувати прихильників цього способу «порятунку» лиману, адже з 9 млн. м³ морської води, замість очікуваного і обіцяного распреснення, в нього потрапили додатково 140 тис. тонн солі. Це важко зрозуміти, але запуск води, як ні в чому не бувало, здійснювався в наступні 6 років і, напевно, планується на зиму 2021/22 рр.

Можливо вважається, що нічого страшного не відбувається, але, наприклад, від жителів Старої Еметовки, це 23 км від південного кордону лиману, відомо, що вода навпроти села з'являлася тільки при сильних південних вітрах, зрідка і ненадовго, що рослини-солероси розширюють свій ареал в напрямках поперек осі лиману, а пасовища відступають, і відступили вже де на 100, а де і на 400 м. Зате до сольовий серпанку додалося нове метеорологічне явище, сольова поземка.

На конференції 2015 року з проблем одеських лиманів пропонувалася ідея вирішення проблеми підтримки сольового балансу лиману [1]. Її суть полягала в тому, що раз вже надходження додаткової солі з морською водою неминуче, то треба організувати і її видалення в кількостях еквівалентних вступу.

Для виконання такої операції пропонується всередині діючої труби метрового діаметру прокласти ще одну діаметром 20-25 см. Вона займе менше 7% від площі перетину основної труби. Завдання полегшується тією обставиною, що обсяги лиманової ропи, яку потрібно відкачати, і води, що надходить з моря, знаходяться в обернено пропорційній залежності до їх солоності. Так, замість згаданих 9 млн. м³ морської води, що потрапила в лиман в перший рік запуску з солоністю близько 15‰ треба відкачати всього 450 тис. м³ ропи з солоністю 300 ‰. Правда, для забору води доведеться в лимані побудувати спеціальний басейн-прямок, який зменшував би потрапляння суспензій в трубу.

У 1970-х – 80-х рр. на зрошувальній системі Південної України і Молдавії працювало 65 насосних станцій. Найменші з них мали продуктивність по 1 м³•с⁻¹, тобто для кожної з них 450 тис.м³ це робота на 5-6 діб.

Одночасно постає питання, що робити з ропою, яку відкачали, далі. Найпростіший варіант – це вилити її в море там, де знаходиться оголовок забірної труби. В силу величезної різниці щільності ропа, що виливається біля дна, не впливатиме на морську воду, що забирається в приповерхневому

шарі в 2,5-3 м від дна. Однак, не треба бути ні біологом, ні екологом, щоб представити яку пустелю на дні зробить лиманна ропа.

Другий варіант – це продовжити вихідну трубу по дну моря на 4 км до Одеського порту. Вдало, що найближчу частину порту займає нафтогавань. Звідси найлегше організувати вивезення ропи на наливному судні. Для цього достатньо однієї самохідної баржі або ліхтеру, об'ємом 1000 м³. Навіть якщо пропускна здатність трубопроводу буде обмежувати продуктивність насосної станції 1 м³•с⁻¹, судно такого обсягу має заповнюватися менш ніж за годину і легко зможе здійснювати кілька циклів навантаження-вивантаження на добу.

Розвантажувати судно з ропою можна недалеко від воріт порту. Ступінь розсіювання додаткової солі при розвантаженні судна можна контролювати декількома параметрами, наприклад, потужністю насоса, що, швидкістю ходу судна, радіусом циркуляції або способом розсіювання, в воду або повітря.

При відкачці ропи треба орієнтуватися на підтримку діапазону солоності 120 – 180 ‰, який найбільш сприятливий для життєвого циклу жаброногих рачків *Artemia salina*, останки яких беруть участь у формуванні цілющих пелоїдів.

Якби план відкачування ропи з Куяльницького лиману був прийнятий, то найрозумніше було б не ставитися до ропі як до субстанції, від якої з найменшими витратами і шкодою для навколишнього середовища слід позбутися. Замість цього паралельно з проектуванням і будівництвом, так би мовити, рапопровода варто було б розгорнути рекламну компанію для бізнесу.

Можливо, численні і модні зараз аква-парки не відмовилися б мати у себе басейни, як цілющі, так і навчальні, в яких неможливо потонути і легко вчитися і вчити дітей плаванню. Якщо на старій фотографії лежачого на воді студента замінити джентльменом в краватці, а «Комсомольську правду», яку він читає, замінити «The Times», то така вода могла б зацікавити і іноземця.

Крім того, Куяльницька ропа може виявитися не гірше «Натуральної води Мертвого моря, Sea Spa», яка продається в інтернет-магазинах по 300 грн. за 500 мл.

Не замахуючись на такий світовий бренд, як Косметика Мертвого моря, можна, крім ропи, зосередитися ще на трьох найбільш простих продуктах, а саме: харчова сіль, сіль для ванн і лікувальна грязь. Розрахунок на успіх можна будувати, спираючись на різницю між цінами на ці продукти, за якими, вони доступні українському споживачеві зараз, і цінами на подібну продукцію, виробництво якої можна організувати в рідній батьківщині.

Ось деякі ціни в інтернет-магазинах на липень 2021 р.: «Сіль Мертвого моря, дрібна» – 1 кг, 250 грн.; «Сіль Мертвого моря WESTLAB для ванн» – 1 кг, 350 грн.; «Грязь з мінералами Мертвого моря» – 600 г, 170 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Большаков В.Н. Перспективы пополнения Куяльницкого лимана морской водой с учетом опыта зимы 2014-2015 гг. // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку»; ОДЕКУ; ККРМЕПА – Одеса: ТЕК, 2015. – с. 21 – 23.

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ В ЧОРНОМОРСЬКОМУ РЕГІОНІ НАПРИКІНЦІ ХХ - ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

Ель Хадрі Ю., PhD, Берлінський М.А., д.геогр.н., професор,
Сліже М.О., к.геогр.н.

Одеський державний екологічний університет

Розробка заходів адаптації до зміни клімату вимагає проведення аналізу стану кліматичної системи і з'ясування чинників її змін. Метою роботи є огляд спостережуваних в останні десятиліття регіональних кліматичних змін в Чорноморському регіоні.

Температурно-вологісний режим в Україні демонструє зміну в бік збільшення температури при збереженні загальної кількості опадів та їх перерозподіл по території. З 1998 р. аномалії середньорічної температури повітря мають позитивні значення і досягають 1,5-2° С. Кількість опадів збільшується восени, зменшується взимку і має нульовий тренд навесні та влітку [1]. У Румунії тренди середньорічної температури в 1961-2018 рр. показують статистично значуще зростання (0,27-0,40° С/10 років). При цьому найбільше зростання спостерігається в 2006-2018 рр. [2]. В цілому, кількість опадів зберігає свої значення з невеликими тенденціями до збільшення восени [3]. У південній частині узбережжя Чорного моря відзначається зростання середньорічних опадів до 25 мм на рік / 10 років, в дельті Дунаю зменшення до 200 мм на рік / 10 років [4]. На узбережжі Болгарії в 1981-2010 рр. встановлено позитивний тренд середньої сезонної температури (0,4-0,8° С/10 років) для весни, літа, осені та збільшення опадів восени (36-37 мм/10 років) [5]. На Чорноморському узбережжі Туреччини збільшилася кількість днів з температурою вище 25° С (39 днів за 100 років) і кількість днів з добовим мінімумом температури понад 20° С (37 днів за 100 років). У західній частині Чорноморського узбережжя спостерігається зниження числа днів з опадами більше 1 мм при їх збільшенні на сході узбережжя [6]. У Грузії на узбережжі середньорічна температура підвищилася на 0,2° С (1955-1970 vs. 1990-2005 рр.), її абсолютні мінімуми збільшилися на 3,0° С і максимуми на 1,6° С. Кількість опадів зросла на 13%, ГТК збільшився на 20% [7]. У Росії на Чорноморському узбережжі Кавказу (Сочі) в 1961-2011 рр. зростання середніх річних температур повітря склало 0,06° С/10 років при збільшенні осінніх температур 0,42° С/10 років [8]. Кількість літніх опадів в 1982-2014 рр. залишається незмінною, взимку відзначається негативний тренд 0,2 мм/добу / 10 років по інтенсивності та 10 мм/місяць / 10 років за місячними сумами опадів [9]. Швидкість вітру у поверхні землі за останні 40 років значно знизилася над більшою частиною Східної Європи, в тому числі на північному [10] і західному [3] узбережжям Чорного моря. По відношенню до кліматичних норм її зменшення досягає 20-50% [11]. Над

акваторією Чорного моря відзначається тенденція до зниження вітрової активності в другій половині ХХ століття. У західній частині моря після 2000 р відзначається посилення вітру [11].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Балабух В.О., Малицька Л.В., Лавриненко М.О. Особливості погодних умов 2014 року в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ. 2015. Вип. 267. С. 28-38.
2. Arghius V., Muntean L.-O., Baciu N., Macicaan V., Arghius C. Analysis of annual and seasonal air temperature trends in central part of Romania // Present Environment And Sustainable Development. 2020. Vol. 14(1). <https://doi.org/10.15551/pesd2020141004>
3. Dumitrescu, A., Vojariu, R., Birsan, M.V. et al. Recent climatic changes in Romania from observational data (1961–2013) // Theor. Appl. Climatol. 2015. 122. pp. 111–119. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1290-0>
4. Busuioc A., Boroneant C., Baciu M., Dumitrescu A. Observed temperature and precipitation variability in Romania. SEECOF-1. 2008. <https://meteo.hr/SEECOF08/day2/2-19.pdf>
5. Chenkova, N., et al. Air Temperature And Precipitation Variability In Northeastern Bulgaria On The Background Of Climate Change // Thermal Science. 2015. Vol. 19(2). pp. S381-S390
6. Abbasnia M., Toros H. Trend analysis of weather extremes across the coastal and non-coastal areas (case study: Turkey) // J. Earth Syst. Sci. 2020. Vol. 129(95). <https://doi.org/10.1007/s12040-020-1359-3>
7. Снижение трансграничной деградации в бассейне реки Кура – Аракс. Аналитический обзор – Изменение климата. 2013. <https://iwlearn.net/resolveuid/bddb33f66dcc43f186491e1af08a39e7>
8. Ашабоков Б.А., Ташилова А.А., Кешева Л.А., Теунова Н.В., Таубекова З.А. Климатические изменения средних значений и экстремумов приповерхностной температуры воздуха на юге Европейской территории России // Фундаментальная и прикладная климатология 2017. Вып. 1. С. 5-19. DOI: 10.21513/2410-8758-2017-1-5-19
9. Торопов П.А., Алешина М.А., Семенов В.А. Тенденции изменений климата Черноморско-Каспийского региона за последние 30 лет // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. Вып. 2.
10. Ивус Г.П., Агайар Э.В. Физико-статистический анализ и прогноз слабого ветра и инверсий температуры над территорией Северо-Западного Причерноморья: монография/Одесса. ОДЕКУ, Одесса., 2018. 2
11. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н., Горячкин Ю.Н., Дьяков Н.Н., Кубряков А.А., Станичный С.В. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море / МЧС и НАН Украины, Морское отделение Укр. НИГМИ. Севастополь, 2012. 421 с.

МОРСЬКІ ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОГО ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ІНСТИТУТУ У ХХІ СТОРІЧЧІ

Ільїн Ю.П., д.г.н., Войцехович О.В., к.г.н., Лаптев Г.В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС і НАН України

Одним з напрямків наукової діяльності УкрГМІ є комплексне вивчення гідрометеорологічного режиму та стану забруднення Чорного та Азовського морів (<https://uhmi.org.ua>). До 2014 року ці завдання виконувалися переважно силами Морського відділення (МВ) УкрГМІ (м. Севастополь).

Дані багаторічних спостережень берегових станцій та дослідницьких суден Чорного і Азовського морів зібрано у базу даних, пов'язану зі спеціалізованою ГІС, за допомогою яких створено довідникові монографії щодо сучасного гідрометеорологічного режиму морів [1, 2] та відповідні розділи атласів [3, 4]. Виконувався науковий аналіз екологічного стану морів та їхніх регіонів (наприклад, [5]).

Задля забезпечення проектування та будівництва гідротехнічних споруд (технологічних платформ, трубопроводів, очисних установок) у прибережній смузі та на шельфі Азовського і Чорного морів були розроблені комплексні моделі хвилювання, течій, рівня моря та транспорту наносів [1, 6]. За їх допомогою створено атлас хвилювання, рівня моря і течій [7]. У автоматизованому комплексі з метеорологічною чисельною моделлю WRF УкрГМІ з 2007 року по цей час працюють моделі хвилювання та рівня моря, які продукують прогностичні карти на кожні 3 години 3-добового інтервалу стосовно параметрів хвилювання та відхилень рівня моря як загалом по Азово-Чорноморському басейну, так і по окремих прибережних регіонах [8]. (<http://accuweather.org.ua>).

Після незаконної анексії Росією Криму і Севастополя діяльність МВ частково було перенесено до головного інституту у м. Київ, де було завершено цикл робіт щодо аналізу кліматичних змін гідрометеорологічного режиму узбережжя та дослідження впливу змін клімату на фундаментальні океанологічні процеси у Чорному та Азовському морях [9].

Ще з 1990-х років у Відділі радіаційного моніторингу природного середовища УкрГМІ розроблялися і застосовувалися у морських дослідженнях методи радіоізотопного датування та хроностратиграфічного аналізу морських донних відкладів [10].

За час досліджень, які тривають і досі у співпраці з МАГАТЕ та низкою закордонних наукових центрів, були визначені швидкості осадонакопичування на морському дні, їхня мінливість у часі (міжрічні флуктуації та довготривалі тренди), перевірено існування можливих

зв'язків між цими показниками та змінами сонячної активності, температурою та солоністю морської води, бюджетом прісних вод тощо. На основі «записів» штучних радіонуклідів цезію-137 та америцію-241 у профілях донних осадів, датованих по свинцю-210, проведено історичну реконструкцію надходження цих радіонуклідів на поверхню моря з атмосферними опадами з моменту перших випробувань ядерної зброї у 1950-х роках [10]. Встановлене також поступове переміщення межі між кисневою та сульфідною зонами у напрямку берегів (до ізобати 30 м) за останні 30 років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море. – Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2009. – 402с.
2. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. и др. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море. – Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2012. – 421 с.
3. Ільїн Ю.П., Белокопитов В.М., Кудрявцева Г.Ф. та ін. Моря та їхні ресурси // Національний атлас України. - Київ: «Картографія», 2007. С. 231-241.
4. Ільїн Ю.П., Белокопитов В.М., Долотов В.В. та ін. Кліматичні умови // Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів. – Київ: Держгідрографія, 2009. – С. 59-87.
5. Oil spill accident in the Kerch Strait in November 2007 / A. Korshenko, Y. Puyin, V. Velikova (eds.) // Black Sea Commission Publications. – Moscow: «Наука», 2011. – 288 p.
6. Иванов В.А., Фомин В.В. Математическое моделирование динамических процессов в зоне море-суша. – Севастополь: «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. – 364 с.
7. Атлас волнения, течений и уровня Азовского моря / Под ред. В.В. Фомина. – Киев: «Феникс», 2012. – 240 с.
8. Осадчий В.І., Фомін В.В., Ільїн Ю.П. Будак І.В., Шпиг В.М. Оперативна система прогнозу морського хвилювання у прибережній смузі Азовського та Чорного морів // Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. – Київ: «Ніка-Центр», 2019. – С. 116-121.
9. Ільїн Ю.П. Кліматичні зміни гідрометеорологічного режиму морів України // Автореф. дис. ... доктора геогр. наук. – Київ: КНУ ім. Т.Шевченка, 2016. – 32 с.
10. Лаптев Г.В., Войцехович О.В. Перспективы радиометрического датирования как базового инструмента морской литодинамики // Литодинамика донной контактной зоны океанов. – М.: «ГЕОС», 2009. – С. 151-156.

ЕКСПЕДИЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РАЙОНУ ЧОРНОГО МОРЯ: МИНУЛЕ, СЬОГОДЕННЯ ТА МАЙБУТНЄ

Морозов В.М., к.г.н., Корнілов М.В.

Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія

Гідрологічний та гідрохімічний режим північно-західного району Чорного моря формується в умовах мілководдя його акваторії та потужного впливу річкового стоку. Сумарний річний об'єм стоку річок, які впадають в Чорне море, складає біля 340 куб. км, з яких більш 75% (260 куб. км) поступає в його північно-західну частину [1]. З цього об'єму води на частку Дунаю в період 1991 - 2020 рр. в середньому перепадало 206 куб. км на рік, тобто біля 80%. Таким чином, просторово-часова мінливість гідрологічних та гідрохімічних характеристик північно-західній акваторії Чорного моря в значній мірі визначається коливаннями стоку води Дунаю і розчинених в ній речовин. При цьому найбільш активні процеси змішання та трансформації річкових і морських вод спостерігаються на гирловому узмор'ї.

Початок вивчення гідрологічних умов північно-західного району Чорного моря було викликано необхідністю задоволення запитів судноплавства та гідротехнічного будівництва в прибережній зоні. Так, епізодичні спостереження за течіями на узмор'ї дельти Дунаю почались ще всередині ХІХ століття при проведенні польових вишукувань в зв'язку з розробкою проекту утворення глибоководного суднового шляху для виходу в море через Сулінський рукав. Наприкінці 50-х років минулого століття значний об'єм морських гідрологічних спостережень був виконаний інститутом Чорноморндріпроект при проектуванні та спорудженні суднохідного каналу по рукаву Прорва. Вперше загальні відомості про гідрологічний режим гирлового узмор'я Дунаю були представлені в монографії [2].

Систематичні експедиційні дослідження гідрологічного і гідрохімічного режиму північно-західного району Чорного моря були організовані спочатку 60-х років під науково-методичним керівництвом Державного океанографічного інституту і проводилися відповідно до планів гідрометеорологічної діяльності підрозділами Гідрометслужби України на суднах "Галс" (Дунайська ГМО), "Тайфун" (Миколаївська ГМО), "Прибой" (МГС Одеса-порт) і "Тантал" (Обсерваторія Чорного та Азовського морів). Всі програми спостережень, вимірювання і обробка отриманих даних виконувалися з використанням єдиних методів, технічних засобів, приладів і обладнання [3].

До складу морських експедиційних робіт входили гідрологічні зйомки, стандартні та вікові розрізи, багатосерійні станції, встановлення автоматичних буйкових станцій (АБС), а також спостереження на мережі станцій по контролю за забрудненням морських вод в районах дампіну. В результаті проведення протягом більше 30 років регулярного гідрологічного та гідрохімічного моніторингу була отримана важлива в науковому та практичному відношенні інформація про сезонну та багаторічну мінливість термохаліної структури, течій і гідрохімічних

характеристик вод північно-західного району Чорного моря під впливом погодних умов, а також водного та сольового стоку річок. Ця база даних може і повинна бути використана як фонові, вихідні при проведенні подальших наукових досліджень з метою комплексної екологічної оцінки впливу кліматичних змін на природне середовище Чорноморського басейну.

На жаль, за останні 30 років виконання державних програм регулярного моніторингу морських вод було припинено через вкрай недостатнє фінансування, а нечисленні відомчі експедиційні роботи на акваторії північно-західного району Чорного моря носили епізодичний характер. Станом на теперішній час в підрозділах гідрометслужби України практично всі технічні засоби, які необхідні для проведення морських експедиційних робіт, тобто судна, прилади та обладнання, потребують ремонту, модернізації або заміни. Водночас необхідно відмітити, що всі ті експедиційні судна, які у минулому забезпечували виконання морських гідрологічних та гідрохімічних спостережень, були списані на металобрухт у зв'язку з закінченням граничних строків їх експлуатації.

Перспективи відновлення експедиційних досліджень гідрологічного та гідрохімічного режиму північно-західної акваторії Чорного моря пов'язані в першу чергу з тим, що в травні 2021 року Кабінетом Міністрів України була затверджена "Державна цільова екологічна програма матеріально-технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на 2022-2024 роки" (далі - Програма). Виконання завдань Програми дасть змогу переоснастити національну гідрометеорологічну службу сучасними засобами вимірювальної техніки і технологіями проведення гідрометеорологічних спостережень та прогнозування, а також спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища [4].

Зокрема, значне підвищення рівня технічного і технологічного оснащення системи морських спостережень та вимірювальних хімічних лабораторій буде реалізоване шляхом поставки сучасних гідрологічних і аналітичних приладів, а також спеціального обладнання. Крім того, у розділі Програми "Будівництво, ремонт та реконструкція об'єктів інфраструктури гідрометеорологічних організацій" передбачено фінансування в 2022 році капітального ремонту морського експедиційного судна "Циклон" Дунайської ГМО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып.1. Гидрометеорологические условия.- СПб., Гидрометеиздат, 1991,- 429 с.
2. Гидрология устьевой области Дуная - под ред. Я.Д.Никифорова и К.Дьякону. М., Гидрометеиздат, 1963,- 383 с.
3. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях.- Л., Гидрометеиздат, 1967,- 555 с.
4. Постанова Кабінета Міністрів України від 12 травня 2021 р. № 465 "Про затвердження Державної цільової екологічної програми матеріально-технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на 2022-2024 роки".

РОЗРОБКА СКЛАДОВИХ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКИХ ПРОГНОЗІВ

Тучковенко Ю.С., д.геогр.н., проф., Кушнір Д.В., к.геогр.н.,
Гаврилюк Р.В., к.геогр.н., доц.

Одеський державний екологічний університет

В 2016-2019 рр. в Одеському державному екологічному університеті виконувалась науково-дослідна робота «Розробка складових національної системи морських прогнозів в Україні» ДР № 0117U002425, за фінансуванням Міністерства освіти і науки України. Мета роботи полягала у розробці елементів нової сучасної системи прогнозу океанографічних параметрів стану морського середовища української частини акваторії Азово-Чорноморського басейну, замість втраченої у 2014 році внаслідок окупації Російською Федерацією Кримського півострова, для забезпечення потреб морегосподарського комплексу, морської транспортної інфраструктури, Військово-Морських Сил України.

На основі статистичного аналізу даних натурних спостережень на прибережних морських гідрометеорологічних станціях, отримано та перевірено на прогностичну здатність нові прогностичні фізико-статистичні рівняння для оперативного короткострокового прогнозування відгінно-нагінних коливань рівня моря в портах північно-західної частини Чорного моря, середньострокового прогнозування дат появи льоду і очищення від льоду в портах Одеса, Миколаїв і Маріуполь [1], які забезпечують набагато більшу, порівняно з існуючими, виправданість і ефективність прогнозів.

Оновлені фізико-статистичні методи прогнозу перевірялись із використанням даних натурних спостережень, виконаних на прибережних морських гідрометеорологічних станціях в останні 10 років, тобто з урахуванням кліматичних змін гідрометеорологічного режиму, що відбуваються.

На даному етапі розбудови національної системи морських прогнозів для оперативного прогнозування викликаних штормовими вітрами значних короткочасних коливань рівня моря в портах північно-західної частини Чорного моря було запропоновано використовувати авторську спрощену чисельну гідродинамічну модель, яка заснована на вирішенні рівнянь теорії «мілкої води» у 2D наближенні, через її невибагливість до наявних комп'ютерних ресурсів. Результати верифікації моделі у імітаційному режимі та валідації у прогностичному режимі, із використанням даних синоптичного прогнозу мінливості вітрових умов над акваторією північно-західної частини Чорного моря отриманих за глобальною атмосферною моделлю GFS (Global Forecast System), свідчать про можливість її

застосування для прогнозування викликаних штормовими вітрами значних відгінно-нагінних коливань рівня моря в портах Чорноморськ, Одеса, Південний із завчасністю до 4 діб [2].

Вперше для відтворення та прогнозування мінливості океанографічних характеристик в Чорному та Азовському морях був застосований комплекс інтегрованих між собою чисельних математичних моделей Delft3D-FLOW (гідродинамічна) та SWAN (вітрового хвилювання). На відміну від попередніх моделей, застосовується метод «телескопізації» криволінійних розрахункових сіток з різною просторовою деталізацією, для забезпечення необхідної роздільної здатності у просторі результатів прогнозування. Моделі Delft3D-FLOW і SWAN інтегровані між собою, тобто розрахунки за ними проводяться паралельно з обміном інформацією для врахування зворотних зв'язків між гідродинамічними процесами, що дозволяє значно збільшити точність розрахунків для прибережних районів моря та частково замкнених акваторій.

Результати верифікації і валідації комплексу інтегрованих чисельних математичних моделей Delft3D-FLOW + SWAN свідчать про те, що даний комплекс має добрі перспективи використання в системі оперативного прогнозу мінливості океанографічних параметрів стану морського середовища української частини акваторії Азово-Чорноморського басейну із завчасністю 1-4 доби, у варіанті із використанням прогностичної метеорологічної інформації, яка одержується за допомогою глобальної атмосферної моделі GFS [3]. Використання гідродинамічної моделі Delft3D-FLOW як базової складової системи автоматизованих морських прогнозів України дозволяє в майбутньому виробляти прогнози і для інших гідрофізичних характеристик: температури та солоності морської води; перенесення в морській воді різних субстанцій (нафтопродуктів, пластикового сміття) від їх джерел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаврилюк, Р. В., Ювченко Н. М. Льодові явища в Чорному і Азовському морях та їх прогнозування в умовах кліматичних змін. Український гідрометеорологічний журнал, 2019, 24. С. 92-104.
2. Тучковенко Ю. С., Матігін А.С., Чепурна В.Ю. Прогнозування штормових відгінно-нагінних коливань рівня моря в портах Одеського району північно-західної частини Чорного моря. Український гідрометеорологічний журнал, 2020, 25. С. 105 - 114.
3. Автоматизований модельний комплекс для забезпечення діяльності Військово-Морських Сил України оперативними прогнозами океанографічних умов / Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В. та ін. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. І.Черняхівського, 2020, № 3(70).

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА СКЛАДОВІ ПРІСНОГО ВОДНОГО БАЛАНСУ ЛИМАНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

**Тучковенко Ю.С., д.геогр.н., проф., Хохлов В. М., д.геогр.н., проф.,
Лобода Н. С., д.геогр.н., проф.**

Одеський державний екологічний університет

Мета роботи полягала в отриманні кількісних оцінок впливу змін регіонального клімату, які відбулися та очікуються у найближчому майбутньому, на прісний водний баланс «закритих» морських лиманів (в західній класифікації “choked” лагун) північно-західного Причорномор'я, які на даний час не мають постійного зв'язку з морем і епізодично з'єднуються з ним штучно створеними відкритими каналами або іншими водопровідними гідротехнічними спорудами. Екосистеми таких лиманів є найбільш чутливими та вразливими до змін клімату. До їх числа віднесені Тилігульський, Дофіновський, Хаджибейський, Куяльницький, Будацький лимани, а також Тузловська група лиманів та водосховище Сасик, яке у майбутньому має бути ренатуралізоване шляхом відновлення зв'язку з морем.

До прибуткових складових прісного водного балансу «закритих» лиманів північно-західного Причорномор'я відносяться атмосферні опади, що випадають на водну поверхню лиманів, та приплив прісних вод від малих та середніх річок, які впадають у них, а до витратних – випаровування з водної поверхні лиманів. Якщо протягом року сума приходних складових менша за витратні, то формується дефіцит річного водного балансу, який для запобігання обміління та засоленню лиману, погіршенню якості його вод, забезпечення сталого функціонування екосистеми повинний бути компенсований надходженням води з інших зовнішніх джерел.

Оцінка кліматичних змін режимних метеорологічних характеристик в північно-західному Причорномор'ї, які визначають складові водного балансу лиманів, виконувалась для сучасного періоду 2000-2018 рр. (за даними спостережень на метеорологічних станціях [1]) та майбутнього 2021-2050 рр., порівняно з періодом 1961-1990 рр. (за даними Кліматичного кадастру України). Очікувані кліматичні умови у найближчому майбутньому (2021-2050 рр.) визначались за результатами проекту Euro-CORDEX для двох сценаріїв змін клімату RCP4.5 і RCP8.5. З ансамблю з 14 симуляцій за різними регіональними кліматичними моделями була обрана одна – CLMcom4, яка якнайкраще відповідає середнім за ансамблем значенням (регіональна модель CLMcom-CCLM4-8-17 у поєднанні з глобальною моделлю MPI-ESM-LR). За даними цієї

модельної симуляції були отримані оцінки очікуваних у найближчому майбутньому багаторічних середньомісячних сум атмосферних опадів та випаровування з водної поверхні лиманів (розраховані із використанням даних щодо температури та відносної вологості повітря).

На підставі аналізу змін режимних метеорологічних характеристик, які визначають складові прісного водного балансу закритих лиманів встановлено, що з початку XXI ст. відбувається: (1) поступове підвищення температури повітря – середня річна температура повітря в період 2000-2018 рр. на 11-14 % вища ніж в період 1961-1990 рр., а очікувана в період 2021-2050 рр. – вища на 26-28 %; (2) зменшення відносної вологості повітря в період 2021-2050 рр. на 11-18 %; (3) збільшення річного шару випаровування з водної поверхні водойм на 13-15 % в період 2000-2018 рр. уздовж північного узбережжя північно-західної частини Чорного моря і на 7-9 % – уздовж західного узбережжя; в період 2021-2050 рр. збільшення річного шару випаровування з водної поверхні лиманів тільки за рахунок підвищення температури повітря на 16-20 %, а у разі врахування очікуваного зменшення відносної вологості – на 33-56 %; (4) збільшення у середньому на 3% річної кількості опадів в період 2000-2018 рр. та зменшення їх на 5 % за сценаріями RCP4.5 і RCP8.5 в 2021-2050 рр. (на півдні – до 15%), на порівняно з періодом 1961-1990 рр.

Оцінку очікуваного припливу прісних вод від річок до закритих лиманів північно-західного Причорномор'я у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах виконано із використанням моделі «клімат–стік» [2] за метеорологічними даними сценаріїв RCP4.5 та RCP8.5. Встановлено, що, в середньому, об'єм припливу прісних вод до лиманів у природних умовах формування стоку в період 2021-2050 рр., порівняно з базовим періодом до 90-х років XX ст., зменшиться на 30% у кліматичних умовах траєкторії RCP4.5 та на 49% у кліматичних умовах траєкторії RCP8.5.

Отримані оцінки свідчать, що зміни кліматичних умов, які вже відбулись і очікуються в XXI ст. викликають збільшення дефіциту річного прісного водного балансу «закритих» лиманів північно-західного Причорномор'я, які для окремих лиманів можуть створювати загрозу їх зникнення (див. рисунок). Це потребує розробки нових стратегій їх водного та екологічного менеджменту. За вразливістю до змін клімату через виникнення значного річного дефіциту прісного водного балансу, у разі відсутності інших джерел надходження вод (наприклад, з моря), лимани ранжовані у такій послідовності: Куяльницький, Дофіновський, Будацький (за відсутності надходження вод з Дністровського лиману), Тузловська група, Сасик, Тилігульський, Хаджибейський (за відсутності антропогенного стоку).

Ефективне вирішення проблеми стабілізації гідроекологічного режиму «закритих» лиманів північно-західного Причорномор'я в умовах

збільшення дефіциту прісного водного балансу зумовленого зміною клімату полягає в забезпеченні постійного протягом року різноспрямованого водообміну з морем через штучні з'єднувальні канали з морфометричними характеристиками, за яких не буде відбуватись засолення лиманів у багаторічній перспективі [3].

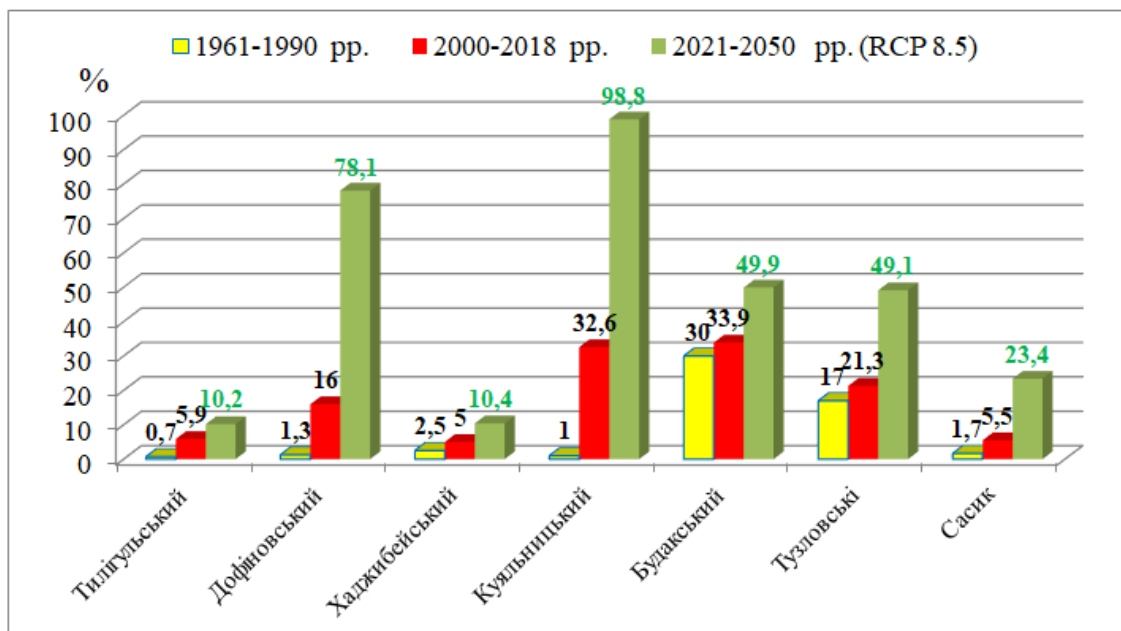


Рисунок 1. Відсоток річного дефіциту прісного водного балансу від середньорічного об'єму води в «закритих» лиманах північно-західного Причорномор'я

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Серга Е. М., Хохлов В. М., Недострелова Л. В. Сучасна динаміка показників основних кліматичних характеристик на станціях Північно-Західного Причорномор'я. Український гідрометеорологічний журнал. 2020. 26. С. 37-49. <https://doi.org/10.31481/uhmj.26.2020.03>
2. Лобода Н. С., Козлов М. О. Оцінка водних ресурсів річок України за середніми статистичними моделями траєкторій змін клімату RCP4.5 та RCP8.5 у період 2021-2050 роки. Український гідрометеорологічний журнал. 2020. 25. С. 93-104. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.09>
3. Тучковенко Ю. С., Лобода Н. С. Влияние изменений климата на стратегию водного менеджмента лагун северо-западного Причерноморья. Тези доповідей Першого Всеукр. гідрометеорологічного з'їзду з міжнародною участю, 22-23 березня. Одеса: ТЕС, 2017. С. 312 – 313. <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/1025/>

КОЛИВАННЯ РІВНЯ ВОДИ В ОДЕСЬКІЙ ЗАТОЦІ НАПРИКІНЦІ ХХ ТА НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТЬ

Шевчук С.А., к.т.н., ст.н.с., Вишневецький В.І., д.г.н., професор

*Інститут водних проблем і меліорації НААН
Національний авіаційний університет*

Зміна рівня Чорного моря – питання, що має не лише наукове, а й велике практичне значення. Протягом останніх тисячоліть ці зміни істотно вплинули на історію краю, зумовивши поглинання морем стародавніх поселень. Останнім часом коливання моря набуло ще й юридичного значення, адже від того яким є рівень води в морі, залежить межа прибережної захисної смуги, а відповідно й обмежень, що існують у чинному законодавстві.

Для дослідження сучасних коливань Чорного моря обрано Одеську затоку як найважливіший господарський район України на Чорному морі. Опрацьовано дані про рівні води, що вимірюються в Одеському порту, а саме на Рейдовому молі, в кінцевій частині якого стоїть Воронцовський маяк. Обраний період – 1990–2020 рр., який збігається з кліматичним періодом, для якого встановлюється норма.

Цікаво, що протягом обраного 30-ти річного періоду рівень Чорного моря дещо знизився – на 4–5 см і нині становить близько 15 см нижче рівня Світового океану (рис. 1).

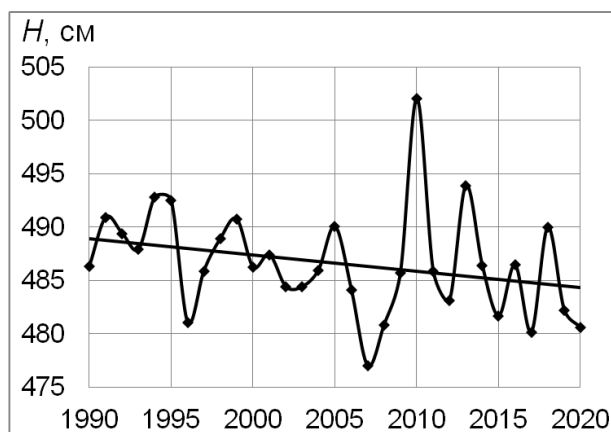


Рисунок 1. Зміни рівня води Чорного моря біля Одеси в 1990–2020 рр.

Зауважимо, що отриманий результат якісно різниться від даних довготривалих спостережень [2–4], згідно з яким рівень Чорного моря зростає.

Відомо [2–4], що рівень води моря залежить від низки чинників, зокрема водообміну з Мармуровим морем, кількості опадів, річкового стоку та ін. Дійсно, існує позитивна залежність між середньорічним рівнем моря та сумою витрат води Дунаю і Дніпра – хоч і не дуже тісна.

Порівняно невелика водність згаданих річок в останні роки є одним із чинників зниження рівня моря. Водночас простежується зворотна залежність рівня від температури повітря, яка визначає обсяг випаровування з водної поверхні. В останні роки температура має стрімку тенденцію до зростання. Зокрема в Одесі середньорічна температура повітря в 2019 р. виявилася найвищою за всю історію спостережень, починаючи з 1894 р. Проте в 2020 р. температура була ще вищою, досягнувши 13,0 °С. Зрештою, підвищення температури визначило зміну норми температури: у 1961–1990 рр. вона становила 10,2 °С, у 1991–2020 р. – 11,3 °С.

Вплив місцевих чинників, насамперед стоку Дунаю і Дніпра, найбільш помітний щодо сезонних коливань. Найвищий рівень води спостерігається наприкінці весняного водопілля. З іншого боку, найменші витрати води в Дунаї у вересні – жовтні, також впливають на рівень Чорного моря (рис. 2).

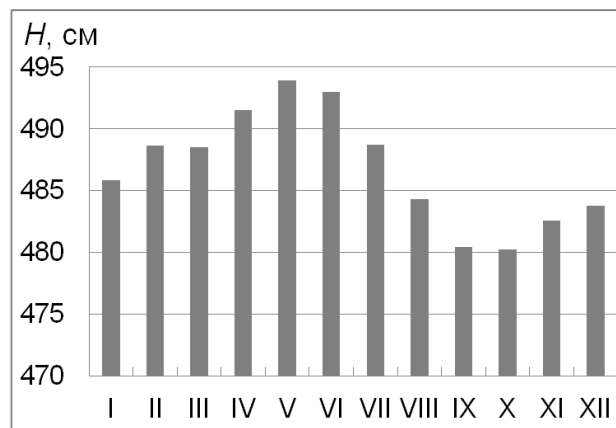


Рисунок 2. Внутрішньорічні коливання рівня води Чорного моря біля Одеси

В окремі дні ще більший вплив на рівень води здатні чинити згінно-нагінні явища. Як наслідок, амплітуда рівня води на морському посту Одеса протягом 1990–2020 рр. перевищує 1 м. За багаторічними даними вона сягає майже 3 м [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гидрология Дельты Дуная. Москва: ГЕОС. 2004. 448 с.
2. Гидрометеорология условия морей Украины. Том 2 Черное море. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. и др. Севастополь, 2012. 421 с.
3. Горячкин Ю. Н., Иванов В. А. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее. Севастополь, 2006. 210 с.
4. Дроздов В.В. Влияние крупномасштабных параметров циркуляции атмосферы и речного стока на уровень режим Черного моря. Уч. зап. Рос. гидрометеорол. ун-та. 2011. № 18. С. 112–129.

СЕКЦІЯ
«ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА
ОСВІТА І ПРАКТИКА»

COMPETENCE APPROACH IN TRAINING CLIMATOLOGY SPECIALISTS

Oleg Prokofiev, Eduard Sierha, Larysa Nedostrelova, Youssef El Hadri

Odessa State Environmental University, Ukraine

The course "**Climate System and Its Components**" is the main part of the professional cycle of disciplines for the preparation of masters in the direction 103 Earth Sciences, educational program "Climatology". The content of the discipline covers a range of issues related to the state of the climate system and its components, laws and regularities that determine the processes of interaction between the components, spatio-temporal changes in the parameters of the climate system components. The purpose of the course is the general theoretical training of specialists with deep theoretical knowledge of the global climate system components and their interaction, which are necessary to develop strategies and methods for adapting various sectors of the Ukrainian economy to modern climate change. The main audience is students of universities from different countries with a bachelor's level of training, who receive education in the specialty "Earth Sciences". The course can also be used as a refresher course for specialists in the field of meteorology and climatology, as well as for specialists in other fields, in which decision-making depends from the climate system components state, weather conditions / natural hydrometeorological phenomena (aviation, transport, construction, energy, urban and agriculture, etc.). Participants can be divided into groups depending from the training level and the purpose of attending the course. To successfully complete the course, students must have a basic knowledge of physical, dynamic, synoptic meteorology and climatology. It is expected that this course will increase the competence of graduates in the climate system state analysis in order to diagnose and predict its condition, as well as the development of adaptation measures to climate change.

Basic professional competence that is supposed to be mastered in the learning process: **ability to use knowledge about the physical mechanisms of the climate system formation and scenarios of its development to assess the possible consequences of climate change.**

This competence involves the acquisition of knowledge in the following areas:

- General characteristics of the climate system;
- Energy interaction between the climate system components;
- Study of the influence of interactions between the components of the climate system using numerical modeling.

The main (integral) learning outcome of the planned course: to evaluate and interpret information about state of the climate system and its individual components at the global and regional levels for applied purposes.

Learning outcomes of the planned course:

P1. Describe the main factors forming the climate system and its components. P2. Explain the character of the climate system components interaction. P3. Determine the degree of human influence on the climate and the climate system components. P4. Use weather and climate data banks, products of global and regional meteorological centers, and other institutions to obtain the necessary information. P5. Identify and assess the significance of trends in regional climate indicators. P6. Analyze the dynamics of global climate indices. P7. Possess teamwork skills in conducting scientific research with applied value.

In the teaching process, it is planned to use the following **learning strategies**:

– **Discussion strategy** - this strategy will allow students to form a practical experience of joint participation in the discussion and resolution of theoretical and practical problems.

– **A situational analysis strategy** is an important element in the training of future climate managers.

– **The simulation strategy** is an interactive model of the climate system, which, in terms of its internal conditions, is as close as possible to the real climate system.

It is planned to use the following levels to assess the learning process of masters, in accordance with **the Kirkpatrick model**.

Level one – reaction. At the first level of assessment for students, it is planned to use questionnaires that will contain open-ended questions, as well as questions with scales (10-15 questions focused on whether the teacher and the materials used by him are effective, whether the material provided is available, how you can improve the curriculum etc.).

Second level – training. Verification of knowledge, skills and abilities acquired in the learning process:

1. classroom / online tests to check knowledge.

2. practical tasks to test the skills and abilities that can be performed both in the classroom and remotely.

The third level - transfer to the practical plane. It is most expedient to evaluate the effectiveness of teaching masters at the third level in the Kirkpatrick model - this can be done during the internship. The assessment is planned to be carried out in the form of an interview with the head of the practice in production and the master, who had the practice in the classroom (for example, when defending reports on production practice) or remotely (for example, Zoom conferences).

Fourth level – results. A survey of employers to whom graduates come to work. Ideally, it is necessary to trace the dynamics of employers' assessment of the quality of graduates who attended this course and were hired in different years. And also the dynamics of the assessment of the work of the institution itself, depending on the number of graduates hired.

ПРОБЛЕМАТИКА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРОГНОЗІВ

**Агайар Е.В., к.геогр.н., доц., Семергей-Чумаченко А.Б., к.геогр.н., доц.,
Міщенко Н.М., к.геогр.н., доц., Нажмудінова О.М., к.геогр.н., доц.**

Одеський державний екологічний університет

Метеорологія одночасно є наукою та частиною сфери забезпечення населення метеорологічною та кліматичною інформацією, попит на яку постійно зростає, тому вибір кар'єри в області метеорології може бути обґрунтованим і доцільним для певної частини сучасної молоді.

Надзвичайні службі потребують підвищення якості прогностичного забезпечення через збільшення впливу на суспільство наслідків екстремальних погодних умов (хвилі тепла і холоду, повені, посухи, сильні зливи, шквали тощо). Зростання кількості небезпечних та надзвичайних метеорологічних явищ в Україні внаслідок глобальних та регіональних змін клімату значно посилює роль метеоролога-прогнозиста та потребує підвищення фахового рівня підготовки спеціалістів.

Сучасний синоптик за стандартом ВМО – це людина, що вміє складати прогнози на основі аеросиноптичного матеріалу, вільно володіє навичками та вміннями в обробці та аналізі даних сучасних чисельних прогнозів погоди. Отже, використання модельних прогнозів поряд з аналізом звичних синоптичних карт та діаграм – є обов'язковою умовою в підготовці діючого синоптика.

Питання підготовки кадрів для національної гідрометеорологічної служби стосується формування професійних навичок та особистісних якостей. Метеорологу-прогнозисту необхідні універсальні компетенції - дисциплінованість, відповідальність, пунктуальність, здатність аналізувати і систематизувати значні обсяги інформації при одночасному високому рівні базових знань з фізики, математики, географії, комп'ютерної техніки.

Однією з найважливіших складових підготовки кваліфікованих прогнозистів є значна кількість годин практичної підготовки в процесі навчання. Зараз не вистачає практичної підготовки для закладання базових вмінь аналізу аеросиноптичного матеріалу, для напрацювання навиків впевненої роботи з прогностичним програмним забезпеченням та з даними об'єктивного аналізу. Отримати вихідну інформацію для складання практичної або лабораторної роботи на сьогодні не є проблемою, але бюджет навчального часу не дозволяє в повній мірі освоїти практичні навички в межах аудиторних занять та багато практичних тем відходять на самостійний розгляд студенту.

Брак часу на практичну підготовку створює складну проблему освітнього процесу в ОДЕКУ при підготовці фахівців синоптиків, коли при скороченні кількості годин та дисциплін у навчальних планах доводиться об'єднувати важливі для формування прогностичних навичок навчальні

дисципліни, наприклад, «Авіаційна метеорологія» та «Супутникова метеорологія».

Останнім десятиріччям у сучасному світі представлення метеорологічної інформації значно оновилося, розширилися можливості з отримання метеорологічної інформації, методів її обробки, візуалізації та подальшого аналізу. Поняття базових знань з синоптичної метеорології, авіаційної метеорології, спеціалізованих прогнозів погоди, довгострокових прогнозів погоди дещо розширилося, але дефіцит інформації перетворився на нестачу часу та вмінь її для аналізу. Безумовно це потребує оновлення методик викладання та збільшення часу на засвоєння практичних навичок.

Система вищої освіти в сучасному українському суспільстві зазнає ряд труднощів через протиріччя між стейк-холдерами й споживачами освітніх послуг: низька матеріально-технічна база ЗВО, що не відповідає сучасним інформаційним потребам; заміна цінності освіти цінністю диплома про вищу освіту; зниження інтелектуального потенціалу та мотивації молоді. Формування у студента здатності до саморозвитку, творчого застосуванню отриманих знань, різних способів адаптації до майбутньої професійної діяльності є проблематичним. Більшість студентів в складних економічних умовах та реаліях часу, поєднують навчання з підробітками не за фахом.

Також існує системна проблема невідповідності між зростаючим запитом суспільства й економіки на гідрометеорологічну інформацію і серйозним відставанням технічної, технологічної й кадрової бази від сучасного рівня. Для залучення якісних молодих кадрів гідрометеорологічні організації України повинні швидко й динамічно розвиватися, оперативно реагувати на основні виклики сучасності й створювати для молодих людей імідж організації з гідною оплатою праці, де престижно працювати.

Незважаючи на об'єктивні труднощі, підготовка майбутніх фахівців з метеорологічних прогнозів в ОДЕКУ проводиться з урахуванням сучасних тенденцій практики метеорологічного забезпечення авіації та інших споживачів: вдосконалення методів вимірювань, наукових досліджень, чисельних методів прогнозу погоди і прогнозів небезпечних погодних явищ, а також сучасних вимог ІКАО та ВМО до точності і номенклатури прогнозів погоди.

За останні два роки більше 75-90 % випускників кафедри метеорології та кліматології ОДЕКУ, а також студенти III-IV курсів обрали місцем працевлаштування структурні підрозділи Українського гідрометеорологічного центру, а найчастіше їх вибір припадав на ГМЦ ЧАМ. Таке працевлаштування студентів є позитивним показником, и хоча в умовах реальної роботи прогностичних підрозділів майже кожному з них бракувало практичної підготовки, вони гідно подолали труднощі входження у коло фахівців.

ФАХОВА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТИ В УКРАЇНІ

Бірюков О.В. к.геогр.н, доц., **Зубкович С.О. к.геогр.н.**

ВСП «Харківський природоохоронний фаховий коледж Одеського державного екологічного університету»

Екологічне виховання викликане потребою часу і є одним із провідних напрямків виховання молоді у світі. Кількість проблем у навколишньому природному середовищі та його гармонійний розвиток у естетичному вигляді, на пряму залежить від інформованості та розуміння суспільства, тих дій які відбуваються в ньому. Обізнаність людства у метеорологічних, аерологічних, синоптичних, гідрологічних, лімнологічних, болотних, гляціологічних та океанологічних процесах з можливими шляхами вирішення різних природоохоронних проблем з концептуальними підходами до збереження біосфери і цивілізації це єдиний шлях до високої культури нашого суспільства який лежить через ефективну гідрометеорологічну – природоохоронну освіту.

Більше ніж 75 років Харківський природоохоронний фаховий коледж готує спеціалістів для гідрометеорологічної мережі України та інших країн. Наші випускники сумлінно працюють на метеорологічних, агрометеорологічних, аерологічних, гідрологічних станціях та постах, займають відповідальні посади в обласних центрах з гідрометеорології, досягли значних наукових досягнень в провідних закладах науки та освіти.

Вся діяльність коледжу спрямована на підготовку практико-орієнтованих фахівців здатних до функціональної, управлінської та творчої діяльності. Здобуття якісної гідрометеорологічної освіти забезпечується шляхом впровадження гнучких освітніх програм та інформаційних технологій навчання колективом викладачів-професіоналів. Для яких, після прийняття нового Закону України «Про освіту», поки що добровільно вводиться нове поняття сертифікація.

Життя стрімко змінюється. У 2019 році прийнято Закон України «Про фахову передвищу освіту». Цей Закон визначив місце «технікумів» та коледжів у освітньому просторі України. Починаючи з 2020 року коледж проводить прийом фахових молодших бакалаврів на базі базової та повної загальної середньої освіти.

Керівництво коледжів поки знаходиться у колі невирішеності питань дерегуляції, зокрема наприклад положення про освітній процес і відрахування та поновлення студентів, затвердження форм документів про фахову передвищу освіту, порядку переоформлення сертифікатів про акредитацію, положення про акредитацію освітньої професійної програми фахового молодшого бакалавра. Також істотно змінюються всі форми документів студентів індивідуальні плани, дипломи міжнародного зразку та т.і.

Після встановлення «технікумів» у системі освіти України, почали відбуватися, зміни всіх освітніх процесів. Вводяться в дію нові стандарти навчання «Науки про Землю». Гідрометеорологічна освіта повинна знаходити себе в них. Стандарт передбачає більш геологічну спрямованість. Робочі групи коледжу розробили освітньо-професійні програму, згідно затверджених стандартів МОН відповідно до Закону України «Про фахову передвищу освіту».

На жаль, нові стандарти не в змозі забезпечити повного злиття спеціальностей. Наприклад, така спеціальність як «Експлуатація метеорологічних радіолокаційних станцій» не може базуватися на стандарті 103 «Науки про Землю». Це призведе до того, що напрямок аерологія зникне з фахової гідрометеорологічної освіти. При цьому уряд розмірковує про укладення контрактів на придбання радіолокаційних станцій для гідрометеорологічної служби.

Виникає ще одне питання модернізація обладнання, в загальні у гідрометеорологічній службі та в освітніх закладах підготовки фахових спеціалістів. У нашому навчальному закладі обладнання модернізується, але не має державної програми. Дуже важко втриматися у фарватері передових технологій; недостатнє фінансування приводить до застарілого устаткування.

Структура освіти ускладнилась зараз є: фаховий молодший бакалавр, молодший бакалавр, бакалавр, магістр і доктор філософій. Чим відрізняються фаховий молодший бакалавр та молодший бакалавр важко пояснити.

Новий виклик для сучасної Української освіти це інфекції COVID-19. Другий рік поспіль тривають обмеження, які пов'язані з поширенням інфекції COVID-19 й запровадженням карантину. Освітній процес у коледжі проходить у «оф-лайн» та «он-лайн» режимах. Суворе дотримання карантинних мір є запорукою здоров'я студентів та співробітників. В цілому, педагогічний колектив коледжу добре справляється з роботою в дистанційному режимі, засвоєно багато різних Інтернет програм, пройдено он-лайн курсів, конференцій, гідрометеорологічних курсів Всесвітньої метеорологічної організації. Але виникають питання к здобувачам освітніх послуг. Проблеми ці в першу чергу з засвоєнням навчальної програми. Робота в аудиторії та у домашній кімнаті це не одне і теж. Потім є проблеми зі зв'язком та обладнанням студентів.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕОСНАЩЕННЯ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ

Великий І.Г., Нагорний Є.С.

Дніпропетровський регіональний центр з гідрометеорології

Світовий досвід свідчить, що роль гідрометеорологічної інформації та прогнозів у забезпеченні сталого соціально-економічного розвитку суспільства постійно зростає. Вченими доведено, що більш ніж 80% всіх стихійних природних лих, які спостерігались на планеті протягом останніх років, пов'язані із метеорологічними та гідрологічними явищами. Більш як 65% матеріальних збитків та близько 90% людських жертв обумовлені стихійними метеорологічними та гідрологічними явищами – річковими паводками, засухами, буревіями, тайфунами тощо. [1]

В цілому за рік організаціями гідрометеорологічної служби України складається і доводиться органам державної виконавчої влади різних рівнів, міністерствам, відомствам, держадміністраціям, комісіям з надзвичайних ситуацій, 250 щоденних гідрометеорологічних бюлетенів, 36 декадних агрометеорологічних бюлетенів та бюлетень за сільськогосподарський рік, близько 40000 метеорологічних прогнозів загального користування та понад 60000 спеціалізованих метеорологічних прогнозів, 2570 гідрологічних та агрометеорологічних прогнозів, 1500 прогнозів метеорологічних умов забруднення атмосфери, 45 прогнозів рівнів забруднення повітря промисловими викидами, понад 800 штормових попереджень про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища, понад 200 оперативних інформацій та доповідей. [2]

Разом з тим, аналіз гідрометеорологічної діяльності в Україні протягом останніх п'ятнадцяти років свідчить про невідповідність між зростаючими вимогами суспільства до обсягів та якості продукції, що надає гідрометеорологічна служба в Україні, та реальними можливостями гідрометеорологічної служби задовольнити ці вимоги у зв'язку із значним відставанням її науково-технічної бази від вимог сьогодення.

Відсутність сучасних автоматизованих технічних комплексів (у тому числі дистанційних) проведення гідрометеорологічних спостережень, передових технологій гідрометеорологічного прогнозування не дозволяє гідрометеорологічній службі на європейському рівні забезпечувати гідрометеорологічною інформацією суб'єкти галузей економіки та населення, у багатьох випадках унеможливорює завчасне прогнозування та попередження таких стихійних гідрометеорологічних явищ, як катастрофічні зливи, шквали, смерчі, швидкоплинні паводки на гірських річках Українських Карпат.

Основні напрямки технічного переоснащення у сфері гідрометеорологічної діяльності:

- метеорологічна радіолокаційна мережа спостережень - доплерівські метеорологічні радіолокатори з метою створення в перспективі єдиного метеорологічного радіолокаційного поля в Україні та його інтеграції в європейське радіолокаційне поле;
- мережа авіаційних метеорологічних станцій - автоматизовані системи вимірювань, обробки та доведення інформації;
- наземна метеорологічна мережа спостережень - автоматизовані метеорологічні станції;
- річкова та морська прибережна гідрологічна мережа спостережень - автоматизовані гідрометеорологічні станції (пости), зокрема в басейні річки Дніпро;
- мережа спостережень за станом забруднення навколишнього природного середовища та аналітичні лабораторії, зважаючи на підвищений рівень забрудненості повітря на території Дніпропетровської області.

Головним результатом модернізації та переоснащення матеріально-технічної бази гідрометеорологічних організацій є:

- підвищення справджуваності метеорологічних, агрометеорологічних, гідрологічних, кліматичних прогнозів, збільшення завчасності штормових попереджень про загрозу виникнення небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ;
- забезпечення населення, органів державної влади та місцевого самоврядування, Збройних Сил, галузей економіки достовірною інформацією про фактичний і очікуваний стан погоди, водних об'єктів суші та моря, стан розвитку сільськогосподарських культур;
- впровадження сучасних інформаційно-мережевих технологій з урахуванням функціонування майбутньої єдиної національної інформаційної мережі гідрометеорологічного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ліпінський В.М. Гідрометеорологічна служба в Україні // Гідрометеорологічна служба в Україні. Науковий журнал. – М.: «ТЕС», 2006. – Номер 1. – С. 8-9.
2. Український гідрометеорологічний центр: основні функції та завдання [Електронний ресурс] // Вікіпедія : вільна енциклопедія – Електронні дані. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Український_гідрометеорологічний_центр. - Назва з екрану. – Дата останньої правки : 10.06.2021. – Дата перегляду : 30.07.2021.

ПОПУЛЯРИЗАЦІЯ РОБОТИ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОГО РЦГМ У МЕДІА-ПРОСТОРИ

Гринчак В.В., начальник Дніпропетровського РЦГМ,
Куркуріна О.С., заступник начальника Дніпропетровського РЦГМ

Дніпропетровський регіональний центр з гідрометеорології

Сьогодні актуальним є питання популяризації роботи Гідрометеорологічної служби України у медіа-просторі і наголосити на тому, що в сучасному світі популяризація результатів своєї роботи є не менш важливим завданням для фахівців, ніж, власне, виконання самої роботи.

У всіх цивілізованих країнах популяризації приділяють значну увагу, і ця діяльність має три основні цілі.

По-перше, популяризація має просвітницьку місію, починаючи від пояснень широким верствам населення елементарних питань, наприклад, чому дме вітер і завершуючи лекціями про адаптацію до змін клімату тощо.

Другою метою популяризації є донесення до журналістів та інших медіа-працівників експертної думки фахівців з тих чи інших актуальних питань, які хвилюють суспільство. Це можуть бути пояснення щодо поточного стану погоди, гідрологічного режиму річок тощо. Журналісти мають знати, що, в разі потреби, вони завжди можуть звернутися і отримати вичерпний коментар від кваліфікованих фахівців у відповідній галузі.

По-третє, популяризація фактичних перевірених даних ставить собі за мету протидію псевдо інформації. Якщо говорити про прогнози погоди в Інтернеті, то складається враження, що сьогодні погоду не прогнозує тільки ледачий. Сьогодні сфера гідрометзабезпечення населення та інших спеціалізованих споживачів (транспорт, енергетика, сільське господарство, та ін.) стає дуже конкурентною. Існує маса провайдерів, компаній, які надають прогнози.

В Україні популяризація роботи Гідрометслужби має на меті, по-перше, пояснити суспільству важливість гідрометеорологічної діяльності для розвитку країни та планети загалом, по-друге, показати користь від діяльності мережі гідрометеорологічних організацій і станцій, по-третє, розтлумачити справжні і перевірені кліматичні характеристики та тенденції, і, по-четверте, оперативно надавати прогнози, попередження та огляди погодних або інших природних явищ і процесів.

Протягом останніх п'яти років начальник Дніпропетровського РЦГМ проводить активну роботу, направлену на популяризацію діяльності центру у засобах масової інформації. В основному це прес-конференції,

інтерв'ю, коментарі по телефону, прямі ефіри на телебаченні та в мережі Інтернет.

Основне місце проведення прес-конференцій – інформаційні агентства «МОСТ-Днепр», ТК «Відкритий» (фото 1), регіональне інтернет-видання «ІНФОРМАТОР» (фото 2).

Коментарі по телефону та інтерв'ю – Павлоградське міське телебачення, 51-й телеканал, 34-й ТК, 9-й ТК, 11-й ТК, ОТВ, Інтернет-сайти «В городе», «Дніпро ТВ», «D1», прес-служба Дніпропетровської ОДА, міський сайт «05692» (м. Кам'янське), газети: «Днепр Вечерний», «Наше Місто», «Дніпровська панорама», «Сьогодні», представництва телеканалів ICTV, СТБ.

Прямі ефіри: на телебаченні – 34-й телеканал, ТК «Відкритий», 9-й ТК, регіональне інтернет-видання «ІНФОРМАТОР».



Фото 1 – виступ начальника Дніпропетровського РЦГМ



Фото 2 – виступ начальника Дніпропетровського РЦГМ

Основні теми виступів: прогноз погоди по області на декілька днів; орієнтовні прогнози УкрГМЦ на місяць, сезон; огляди поточних погодних умов за минулі періоди: тиждень, декаду, місяць; кліматичні характеристики та тенденції; особливості погоди в різні пори року на Дніпропетровщині; зміни клімату та адаптація до кліматичних змін; про характеристики пожежної небезпеки; коментарі та аналізи ускладнення погодних умов, що виникали впродовж року; про роботу Дніпропетровського РЦГМ; про агрометеорологічні дослідження та їх важливість для с/г виробника; про гідрологічний режим річок області та прогнози розвитку гідрологічних явищ; про кліматичні рекорди та ін.

Інтерес до діяльності Гідрометслужби у нас в країні є. Люди розуміють, що ця робота цікава і важлива. Об'єкти, з якими доводиться мати справу, – небо і ріки – красиві і цікаві. Людина намагається зрозуміти, як влаштований цей світ, щоб передбачати майбутнє. Хіба це не чудово? Світовий досвід показує, що затребуваність суспільства у гідрометеорологічній інформації у міру розвитку економіки зростає, тому ми маємо бути «на хвилі» та розвивати наукову комунікацію для ефективної взаємодії авторів науково-інформаційного продукту та глядача/читача у ЗМІ та Інтернеті.

**ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ
ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН «МЕТЕОРОЛОГІЯ ТА
КЛІМАТОЛОГІЯ» І «ГІДРОЛОГІЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ
ГЕОГРАФІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

**Корнус А.О., к.г.н., Данильченко О.С., к.г.н., Корнус О.Г., к.г.н.,
Клок С.В., к.г.н.**

*Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Український гідрометеорологічний інститут*

Перед сучасної системою вищої освіти в Україні постали нові виклики, адже в умовах освітніх реформ питання модернізації освітнього процесу з залученням сучасних методів і технологій навчання набуло надзвичайної актуальності. При підготовці висококваліфікованого фахівця сучасні заклади вищої освіти запроваджують нові технології навчання для розвитку як загальних, так і професійних компетентностей. Це стосується і гідрометеорологічної підготовки студентів географічних спеціальностей. В сучасних умовах викладачі географічних спеціальностей в освітньому процесі використовують як традиційні, так і інтерактивні технології навчання. Останні покликані створити атмосферу доброзичливості, взаємопідтримки, дають можливість підвищити інтерес майбутніх географів до вивчення географічних дисциплін, у т.ч. гідрології та метеорології.

Сучасні інтерактивні технології навчання включають різноманітні методи та прийоми, які стимулюють студента для здобування знань. Серед них – «Навчання в команді», «Ажурна пилка», «Діаграма Венна», «Метод проєктів», «Вчимося разом», «Метод кейсів», «Обговорення в малих групах», рольові ігри, робота в парах чи трійках, «Мозковий штурм», «Ситуаційний аналіз», дискусії, круглі столи тощо. Тобто, це навчання, при якому студенти є активними співучасниками освітнього процесу. Всі вищезазначені методи можна використовувати під час викладання навчальних дисциплін «Метеорологія» та «Гідрологія». Для прикладу, приведемо декілька варіантів застосування інтерактивних методів навчання.

Так, інтерактивний метод «Навчання в команді» можна використати для закріплення знань на практичних заняттях із зазначених навчальних дисциплін. Наприклад, під час вивчення теми «Циклони» пропонується обговорити зміни погоди при проходженні циклону. Один студент вголос пояснює будову циклону і його рух, інші студенти слухають, приєднуються до обговорення та приходять до спільної думки про зміну погоди під час руху циклону. По завершенню роботи йде колективне обговорення виконаного завдання та оцінювання роботи всіх учасників.

Під час вивчення видів живлення та типів водного режиму річок можна застосувати елементи інтерактивного методу «Ажурна пилка». Група поділяється на міні-групи, у кожній з яких є експерт. Студенти-експерти отримують випереджаюче самостійне завдання, яке передбачає аналіз різних типів водних режимів річок. На наступному занятті з даної теми кожен експерт ознайомлює свою групу з тим навчальним матеріалом, який він самостійно опрацював. Далі відбувається обмін експертами між групами, під час якого експерт навчає іншу групу, а група у свою чергу навчає експерта. Обмін відбувається доти, доки експерт не повернеться до своєї групи. Таким чином, під час використання цього інтерактивного методу можна опрацювати великий обсяг матеріалу за відносно невеликий час та сформувати у студентів комунікативні навички.

Ще одним цікавим інтерактивним методом, що сприяє розвитку аналітичному мисленню є «Діаграма Венна». Дану методику можна застосовувати, коли при вивченні географічних об'єктів для виділення спільних і відмінних рис, щоб структурувати навчальний матеріал, наприклад, річок та їх басейнів, типів озер за генезисом, типів повітряних мас, атмосферних фронтів тощо. Ця технологія навчає студентів аналізувати, порівнювати, синтезувати інформацію та створювати структурні схеми спільних і відмінних рис або складають відповідні таблиці. По закінченню роботи здобувачі презентують свою роботу.

Одним із інтерактивних методів, що набув популярності серед викладачів, є метод проектів, завдяки якому відбувається поєднання теоретичних знань та їх практичне застосування при розв'язанні певних завдань. Наприклад, вивчаючи гідрологію річок студенти виконують індивідуальне навчально-дослідне завдання у вигляді проекту, що передбачає характеристику окремої річки. У процесі роботи здобувачі проводять розрахунки морфометричних характеристик річки та басейну, будують її гідрографічну схему, здійснюють обрахунки кількісних характеристик стоку, будують гідрограф річки та аналізують вид живлення і тип водного режиму річки. Крім того, науково-дослідна робота над проектом передбачає створення схем, графіків та аналізу отриманих результатів. На підсумковому занятті з теми, студенти презентують та захищають свій проект та обмінюються інформацією. У результаті роботи кожен студент легше засвоює великий обсяг інформації та набуває практичних вмінь.

Таким чином, використання інтерактивних методів навчання в освітньому процесі при викладанні навчальних дисциплін «Метеорологія» та «Гідрологія» дає можливість студентам засвоїти матеріал за відносно короткий час, набути навичок наукового дослідження, розвитку аналітичного мислення, спонукає до творчої роботи, професійного росту та самовдосконалення, підвищує мотивацію до навчання.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Лебедєва Н.В., начальник відділу гідрометеорологічного забезпечення(відділу ГМЗ),
Глебова О.В. синоптик I категорії відділу ГМЗ,
Горобинська Т.Ю. начальник КЛСЗПЗ

Луганський обласний центр з гідрометеорології (Луганський ЦГМ)

Споживачі гідрометеорологічної інформації - це наші клієнти. Про це добре сказав Махатма Ганді, ідеолог національно-визвольного руху в Індії:

«Клієнт - це найважливіший відвідувач. Не він залежить від нас. Ми залежимо від нього. Він не перериває нашу роботу. Він - мета нашої роботи. Він не по ту сторону нашого бізнесу. Він - його частина. Ми не робимо йому ласку, обслуговуючи його. Він робить нам ласку, даючи можливість це зробити».

Для виконання цієї задачі необхідно провести цілий комплекс заходів.

Всі, хто займається гідрометеорологічним обслуговуванням добре розуміє, що ми проводимо спостереження не за ради спостережень, складаємо прогнози не за ради прогнозів та їх справджуваності, а звіти складаємо з метою підсумків виконаної роботи та виявлення слабких місць, які треба укріпляти.

Розуміти це – дуже важливо, але не достатньо.

Основою діяльності гідрометеорологічної служби є цілісна державна система гідрометеорологічних спостережень, прогнозування і гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування, робота всіх ланок якої і побудована на єдиних методичних і технологічних принципах. Ця система унікальна за формою, призначенням, режимом та специфікою роботи. Вона формувалася протягом багатьох десятиліть, накопичила значний обсяг матеріалів і фондів. Служба спостережень, прогнозування і гідрометеорологічного забезпечення працює в оперативному режимі і цілодобово. На основі прогнозів і попереджень гідрометеорологічної служби про небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища приймаються управлінські рішення щодо попередження та ліквідації наслідків небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ. Гідрометеорологічна інформація використовується при плануванні робіт та для раціонального використання всіх ресурсів органів влади, нашої держави та кожного з нас.

Погода не знає кордонів, тому успішна діяльність гідрометеослужби залежить від уміння взаємодіяти з національними гідрометслужбами сусідніх країн, використання накопичених багатолітніх рядів спостережень, впровадження новітніх численних методів прогнозування.

Пора «вільних» записів погоди, що робили наші предки на сторінках «вічних календарів», минула. Перша метеорологічна обсерваторія на

території України була відкрита у Луганську в 1836 році. Майже 130 років (працює з 1892 року) метеорологічній станції Біловодськ. В останні роки відбулось осучаснення роботи та її модернізація за рахунок програм ООН із відновлення та розбудови миру. Перелік реперних кліматичних станцій України був доповнений метеорологічною станцією Біловодськ у 2020 році (зараз їх 19, на території України і одна з них на Луганщині). А відкриття у прифронтовій зоні Луганської області метеостанції Лисичанськ – то справжня спільна перемога на шляху до деокупації українських територій. У будь-яку хвилину, з виникненням складної обстановки гідрометеорологічного чи техногенного характеру, держава може розраховувати на професійну компетентну цілодобову допомогу метеорологів, які вже не раз злагоджено працювали при виконанні спільних завдань з рятувальними службами Державної служби України з надзвичайних ситуацій.

Існує багато проблем у ході виконання цієї задачі.

Необхідною умовою надійного функціонування системи спостережень, забезпечення споживачів достовірною, своєчасною гідрометеорологічною інформацією та прогнозами є її оснащення сучасними засобами виміральної техніки, застосування інноваційних технологій проведення спостережень, збору, обробки і передачі інформації та прогнозування. Тому фінансове забезпечення гідрометеорологічної діяльності потребує нових вливань на придбання приладів та обладнання для технічного переоснащення гідрометеорологічної мережі, насамперед, мережі наземних метеорологічних спостережень автоматизованими системами, радіолокаторами, базової мережі спостережень за забрудненням ґрунту, атмосферного повітря, поверхневих вод суші та моря приладовою базою, яка сформована ще чверть століття тому.

Ще одна з проблем – системи оповіщення. Така проблема існує навіть у високо розвинених країнах, які використовують сучасні технології. Сильні зливи та повені у Європі 16-17 липня 2021 року викрили цю проблему, про що сказала Ангела Меркель (Федеральний канцлер Німеччини). Загинули близько 200 людей, зникли без вісті близько 1000 людей.

Завданням на перспективу для національної гідрометеорологічної служби є пошук шляхів технічного осучаснення служби та залучення молодих кадрів до гідрометеорологічної і наукової діяльності.

Вирішення цього питання може стати Постанова КМУ від 12 травня 2021 року № 465 «Про затвердження Державної цільової екологічної програми матеріально-технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на 2022-2024 роки».

Але, якщо зробити порівняльний аналіз фінансування Луганського ЦГМ 2020-2021 років, то ми побачимо тенденції до зменшення фінансування:

- посадові оклади з січня 2021 року були збільшені на 27% (у порівнянні січнем 2020 року), а ФЗП тільки на 7%, що веде до зрівнялівки заробітної плати фахівців та низько кваліфікованих працівників;
- оплата комунальних послуг та енергоносіїв зменшилась на 7%, фінансування інших видатків зменшилось на 28%, хоча відбулось значне удорожчання;

Таблиця 1. Порівняння асигнувань загального фонду бюджету

	ФЗП (фонд заробітної плати)	Нарахування на оплату праці	Інші видатки	Оплата комунальних послуг та енергоносіїв
2021 рік (порівняння з 2020 р)	107%	107%	-28%	-7%
2020 рік	9 316 400 грн	2 049 600	768200	183100
2021 рік	9 977 300	2 195 000	599000	181800

Хто вважає що, в таких умовах може розвиватись гідрометеорологічна служба України?

Також є проблеми у використанні інформації. Всі ми у школі вели щоденник погоди. Але для багатьох користувачів залишається однаковим метеорологія - метрологія. Навіть ЦГО можуть назвати консерваторія. Більшість споживачів знають про температуру, а про те що тільки температура повітря буває мінімальна та максимальна за добу, у строк спостережень, середньозмінна, середньодобова, середньомісячна та інша, знає мало хто. Можуть навіть обурюватись: «Ви даєте температуру +35, а у нас люди, які кладуть асфальт, гублять свідомість.» Споживачі не розуміють, що +35 це у тіні, температура, виміряна у психрометричній будці, а не на відкритій поверхні.

А сучасний стан державної системи гідрометеорологічних спостережень, забезпечення та обслуговування України, на жаль, відстає від потреб сьогодення та поступається рівню Національних гідрометеорологічних служб розвинутих країн. Ми до сих пір вимушені закуповувати низькоякісне та дороге обладнання, яке виготовляється у Російській Федерації.

Можна підвести підсумки у проблемних питаннях гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування:

- низькій рівень технічного оснащення спостережень;
- відсутність сучасних систем оповіщень;

- тенденції до зменшення фінансування;
- низький рівень знань з боку користувачів;
- зрівнялівка заробітних плат фахівців та низько кваліфікованих працівників;
- відсутність житла для працівників гідрометеослужби.

Що ми можемо зробити у цій ситуації?

1. Завжди і крізь, де б ми не знаходились привертати увагу органів державної влади, широкої громадськості до таких важливих тем, як вплив погоди, клімату, водних ресурсів на забезпечення сталого розвитку країни, необхідності зміцнення науково-технічного потенціалу вітчизняної гідрометеорологічної служби та науки, діяльність яких сприяє економічному та соціальному розвитку суспільства.
2. Завданням на перспективу для національної гідрометеорологічної служби є пошук шляхів технічного осучаснення служби та залучення молодих кадрів до гідрометеорологічної і наукової діяльності.
3. Виконувати свою роботу як найкраще. Ми повинні перевищити всі очікування на нас.
4. Завжди і всюди вести популяризаторську роботу, використовуючи досягнення гідрометеорологічної служби.

ДЕРЖАВНИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ СЛУЖБИ УКРАЇНИ – 100 РОКІВ

Ліпінський В. М., Заслужений природоохоронець України,
керівник Державної гідрометеорологічної служби України у 1993 — 2010 роках

Вступ. У 2021 р. Гідрометеорологічна служба України як державний орган святкує своє 100-річчя. Водночас виповнюється 250 років від початку проведення перших інструментальних метеорологічних спостережень і 185 років з часу утворення першої на теренах України і другої в колишній Російській імперії Луганської метеорологічної обсерваторії.

Мета доповіді – у стислому вигляді висвітлити історію становлення гідрометеорологічної служби в Україні.

Виклад основного матеріалу. Перші водомірні спостереження на Дніпрі датуються XVII століттям, а перші інструментальні метеорологічні спостереження в Україні - XVIII століттям. На початку XIX ст. з'являються аматорські метеорологічні станції – у Києві, Бердичеві, Одесі, Полтаві. Організовано спостережні станції в морських портах Миколаєва і Херсона. Першу метеорологічну обсерваторію відкрито в Луганську в 1836 р., а наприкінці XIX ст. було організовано Придніпровську мережу метеорологічних станцій - близько 700 пунктів спостережень. До 1914 р. майже при кожній земській управі були свої станції, а при деяких – і метеорологічні бюро. Перша світова війна, а згодом і громадянська війна дещо призупинили розвиток гідрометеорологічних спостережень.

Розвиток гідрометеорологічної справи в Україні як державної почався після створення в 1921 р. згідно з декретом Раднаркому Української метеорологічної служби – Укрмету. У грудні 1929 р. організовано Гідрометеорологічний комітет, до складу якого ввійшли уже всі метеорологічні та гідрологічні установи, що існували в Україні. За короткий період була проведена значна робота з організації мережі станцій і Служби в цілому. На початок 1941 р. Служба мала розвинуту мережу станцій і постів, обсерваторій, прогностичних центрів та інших спеціалізованих організацій із централізованим організаційним і методичним керівництвом. Протягом Другої світової війни служба була підпорядкована командуванню Червоної Армії.

У післявоєнний період мережу гідрометеорологічних станцій і постів було відбудовано в найстисліший термін. Служба оснащувалася новими технічними засобами спостережень, збору, передачі та обробки інформації. Відбувалося повніше вивчення метеорологічних, агрометеорологічних і гідрометеорологічних умов, а також узагальнення матеріалів спостережень. Впроваджувались нові види спостережень і робіт. В 1960-х роках розпочалися науково-дослідні й експериментальні роботи з активних впливів на метеорологічні процеси. В 1970-х роках активно розвивалися роботи з вивчення стану хімічного і радіоактивного забруднення природного середовища. З перших днів після аварії на Чорнобильській АЕС й до сьогодні Гідрометеорологічна служба бере активну участь у ліквідації її наслідків.

Після відновлення державності України, враховуючи значення гідрометеорологічної служби для економіки та населення, 19.11.1991 р. Урядом України було створено центральний орган виконавчої влади - Державний комітет по гідрометеорології, на який покладено завдання реалізації державної політики у сфері гідрометеорологічної діяльності. Формування національної гідрометеорологічної служби відбувалось в складних умовах: була відсутня нормативно-правова база діяльності; технологічне оснащення відставало від потреб часу; існувала низка соціальних питань, які стояли на заваді зміцненню кадрового потенціалу. Для подолання проблем було розроблено Концепцію розвитку гідрометеорологічної служби до 2005 р., якою передбачалось досягнення короткострокової цілі (1994-1995рр.) - стабілізації і збереження функціонування в умовах недостатнього фінансового і матеріально-технічного забезпечення і довгострокової цілі (до 2005р.) - зміцнення технологічного оснащення і кадрового потенціалу, підвищення якості обслуговування користувачів. Вдалося зберегти кількісний склад мереж спостережень і мінімізувати скорочення програм спостережень. В напрямку створення нормативно-правової бази було прийнято Закон "Про гідрометеорологічну діяльність", а також низку постанов Уряду, що врегульовували організаційні, економічні і соціальні питання Сужби. Для зміцнення науково-технічного потенціалу було розроблено, а Урядом затверджено державні цільові програми: "Метеорологія" та Кліматична програма. Задачі гідрометслужби було включено в деякі інші державні програми розвитку. Це дозволило розпочати планове переоснащення системи спостережень і прогнозування вітчизняною технікою.

Гідрометеорологічна служба веде активну міжнародну діяльність. З 1948 року (з часу заснування) Україна – член Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО) і бере участь у всіх напрямках її роботи.

У Гідрометеорологічній службі працювали й працюють фахівці, віддані своїй роботі, діяльність, енергія та любов яких до своєї справи дозволяють з честю виконувати поставлені завдання. Гідрометеорологічна служба України славиться плеядою талановитих організаторів та керівників, учених і висококваліфікованих спеціалістів, серед яких можна назвати М. І. Данилевського, А. В. Огієвського, Т. К. Богатиря, М. П. Скрипника, М. О. Абашина, В. М. Лиля, К. Т. Логвинова, Н. Ф. Токар, П. В. Шендрика, Д. А. Бурцева, В. І. Костіна, М. М. Андрощука, М. Ф. Цупенка, В. І. Дугінова, В. М. Ліпінського, В. О. Манукала, В. О. Громова, О. О. Косовця, М. І. Кульбиду, В. І. Осадчого, С. І. Мельничука та ін.

У результаті здійснення низки адміністративних реформ в Україні гідрометслужба змінювала свій статус, проте завжди була передовою ланкою в системі попередження стихійних і небезпечних природних явищ, прогнозування погоди, водного режиму, урожаю, здійснення екологічного моніторингу тощо. Цим самим вона вносить неоціненний вклад у зміцнення економіки держави, посилення її національної безпеки.

РОЗРОБЛЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БАЗИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ У СФЕРІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: ПОТОЧНІ НАПРАЦЮВАННЯ ТА НАЙБЛИЖЧІ ЗАВДАННЯ

Манукало В.О., к. техн. н., Гальперіна Т.О., Ковальська Л.Г.,
Митник Т.Г, Пархісенко Л.В.

*Український гідрометеорологічний інститут
ДСНС України та НАН України*

Вступ. Метеорологію та гідрологію можна віднести до сфер наукової та практичної діяльності людини, які «стояли в авангарді» розвитку національної та міжнародної стандартизації, так як була нагальна потреба у розробленні уніфікованих нормативних документів (далі - НД), які врегульовують організаційні та методичні питання проведення спостережень, інструментальних вимірювань, прогнозування та обслуговування користувачів. Важливість посилення зусиль із розроблення НД у сфері метеорології, кліматології та гідрології на міжнародному та національному рівнях знайшло відображення у рішеннях останнього 18-го Всесвітнього метеорологічного конгресу, який пройшов в червні 2019 року.

В Україні головним розроблювачем стандартів та інших НД у сфері гідрометеорологічної діяльності протягом останніх двадцяти п'яти років є Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (далі - УкрГМІ). Результати цієї роботи інституту за період із середини 1990-х років до 2016 року включно розглянуто у доповіді, представленій на першому Всеукраїнському гідрометеорологічному з'їзді.

Мета цієї доповіді – представити результати напрацювань УкрГМІ за період з 2018 року до 2020 року включно, а також завдання на період до 2023 року включно.

Виклад основного матеріалу. Розроблювання НД в 2018 - 2020 роках здійснювали відповідно до завдань Перспективного плану перероблення стандартів і прирівняних до них інших нормативних документів колишнього СРСР, які використовуються гідрометеорологічними організаціями, підприємствами та установами ДСНС України на період 2018 - 2020 роки, затвердженого керівництвом ДСНС України в 2017 році.

Протягом цього періоду розроблено шість нормативних документів:

- "ДСТУ Метеорологія. Терміни та визначення основних понять", якому надано чинності в 2021 році наказом національного органу стандартизації - Українського науково-дослідного і навчального центру стандартизації, сертифікації та якості;

- "Інспектування пунктів актинометричних спостережень. Методичні рекомендації"; в 2020 році НД впроваджено в діяльність гідрометеорологічних організацій ДСНС України наказом Українського гідрометцентру ДСНС України (далі - УкрГМЦ);
- "Просторово-часовий контроль даних метеорологічних спостережень станцій. Методичні рекомендації" (впроваджено в 2021 році наказом УкрГМЦ);
- "Класифікація хмар. Методичні рекомендації" (впроваджено в 2021 році наказом УкрГМЦ);
- "Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Аерологічні спостереження на станціях. Температурно-вітрове радіозондування атмосфери системою "Радіотеодоліт – УЛ-ПАЗА-12М" (впроваджено в 2021 році наказом УкрГМЦ).
- Технічною радою УкрГМЦ схвалено та рекомендовано для впровадження "Настанову гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні спостереження на постах".

У розроблюванні нормативних документів також брали участь представники географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Одеського державного екологічного університету (ДСТУ), УкрГМЦ та Центральної геофізичної обсерваторії (ДСТУ та інші НД).

В доповіді розглянуто основні положення розроблених НД.

В 2020 році ДСНС затвердило Перспективний план перероблення стандартів і прирівняних до них інших нормативних документів колишнього СРСР, які використовуються гідрометеорологічними організаціями, підприємствами та установами ДСНС України на період 2021 - 2023 роки.

З метою виконання завдань плану, покладених на УкрГМЦ, в 2021 році розпочато виконання наукової теми, в рамках якої до закінчення 2023 року передбачено розробити такі нормативні документи:

- "ДСТУ Гідрологія. Терміни і визначення основних понять";
- "Уточнення критеріїв достовірності при здійсненні автоматизованого просторового контролю даних метеорологічних спостережень. Методичні рекомендації";
- "Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Спостереження на водно-балансових станціях";
- "Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Гідрологічні річкові спостереження і роботи на станціях і постах. Організація гідрологічних спостережень і робіт на річках".

В доповіді розглянуто питання організації розроблювання нормативних документів, їх структуру, а також основні положення, які передбачається висвітлити в нормативних документах.

ПРОФІЛЬ КОМПЕТЕНЦІЙ І КОГНІТИВНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ СТУДЕНТІВ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Орещенко А. В., к. геогр. н.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

Актуальність. Студенти вищих навчальних закладів часто сумніваються у правильності навчальної програми по обраній ними спеціальності. Зазубрювання географічної номенклатури, реферати, розрахунки і креслення вручну викликають справедливі нарікання також їх роботодавців. Навчальний курс впливає не тільки на якість і продуктивність праці випускників, але і на їх кар'єру та особисте життя. Оскільки на сьогодні вимоги до фахівців не стільки вищі, скільки інші, ніж у радянські часи або у період відносно стабільної економіки 2000 – 2013 рр. На сьогодні актуальними є: підприємницький хист, вирішення складних нестандартних задач, проактивність (вирішення проблем до їх появи), фахові знання і спеціалізація, уміння швидко розібратися в інших сферах діяльності.

Хід і методи дослідження. В 2007 р., після випуску, не вдавалося досягнути просування в кар'єрі і не було розуміння, «з якої сторони» вирішити ці питання. Через роки в мене було чітке розуміння недостатньої кваліфікації і це компенсувалося екстенсивним освоєнням нових галузей знань. Також вже були освоєні методи дослідження. Тому в 2011 р., після захисту кандидатської дисертації, дослідження по корелюючій темі «якість і продуктивність праці у картографії» були відновлені публікацією статті «Актуалізація географічної освіти: управляюча інформація» [1]. В 2016 р. в моїх дослідженнях відбулося зрушення: завдяки використанню «методу чорного ящика», а також «конструктора компетенцій» (2017 р.), «онтологічного туризму» та інших вдалося «розібрати» когнітивну модель і методи мислення успішних фахівців, над якими здійснювалися дослідження. Сформульовано положення про профіль компетенцій, уніфіковані і прикладні суперкомпетенції, імплементацію суперкомпетенцій, подолання когнітивного бар'єру (2018 р.) [2], методи вирішення онтологічної невизначеності (відсутність знань про існування об'єкта, про який ми нічого не знаємо).

Короткі результати. *Суперкомпетенція* [ментальна технологія] – це система знань, умінь, навичок, методів, кейсів, технік, досвіду, міждисциплінарних зв'язів, яка характерна для певної професії та дозволяє ефективно працювати у певній сфері діяльності, але без знань, умінь, навичок з інших професій, сфер діяльності або галузей знань. Наприклад, суперкомпетенція масажиста включає безпосередньо всі техніки виконання масажу, характерні для його спеціалізації, а також зв'язки з іншими когнітивними структурами. Але без комерційних здібностей, нетворкінгу, соціального інтелекту, особистого бренду.

На відміну від традиційного навчання, суперкомпетенція відрізняється чіткою структурою, назвами структурних одиниць (блоків,

методів, положень, зв'язків), адаптацією до наявних знань, можливостей організму, умов роботи тощо.

Суперкомпетенції бувають прикладні та неприкладні (універсальні). До перших належать бухгалтерський облік, образотворче мистецтво, виконання наукових досліджень. Неприкладні суперкомпетенції ніколи не використовуються самостійно. Наприклад, аналітика (уміння думати) [3], творчість поєднуються із прикладною сферою: медициною, мистецтвом, конструюванням тощо. Є суперкомпетенції, які важко віднести до ти чи інших, наприклад, проактивність, яка у звуженому розумінні означає підхід (активний) до вирішення проблем, а в розширеному – призначена для вирішення проблем до того, як вони з'яляться.

Також слід відзначити наявність *конструктора* [суперкомпетенцій] – спеціальної функціональної структури, призначеної для створення інших когнітивних утворень за правилами когнітивної платформи шляхом аналізу досвіду, оброблення актуальної інформації, цілеспрямованого навчання, життєвих ситуацій, інших компетенцій. Тобто конструктор по-своєму реалізує процес навчання. Особливе значення мають методи «виявлення» (англ. revealing) структурних блоків суперкомпетенцій, оскільки останні не завжди доступні.

Когнітивна платформа – це набір відомостей, які визначають уміння пізнавати об'єктивну реальність, виокремлювати і запам'ятовувати знання, уміння і навички та інші структури; правила і логіку побудови компетенцій, їх структуру і наповнення конкретними елементами, взаємодію, способи використання, профіль компетенцій, а також уміння використовувати все це для постановки і досягнення цілей.

Профіль компетенцій – це їх набір, потрібний для реалізації у професії. Він містить також «конфігурацію» або перелік компонентів суперкомпетенцій, які входять у профіль, оскільки компетенції є обширними і повне їх освоєння не потрібне.

«Інтелектуальне ядро» – це набір (понад 100) узагальнених, найбільш часто вживаних розумових операцій. Цей набір фактично співпадає із тими видами операцій, які людина виконує під час проходження тесту на рівень інтелекту (IQ). Наприклад: абстрагування, узагальнення, інтерполяція та екстраполяція, співставлення. Операції, які використовуються відносно рідко, розміщуються в інших когнітивних структурах і компетенціях.

Профіль когнітивної моделі дозволяє «дробити» компетенції і поєднувати їх у спеціальні «конфігурації» для вирішення задач із різних предметних областей. Наприклад, цей тиждень працювати веб-дизайнером, далі – JavaScript програмістом, ще через тиждень – юристом...

Все це разом можна назвати *«ментальною платформою»* —такий термін пропонується, оскільки всі ці утворення характеризують нас як особистість, бо визначають характер нашої діяльності (професійної та улюбленої). Наприклад, наявність комерційної суперкомпетенції, як правило, спонукає людину до її використання незалежно від посади і умов роботи.

Така модель навчання дозволяє: 1. Усвідомлено аналізувати уміння стороннього фахівця, визначати методи його роботи і ефективно навчатися, особливо освоювати «ноу-хау». 2. Здобувати нові, складні знання, до яких у людини немає схильності шляхом аналізу будови компетенції і їх профілю. 3. Обмінюватися, поширювати і продавати компетенції. На відміну від підручника, інтерактивний і структурований файл суперкомпетенції спрощує розуміння предмету. 4. Аналізувати власну компетенцію «зі сторони», активно підходити до її розвитку.

Профіль компетенцій метеоролога і гідролога. *Професійні компетентності* переважно правильно визначені навчальною програмою.

Комерційна група суперкомпетенцій, тобто вміння заробляти і правильно витратити гроші: бачити можливості, робити пропозиції, вести бізнес, фінансова грамотність, як правило, недостатньо вивчаються, оскільки для випускників передбачається лише робота по найму. Однак за спеціальністю працюватиме невелика кількість випускників.

Звідси ще одна прогалина: *група кар'єрних здібностей*, яка включає роботу в команді, лідерство, менеджмент, мотивацію, особистий бренд та ін.

Окремо слід вказати на цілий арсенал здібностей, які входять в «*уміння працювати*»: проєкт- і тайм-менеджмент, організацію робочого місця, вміння швидко працювати тощо.

Уніфіковані компетенції: творчість – уміння вирішувати задачі шляхом віднайдення рішення із новизною, інженерія – рішення із технічним компромісом, траблшутінг – вміння вирішувати нетипові надскладні задачі, аналітика – здатність виконувати аналіз і робити правильні висновки.

Є одна важлива особливість. Когнітивна платформа дуже сильно експлуатує біологічні можливості організму, тому окреме місце займає «*біохакинг*», як уміння налагодити правильну роботу організму.

Група соціальних компетенцій: соціальний і емоційний інтелект та ін.

Висновки. Профіль компетенцій і когнітивна платформа загалом є кінцевою ціллю, до якої мають прямувати студенти вузів впродовж навчання. Реалізується шляхом визначення структури і послідовного поступового наповнення відповідних спеціально розроблених конспектів, які, по-суті є відображенням структури компетенції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Орещенко А. В. Актуалізація географічної освіти: управляюча інформація // Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. 2011. Вип. 13. С. 65-68.
2. Орещенко А. В. Подолання когнітивного бар'єру під час викладання складних дисциплін для курсантів ВІКНУ // Часопис картографії. 2019. Вип. 20. С. 176-208.
3. Орещенко А. В. Ментальне моделювання виробничих процесів: значення для картографії // Часопис картографії. 2016. Вип. 15. Частина 1. С. 23-37.

МЕРЕЖА СПОСТЕРЕЖЕНЬ НАЦІОНАЛЬНОЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СЛУЖБИ НА ТЕРИТОРІЇ ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ РЕФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ

Попова М.Г., Романовська О.В.

Донецький регіональний центр з гідрометеорології

Вступ. Інформація про гідрометеорологічні умови та забруднення навколишнього природного середовища, прогнозування їх змін є одним з важливих факторів, що забезпечують соціально-економічний розвиток, обороноздатність та екологічну безпеку держави.

Досягнення якісного оперативного гідрометеорологічного забезпечення органів державної влади та органів місцевого самоврядування, галузей економіки, Збройних Сил, населення інформацією про фактичні та очікувані зміни гідрометеорологічних умов, попередженнями про небезпечні і стихійні гідрометеорологічні явища та інформацією про стан забруднення навколишнього природного середовища, можливе в результаті технічного і технологічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби [1].

Переоснащення національної гідрометеорологічної служби сучасними засобами вимірювальної техніки, застосування новітніх технологій, розвиток науково-методичної бази для проведення спостережень і прогнозування є необхідними умовами для надійного функціонування системи гідрометеорологічних спостережень і спостережень за станом забруднення навколишнього природного середовища [2].

Метою доповіді є розгляд сучасного стану, модернізації та перспектив розвитку мережі спостережень національної гідрометеорологічної служби на території Донецької області.

Виклад основного матеріалу. На території Донецької області функції щодо забезпечення реалізації державної політики у сфері гідрометеорологічної діяльності та моніторингу довкілля покладено на Донецький регіональний центр з гідрометеорології.

Донецький регіональний центр з гідрометеорології складається з 3 метеорологічних станцій, гідрометеорологічної обсерваторії у м.Маріуполь (до складу якої входять метеорологічна станція, комплексна лабораторія спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища та морський гідрологічний пост), 6 гідрологічних постів, 11 пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря у 3 містах області та 1 лабораторії спостережень за забрудненням атмосфери.

Технічні системи, прилади і обладнання гідрометеорологічного та аналітичного призначення Донецького регіонального центру з

гідрометеорології, дозволяють виконувати покладені на нас функції та обов'язки.

Однак, реалії сьогодення, в умовах реформування екологічного законодавства України, висувають нові вимоги до інформації що надається гідрометеорологічною службою.

Донецьким регіональним центром з гідрометеорології регулярно вживаються додаткові заходи щодо розвитку мережі спостережень національної гідрометеорологічної служби на території Донецької області:

– проведення моніторингу якості атмосферного повітря на території Маріупольської міської територіальної громади, шляхом експлуатації пересувної машини – лабораторії для визначення забруднюючих інгредієнтів атмосферного повітря та метеорологічних параметрів та надання спеціалізованої інформації за його результатами;

– участь у «Регіональній програмі моніторингу стану довкілля в Донецькій області на період 2020 – 2024 роки» (затверджено розпорядженням голови Донецької обласної державної адміністрації, керівника Донецької обласної військово – цивільної адміністрації від 13.01.2020 № 20/5-20);

– участь у конкурсі грантів спрямованих на реалізацію проектів «Впровадження місцевих ініціатив, спрямованих на захист навколишнього середовища в цільових громадах Донецької та Луганської областей», у рамках Програми ООН із відновлення та розбудови миру.

Заходи щодо розвитку мережі спостережень Донецького регіонального центру з гідрометеорології спрямовані на покращення ефективності як екологічного моніторингу Донеччини так і прогнозування метеорологічних умов та оперативної інформації про загрозу виникнення небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ та ризиків зміни погоди на території Донецької області, яка як найбільший промисловий регіон України потребує особливої екологічної уваги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 травня 2021р. № 465 «Про затвердження Державної цільової екологічної програми матеріально – технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на 2022 – 2024 роки» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-2021-%D0%BF#Text>.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 4 листопада 2020 р. № 1381-р «Про схвалення Концепції Державної цільової програми матеріально – технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби на період 2022 – 2024 років» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1381-2020-%D1%80#Text>.

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТА І ПРОЦЕСИ РЕФОРМУВАННЯ ОСВІТИ

Решетченко С.І.¹, канд.геогр.н., Ткаченко Т.Г.², канд.геогр.н.

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна¹

Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва²

Починаючи з середини 20-го століття, коли частота та кількість інтенсивних атмосферних явищ у різних регіонах збільшилася, науковці почали шукати пояснення цим змінам. З часом формується світова кліматична політика, яка ґрунтується на результатах звітів міжурядової групи експертів з питань зміни клімату, на національних та регіональних рівнях. Привертається увага до гідрометеорологічної освіти в Україні, що здійснювалася спочатку за спеціальністю 106 Географія, а надалі – за спеціальністю 103 науки про Землю.

Сьогодні географічні знання відносять як до точних наук, так і до гуманітарних. І вони знаходяться на стику природничо-суспільних наук, де досліджують взаємодію суспільства і природи.

На географічні знання покладається провідна роль у формуванні цілісної системи природоохоронних знань, розглядаються взаємозв'язки природних об'єктів, явищ і процесів, цілісність природної системи, складність і суперечності взаємодії її та суспільства.

Отже постійні різкі коливання погодних умов турбують суспільство: спека на півдні, південному сході, пожежі та наводнення на заході країни вимагають додаткових матеріальних ресурсів. Отже стає очевидним, що зміни клімату мають значний вплив на економічну діяльність держави.

Стратегічні документи, які розробляють міста-підписанти Угоди мерів, містить кліматичний компонент (доданий у 2015 році), де розглядаються заходи до адаптації щодо змін клімату.

Кліматична політика України має багатовекторні складові: від охорони довкілля та здоров'я до наукових досліджень, формування регіональної політики щодо запобігання наслідкам зміни клімату. Крім того треба звернути увагу, що вона повинна диференціюватися в систему освіти та втілюватися через різні просвітницькі заходи.

Останні дослідження вказують, що лише 3% екосистем на суходолі має свій первинний вигляд, де існують природні популяції тварин та незмінні осередки їх існування (Gizmodo).

Приблизно понад 97 % зазнали різного антропогенного впливу. Раніше вважалось, що приблизно 40% екосистем мають свій первинний вигляд. Припускають, що такі оптимістичні оцінки були отримані через супутникову інформацію без врахування процесів, які відбуваються на планеті.

Отже надалі інтерес до гідрометеорологічної діяльності та її роль буде зростати, оскільки кожен день екосистема планети зазнає суттєвих змін,

які потребують подальшого розуміння. Так, травневі температури повітря в Арктиці 2021 року вказують на свою винятковість: британський метеоролог Скотт Дункан вважає, що зростання температурних показників в регіоні будуть спостерігатися частіше. І наслідки таких процесів треба зрозуміти. Фахівці програми моніторингу та оцінки Арктики (АМАР) схиляються до думки, що такі температурні зміни в регіоні в майбутньому можуть викликати суттєві наслідки для планети (підняття рівня океану).

Сучасне реформування освітньої ланки не завжди витримує вимоги ринку. По-перше, підготовка висококваліфікованих фахівців вимагає оновлення матеріально-технічної бази навчального процесу, наявності ліцензованих продуктів програмного забезпечення, зростання ролі особистісної траєкторії навчання студента, професійних компетентностей, що потребує нових підходів до методів та форм освітнього процесу.

По-друге, впровадження ступеневої вищої освіти вплинуло на практичну підготовленість кваліфікованих фахівців, оскільки раніше високу практичну підготовку мали випускники технікумів, а науково-теоретичну підготовку – випускники вищих навчальних закладів. Також через остаточний принцип фінансування гідрометеорологічної галузі спостерігається зменшення кількості молодих фахівців, які б мали подальшу професійну зацікавленість. Існуючі Стандарти вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 103 «Науки про Землю» та 106 «Географія» гідрометеорологічну ланку представляють узагальнено. У першому випадку Стандарт вищої освіти України спрямований на «природні та антропогенні об'єкти, процеси та явища у геосферах у взаємозв'язку, перетвореннях і розвитку у просторі і часі» [1], у другому випадку – на «природно- та суспільно-географічні комплекси, їх складові у взаємозв'язку, просторові процеси й форми територіальної організації» [2]. Отже, об'єктом дослідження виступає Земля, її біосфера. Сьогодні гідрометеорологічна діяльність представлена сучасними інформаційними продуктами (дані з автоматизованих метеорологічних станцій, радіолокаційні та супутникові, програмні продукти) і повинна мати чітку спрямованість від простого спостерігача до висококваліфікованого фахівця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стандарт вищої освіти України першого (бакалаврського рівня), зі спеціальності 103 Науки про Землю // <https://osvita.ua/doc/files/news/646/64669/5cee75f10a809897240461.pdf>
2. Стандарт вищої освіти України першого (бакалаврського рівня), зі спеціальності 106 Географія // https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2020/07/10/106_Heohrafiya%20bakalavry.pdf

Наукове електронне видання

**ДРУГИЙ ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ З'ЇЗД**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

7-9 жовтня 2021 Одеса, Україна

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016