



УКРАЇНСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



## **ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**ПЕРШОГО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО  
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО З'ЇЗДУ  
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**  
22-23 березня 2017 р., м. Одеса, Україна

## **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**ПЕРВОГО ВСЕУКРАИНСКОГО  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО СЪЕЗДА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**  
22-23 марта 2017 г., г. Одесса, Украина

**PROCEEDINGS  
of  
FIRST ALL-UKRAINIAN  
HYDROMETEOROLOGICAL CONGRESS  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION**  
March 22-23, 2017, Odessa, Ukraine



ОДЕСА  
ТЕС  
2017

УКРАЇНСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**ПЕРШОГО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО  
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО З'ЇЗДУ  
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**  
22-23 березня 2017 р., м. Одеса, Україна

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**ПЕРВОГО ВСЕУКРАИНСКОГО  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО СЪЕЗДА  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**  
22-23 марта 2017 г., г. Одесса, Украина

**PROCEEDINGS  
of  
FIRST ALL-UKRAINIAN  
HYDROMETEOROLOGICAL CONGRESS  
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION**  
March 22-23, 2017, Odessa, Ukraine



ОДЕСА  
ТЕС  
2017

ББК 26.23

Т30

УДК 551.5:556:1

Тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду / Одеськ.держ.екол-ний ун-т. - Одеса: ТЕС, 2017. - 316 с.

В збірнику представлені тези доповідей Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, які висвітлюють основні наукові, прикладні та виробничі проблеми у сфері гідрометеорологічної діяльності, вирішення яких необхідне для забезпечення сталого економічного та соціального розвитку України в умовах змін клімату.

В сборнике представлены тезисы докладов Первого Всеукраинского гидрометеорологического съезда, которые освещают основные научные, прикладные и производственные проблемы в сфере гидрометеорологической деятельности, решение которых необходимо для обеспечения устойчивого экономического и социального развития Украины в условиях изменений климата.

The proceedings contain abstracts of papers of the First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress covering the main scientific, applied and industrial issues in the field of hydrometeorology, the solution of which is needed to ensure the sustainable economic and social development of Ukraine under climate change conditions.

Укладачі: доц. Прокоф'єв О.М., доц. Хоменко І.А.  
Орфографія та пунктуація авторів збережені.

ISBN 978-617-7337-58-3

© Одеський державний  
екологічний університет, 2017

## ЗМІСТ

### ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

|                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Адаменко Т.І.</i> Агromетeоролoгiчне забезпечення в Укрaїні.....                                                                                                                                                                                   | 14 |
| <i>Бойко В.М.</i> Інформаційно-прогностичні технології у системі оперативної гідрології в Укрaїні .....                                                                                                                                               | 16 |
| <i>Грушевський О.М.</i> Концепція розвитку освітнього процесу підготовки військових метеорологів.....                                                                                                                                                 | 18 |
| <i>Івус Г.П., Мартазінова Ф.В.</i> Короткий огляд метеорологічних досліджень в кінці ХХ-початку ХХІ століття в Укрaїні .....                                                                                                                          | 20 |
| <i>Ільїн Ю.П.</i> Роль морської гідрометеорологічної мережі Укрaїні у регіональних кліматологічних та екологічних дослідженнях .....                                                                                                                  | 22 |
| <i>Косовець О.О.</i> Центральна Геофізична Обсерваторія – головна ланка в системі гідрометеорологічних спостережень і моніторингу довкілля в Укрaїні.....                                                                                             | 24 |
| <i>Кульбіда М.І., Манукало В.О.</i> Кліматичне обслуговування в контексті проблеми зміни клімату: сучасний стан та нові виклики .....                                                                                                                 | 25 |
| <i>Манукало В.О., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г.</i> Стандартизація у сфері гідрометеорологічної діяльності – важлива складова удосконалення гідрометеорологічних спостережень та прогнозування...                                                      | 27 |
| <i>Осадчий В.І., Набиванець Ю.Б.</i> Наукова складова гідрометеорологічної безпеки Укрaїні.....                                                                                                                                                       | 29 |
| <i>Степаненко С.М.</i> Про стан та перспективи вищої гідрометеорологічної освіти в Укрaїні: уроки та пропозиції.....                                                                                                                                  | 31 |
| <i>Хільчевський В.К., Гонченко Є.Д., Лобода Н.С., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Шакірзанова Ж.Р., Ющенко Ю.С., Шерстюк Н.П., Овчарук В.А.</i> Досягнення університетської гідрологічної науки в Укрaїні та перспективи подальшого її розвитку ..... | 33 |

### СЕКЦІЯ „ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТА”

|                                                                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Монюшко М.М.</i> Гідрометеорологічна освіта в сучасних умовах.....                                                                                                                  | 36 |
| <i>Холоденко В.С., Галік О.І., Будз О.П., Косяк Д.С.</i> Про необхідність узгодження програми підготовки гідрологів в контексті басейнового принципу використання водних ресурсів..... | 38 |
| <i>Шахман І.О., Лобода Н.С.</i> Гідрометеорологічна освіта: перспективи профільного навчання.....                                                                                      | 40 |



|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Шерстюк Н.П.</b> Особливості гідрометеорологічної освіти у ДНУ ім.О.Гончара у рамках спеціальності "Науки про Землю" ..... | 42 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## СЕКЦІЯ „АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ”

|                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Shkaruba A., Kireyeu V.</b> Integration of climatic, topographic and soil data for a spatially-explicit evaluation of forests' exposure to climate change .....      | 45 |
| <b>Антоненко В.С.</b> Теоретико-методологічні засади інформаційно-фактографічного забезпечення досліджень агроєкоценозу.....                                            | 47 |
| <b>Байшоланов С.С.</b> Адаптация и применение динамической модели формирования урожая в Казахстане .....                                                                | 49 |
| <b>Барсукова О.А., Гомон А.С., Колун А.О.</b> Особливості просторово-часової мінливості врожаїв ярого ячменю в розрізі регіонів України .....                           | 51 |
| <b>Божко Л.Ю., Барсукова О.А.</b> Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вирощування ярого ячменю в Вінницькій області.....                                         | 53 |
| <b>Божко Л.Ю., Борденюк Т.С.</b> Оцінка агрокліматичних ресурсів перезимівлі озимої пшениці в степовій зоні України в умовах зміни клімату .....                        | 55 |
| <b>Вольвач О.В.</b> Перспективи виробництва біопалива з цукрових буряків в умовах зміни клімату.....                                                                    | 57 |
| <b>Глотка Д.В.</b> Геопроцесінгова модель поєднання геоданих Globeland30 Lulc та Global Forest Change .....                                                             | 59 |
| <b>Дронова О.О.</b> Агрокліматична оцінка продуктивності озимої пшениці на території степу в умовах зміни клімату .....                                                 | 61 |
| <b>Друмов Д.В., Польовий А.М.</b> Вплив агрометеорологічних умов на розвиток лугового метелика .....                                                                    | 63 |
| <b>Жигайло О.Л.</b> Вплив змін клімату на терміни сівби та дати настання фаз розвитку соняшнику в Україні .....                                                         | 65 |
| <b>Кіріяк Ю.П., Трикоз Л.В.</b> Аналіз температурного режиму сезонів року у зоні південного степу України.....                                                          | 67 |
| <b>Кирнасівська Н.В.</b> Оцінка біокліматичної продуктивності земель Львівської області та ступінь її використання картоплею.....                                       | 69 |
| <b>Клещенко А.Д., Савицкая О.В.</b> Оценка состояния посевов и прогнозирование ожидаемой урожайности сельскохозяйственных культур с помощью спутниковой информации..... | 71 |
| <b>Колосовська В.В., Польовий А.М.</b> Оцінка впливу змін клімату на ріст, розвиток і формування врожайності гороху в лісостепу України ....                            | 73 |
| <b>Колосовська В.В., Борисовський О.</b> Кількісна оцінка впливу агрометеорологічних умов на продуктивність гороху в степу України ...                                  | 75 |

|                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Колосовська В.В., Усенко В.В</b> Моделювання процесу формування потенційного урожаю посівів кукурудзи в Вінницькій області .....                                           | 77  |
| <b>Костюкєвич Т.К.</b> Вплив змін клімату на агрометеорологічні умови вирощування кукурудзи в північному степу України.....                                                   | 79  |
| <b>Круківська А.В.</b> Загальні тенденції багаторічних змін агрогідрологічних ресурсів території України.....                                                                 | 81  |
| <b>Кузмова Калинка</b> Изменение агроклиматических ресурсов города Пловдива.....                                                                                              | 83  |
| <b>Ляшенко Г.В., Соборова О.М</b> Зв'язок якості урожаю винограду з агрометеорологічними умовами.....                                                                         | 85  |
| <b>Олексієнко І.М., Затула В.І</b> Кліматична оцінка ступеня пошкодження плодових культур заморозками на території України .....                                              | 87  |
| <b>Польовий А.М.</b> Розвиток агрометеорологічних та агрокліматичних досліджень в ОГМІ – ОДЕКУ .....                                                                          | 89  |
| <b>Польовий А.М., Ляшенко В.О.</b> Мікрокліматична мінливість врожайності винограду в межах окремих господарств.....                                                          | 91  |
| <b>Решетченко С.І., Ткаченко Т.Г.</b> Дослідження впливу агрометеорологічних умов на врожайність сільськогосподарських культур Балаклійського району Харківської області..... | 93  |
| <b>Сафаров С.Г., Гусейнов Г.М.</b> Оценка пространственно-временной изменчивости температурной амплитуды в Нахчыванской АР Азербайджанской республики.....                    | 95  |
| <b>Свидерська С.М.</b> Оцінка продукційного процесу картоплі в умовах зміни клімату в східному та західному лісостепу .....                                                   | 97  |
| <b>Синицына В.В.</b> Моделирование развития зерновых культур в период посев – всходы.....                                                                                     | 99  |
| <b>Толмачова А.В.</b> Сучасні проблеми оцінки агрокліматичних ресурсів вирощування сої різних груп стиглості в Херсонській області.....                                       | 101 |
| <b>Ярмольська О.Є., Трикоз Л.В.</b> Агрокліматична оцінка посушливих явищ в Херсонській області.....                                                                          | 103 |

## СЕКЦІЯ „ГІДРОЛОГІЯ”

|                                                                                                                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Баужа Т.О.</b> Оцінювання тенденцій середньорічної температури води та повітря в басейні Сіверського Дінця (в межах України) .....                                                                                    | 106 |
| <b>Бояринцев Є.Л., Гонченко Є.Д., Сербов М.Г.</b> Формування максимального стоку дощових паводків на малих водозборах в умовах верхнього Подніпров'я (по даних спостережень Придеснянської воднобалансової станції)..... | 108 |

|                                                                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Будз О.П., Галік О.І., Холоденко В.С., Косяк Д.С.</b> Про значення гідрометеорологічної діяльності в роботі Басейнових управлінь водних ресурсів (БУВР).....                                 | 110 |
| <b>Василенко Є.В.</b> Оцінка однорідності рядів спостережень максимальних рівнів води весняного водопілля в басейні р. Сіверський Донець .....                                                  | 112 |
| <b>Галік О.І., Будз О.П., Холоденко В.С., Косяк Д.С.</b> Застосування гідролого-генетичних методів для характеристики змін атмосферних опадів в контексті оцінки ресурсів річкового стоку ..... | 114 |
| <b>Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р., Овчарук В.А</b> Розвиток наукової школи теоретичної та прикладної гідрології в ОДЕКУ .....                                                                  | 116 |
| <b>Горбачова Л.О.</b> Просторово-часові закономірності максимального стоку води дощових паводків річок України .....                                                                            | 118 |
| <b>Гребінь В.В., Жовнір В.В.</b> Термічний режим річок басейну Південного Бугу в умовах сучасних змін клімату .....                                                                             | 120 |
| <b>Гребінь В.В., Коноваленко О.С.</b> Оптимізація методики гідрографічного районування території України відповідно до нових положень водного кодексу .....                                     | 122 |
| <b>Гриб О.М.</b> Моделювання оптимального режиму рівнів і мінералізації води Куяльницького лиману при надходженні морської води з Одеської затоки .....                                         | 124 |
| <b>Гузієнко І.А., Осадча Н.М.</b> Уточнення методики розрахунку речовинного балансу Київського водосховища .....                                                                                | 126 |
| <b>Даус М.Є.</b> Використання статистичних методів для оцінки гідрохімічних показників (на прикладі малих річок Нижнього Дністра).....                                                          | 128 |
| <b>Дідовець Ю., Сніжко С., Krysanova V., Bronstert A., Лобанова А.</b> Еколого-гідрологічне моделювання річкового стоку в умовах зміни клімату за допомогою чисельної моделі SWIM .....         | 130 |
| <b>Докус А.О., Шакірзанова Ж.Р.</b> Прогностична оцінка щорічних гідрологічних ризиків при проходженні весняного водопілля в басейні Південного Бугу.....                                       | 132 |
| <b>Дубняк С.С.</b> Еколого-гідроморфологічний аналіз біотопічної структури водоохоронної зони водосховища .....                                                                                 | 134 |
| <b>Кічук Н.С., Гопченко Є.Д., Овчарук В.А.</b> Удосконалення нормативної бази для розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків на території півдня України .....               | 136 |
| <b>Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О.</b> Характеристика паводкового режиму р. Дністер – м. Заліщики .....                                                                                       | 138 |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Колесник О.Н., Жемчужникова О.Б., Шаменкова О.И.</b>                  |     |
| Гидрометеорологический центр Чёрного и Азовского морей.                  |     |
| Современные методы гидрологических прогнозов .....                       | 140 |
| <b>Кошкіна О.В.</b> Багаторічні тенденції кліматичних чинників у басейні |     |
| р. Десна .....                                                           | 142 |
| <b>Кулібабін О.Г., Шакірзанова Ж.Р., Романова Є.О.</b> Еколого –         |     |
| економічні проблеми раціонального використання природних                 |     |
| ресурсів Придунайських озер (на прикладі озера Катлабух) .....           | 144 |
| <b>Купріков І., Сніжко С., Ободовський О.</b> Оцінка точності            |     |
| довгострокового прогнозування водного стоку гірських річок .....         | 146 |
| <b>Лобода Н.С., Божок Ю.В., Куза А.М.</b> Дослідження ролі атмосферних   |     |
| процесів у формуванні гідрологічних явищ на основі методів               |     |
| багатовимірного статистичного аналізу .....                              | 148 |
| <b>Лобода Н.С., Гопченко Є.Д., Отченаш Н.Д., Божок Ю.В.,</b>             |     |
| <b>Пилип'юк В.В.</b> Вирішення проблеми установлення характеристик       |     |
| водних ресурсів при відсутності даних спостережень в умовах              |     |
| антропогенного впливу, включаючи зміни клімату, на базі моделі           |     |
| «клімат–стік» .....                                                      | 150 |
| <b>Лузовіцька Ю.А., Осадча Н.М.</b> Оцінка самоочисної здатності         |     |
| р. Десни .....                                                           | 152 |
| <b>Морозов В.Н., Корнилов М.В.</b> Влияние гидротехнических работ по     |     |
| улучшению условий судоходства на гидрологические процессы в              |     |
| дельте Дуная .....                                                       | 154 |
| <b>Ободовський О.Г., Данько К.Ю., Почаєвець О.О.,</b>                    |     |
| <b>Ободовський Ю.О.</b> Методичні положення встановлення                 |     |
| гідроенергетичного потенціалу річок .....                                | 156 |
| <b>Ободовський О.Г., Лук'янець О.І., Рахматулліна Е.Р.,</b>              |     |
| <b>Корнієнко В.О.</b> Розподіл та узагальнення середнього річного стоку  |     |
| води річок правобережної частини Дніпра в межах України .....            | 158 |
| <b>Овчарук В.А., Гопченко Є.Д.</b> Модель формування катастрофічних      |     |
| водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату .....     | 160 |
| <b>Овчарук В.А., Гопченко Є.Д., Романчук М.Є., Бурлуцька М.Е.</b>        |     |
| Структура і параметри редукційних формул максимального стоку             |     |
| дощових паводків і весняних водопіль .....                               | 162 |
| <b>Осипов В.В., Осадчая Н.Н.</b> Использование модели SWAT для           |     |
| моделирования выноса биогенных элементов с аграрного водосбора .....     | 164 |
| <b>Погорелова М.П., Гопченко Є.Д.</b> Максимальний стік весняного        |     |
| водопілля в басейні річки Десна .....                                    | 166 |
| <b>П'яткова А.В., Світличний О.О.</b> Принципи просторового              |     |
| моделювання змиву-аккумуляції наносів на схилі на основі технології      |     |
| ГІС .....                                                                | 168 |

|                                                                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Світличний О.О.</b> Середньомасштабне геоінформаційне моделювання поверхневого стоку в рамках емпіричного підходу .....                                                                | 170 |
| <b>Тимченко В.М., Гуляєва О.А., Володько О.П., Батог С.В., Иванова Н.А.</b> Гидрологические аспекты определения интегральных показателей состояния пресноводных экосистем .....           | 171 |
| <b>Тодорова О.І., Овчарук В.А.</b> Про можливість врахування впливу підстильної поверхні при визначенні максимальних модулів схилового припливу (на прикладі річок Гірського Криму) ..... | 173 |
| <b>Траскова А.В., Овчарук В.А.</b> Максимальний стік весняного водопілля в басейні Дністра .....                                                                                          | 175 |
| <b>Хільчевський В.К., Гребінь В.В., Забокрицька М.Р., Tatiana Solovey</b> Оцінка гідрографічної мережі української частини басейну Вісли: Європейський досвід .....                       | 177 |
| <b>Христюк Б.Ф.</b> Короткотермінове прогнозування припливу води до Дністровського водосховища з урахуванням чисельного прогнозу параметрів погоди .....                                  | 179 |
| <b>Шакірзанова Ж.Р.</b> Сучасні методи гідрологічного прогнозування річкового стоку .....                                                                                                 | 181 |
| <b>Ющенко Ю.С.</b> Територіальна структура руслового процесу у басейнах річок .....                                                                                                       | 183 |
| <b>Яров Я.С., Лобода Н.С.</b> Шляхи вирішення задач оцінки гідроекологічного стану малих водотоків північно-західного Причорномор'я (на прикладі р.Барабой) .....                         | 185 |

## СЕКЦІЯ „КЛІМАТОЛОГІЯ”

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Балабух В.О., Ягодинець С.М., Самчук Є.В., Малицька Л.В., Краковська С.В., Довгаль Г.П., Лавриненко О.М.</b> Електронний атлас «Фактичні та очікувані зміни клімату в Україні» ..... | 188 |
| <b>Большаков В.Н.</b> Глобальное похолодание как возможный сценарий изменения климата в XXI веке .....                                                                                  | 190 |
| <b>Витченко А.Н.</b> Геоэкологическая оценка климата города (на примере Витебска) .....                                                                                                 | 192 |
| <b>Волошина О.В.</b> Зміни енергетичних ресурсів України в майбутньому .....                                                                                                            | 194 |
| <b>Гончарова Л.Д., Косолапова Н.І., Лютенко П.С., Климюк В.І.</b> Сучасна динаміка температурного режиму Східно-Європейського регіону в основні та перехідні сезони року .....          | 196 |

|                                                                                                                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Гончарова Л.Д., Черниченко А.В.</b> Просторово-часові зміни кліматичних ресурсів України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть .....                                                              | 198 |
| <b>Гребенюк Н.П.</b> Оцінка повторюваності відкладень ожеледі на території України в умовах сучасного клімату .....                                                                                    | 200 |
| <b>Доля В.Д.</b> Особливості мінливості метеорологічних процесів глобального масштабу (клімату) при зміні геофізичних умов (гравітаційного поля та швидкості обертання навколо своєї осі) планети..... | 202 |
| <b>Кіптенко Є.М., Козленко Т.В.</b> Вологість повітря в басейні Південного Буга в умовах сучасного клімату .....                                                                                       | 204 |
| <b>Клок С.В.</b> Сучасний стан та тенденції розподілу заморозків на території України .....                                                                                                            | 206 |
| <b>Косовець О.О., Доніч О.А.</b> Екстремальні значення температури повітря і опадів у Києві – додаткова ознака глобального потепління .....                                                            | 208 |
| <b>Косолапова Н.І., Івус Г.П., Гончарова Л.Д.</b> Характер розподілення атмосферних опадів в Одеському регіоні на початку ХХІ століття.....                                                            | 210 |
| <b>Курышина В.Ю., Волошин В.Г.</b> Энергобалансовая модель приземного слоя и её использование в задачах климатологии .....                                                                             | 212 |
| <b>Недострелова Л.В.</b> Дослідження кліматичних показників снігового покриву для Причорномор'я .....                                                                                                  | 213 |
| <b>Олійник Р.В., Нікіфорова О.В.</b> Про достовірність методики визначення середніх показників метеорологічних величин .....                                                                           | 215 |
| <b>Паламарчук Л.В., Краковська С.В., Білозерова А.К., Шпиталь Т.М.</b> Зміни поля опадів за даними регіональних кліматичних моделей в Одеській області .....                                           | 217 |
| <b>Прокоф'єв О.М., Сущенко А.І.</b> Багаторічна мінливість температурного режиму Антарктичного півострова .....                                                                                        | 219 |
| <b>Пясецька С.І.</b> Стійкість поля відкладень ожеледі категорії НЯ протягом 1961-1990, 1991-2000, 2001-2010 та 2011-2015 рр.....                                                                      | 221 |
| <b>Семенова І.Г.</b> Кліматологія сезонних посух в Україні в сучасний період .....                                                                                                                     | 223 |
| <b>Серга Э.Н., Серга И.Н.</b> Особенности формирования полей влажности в северной части Тихого океана в зимний период. Поверхность 700 гПа.....                                                        | 225 |
| <b>Сущенко А.И., Прокофьев О. М.</b> Современные изменения ветрового режима Антарктического полуострова .....                                                                                          | 227 |
| <b>Телеш И.А.</b> Прогнозный сценарий изменения комфортности климата крупных городов Беларуси .....                                                                                                    | 229 |
| <b>Тимофеев В.Є.</b> Щодо зміни клімату в районі Антарктичного півострова .....                                                                                                                        | 231 |

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Хоменко І.А.</b> Вплив змін клімату на роботу транспортної системи України на основі сценаріїв RCP 4.5 та RCP 8.5 .....                       | 233 |
| <b>Хохлов В.М., Уманська О.В., Ель Хадрі Юсеф, Замфірова М.С</b> Виявлення можливості застосування даних реаналізу в наукових дослідженнях ..... | 235 |

## СЕКЦІЯ „МЕТЕОРОЛОГІЯ”

|                                                                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Базалєєва Ю.О., Балабух В.О.</b> Внесок блокувальних процесів у формування значних добових аномалій температури та опадів в Україні .....                                                                           | 238 |
| <b>Балабух В.О.</b> Зміна екстремальних та небезпечних умов погоди, що впливають на енергетичну галузь України.....                                                                                                    | 240 |
| <b>Балабух В.О.</b> Прогнозування пожежної небезпеки за умовами погоди в Україні: недоліки та перспективи розвитку .....                                                                                               | 242 |
| <b>Грушевский О.Н., Ешану А.Е., Мищенко Н.М.</b> Влияние динамических характеристик нижнего слоя атмосферы на эволюцию низкой облачности .....                                                                         | 244 |
| <b>Дворецька І.В., Баштаннік М.П., Надточій Л.М., Олексієнко І.М., Савенець М.В.</b> Особливості застосування деяких вимог нормативних документів ЄС для оцінки якості атмосферного повітря на території України ..... | 246 |
| <b>Єшану О.Є.</b> Автоматизація обробки даних кулепілотних спостережень .....                                                                                                                                          | 248 |
| <b>Іванов С.В., Паламарчук Ю.О., Рубан І.Г.</b> Обработка данных метеорологических радаров в утифицированном формате .....                                                                                             | 250 |
| <b>Івус Г.П., Агайар Е.В., Семергей-Чумаченко А.Б., Дмитренко А.П.</b> Формування низьких струменів над півднем України у тепле півріччя...                                                                            | 252 |
| <b>Івус Г.П., Хоменко Г.В., Семергей-Чумаченко А.Б</b> Наукові школи кафедри метеорології та кліматології ОДЕКУ та їх роль в процесі підготовки спеціалістів .....                                                     | 254 |
| <b>Козленко Т.В., Кінтенко Є.М.</b> Ефективність забезпечення статистичними прогнозами високих рівнів забруднення атмосферного повітря .....                                                                           | 256 |
| <b>Кривобок О.А., Кривошеин А.О.</b> Новые технические и технологические возможности мониторинга за особо опасными явлениями погоды .....                                                                              | 258 |
| <b>Лаппо П.О., Прохареня М.И.</b> Прогноз сильных осадков на территории республики Беларусь на основе численной модели WRF 13 июля 2016 года .....                                                                     | 260 |

|                                                                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Лєсков Б.Н., Кудрявцева С.К.</b> Перший український проект зі збільшення зимових опадів і його результати .....                                                         | 262 |
| <b>Малицька Л.В.</b> Екологічний стан атмосферного повітря: аналіз потенціалу самоочищення в Україні .....                                                                 | 264 |
| <b>Мансарлійський В.Ф.</b> Адаптація та оптимізація методу прогнозу внутрішньомасової конвективної хмарності .....                                                         | 266 |
| <b>Маргарян В.Г.</b> Современное состояние и актуальные проблемы “Службы по гидрометеорологии и активному воздействию на атмосферные явления” МЧС республики Армения ..... | 268 |
| <b>Москаленко С.О., Гальперіна Т.О.</b> Перевірка на наявність «повзучої» неоднорідності в рядах метеорологічних спостережень реперної кліматичної станції Київ .....      | 271 |
| <b>Надточій Л.М., Баштаннік М.П.</b> Оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери в промислових містах України .....                                           | 273 |
| <b>Паламарчук Ю.О., Иванов С.В., Рубан И.Г.</b> Технология численного описания состояния атмосферы на основе моделирующей системы HARMONIE .....                           | 275 |
| <b>Перелыгин Б.В.</b> Принципы построения радиолокационной системы мониторинга атмосферы .....                                                                             | 277 |
| <b>Прохареня М.И.</b> Прогноз конвективных явлений на основе выходных данных численных моделей в гидрометеоцентре республики Беларусь .....                                | 279 |
| <b>Рибченко Л.С., Савчук С.В.</b> Моніторинг геліоенергетичних ресурсів України .....                                                                                      | 281 |
| <b>Самчук Є.В.</b> Проблеми та перспективи ідентифікації атмосферного блокування .....                                                                                     | 283 |
| <b>Собченко А.Ю.</b> Исследование двумерной стохастической модели ветра регионов Украины .....                                                                             | 285 |
| <b>Степаненко С.Н., Волошин В.Г.</b> Состояние метеорологического обеспечения охраны атмосферного воздуха от загрязнения в Украине ...                                     | 287 |
| <b>Сумак Е.Н., Шакур В.Н.</b> Технология составления метеорологических прогнозов в гидрометеорологической службе республики Беларусь .....                                 | 289 |
| <b>Шевченко О.Г., Сніжко С.І.</b> Урбометеорологічні та біометеорологічні дослідження з використанням сучасних технологій (на прикладі м. Києва) .....                     | 291 |
| <b>Школьный Е.П.</b> Нормальный закон распределения вектора скорости ветра в полярных координатах .....                                                                    | 293 |
| <b>Шниг В.М., Будак І.В.</b> Перехресна перевірка радіолокаційних даних та наземних спостережень щодо грози та граду .....                                                 | 295 |



|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Щеглов О.А., Мартазінова В.Ф.</b> Співвідношення екстремальних та неекстремальних опадів у місячних нормах опадів на території України ..... | 297 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## СЕКЦІЯ „ОКЕАНОЛОГІЯ”

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Берлинский Н.А., Сафранов Т.А.</b> Подходы к оценке антропогенного воздействия на шельфовую зону северо-западной части Черного моря.....                                            | 300 |
| <b>Комлев О.О.</b> Вплив рельєфу на гідрометеорологічні явища в зонах морських узбереж.....                                                                                            | 302 |
| <b>Кучеренко Н.В., Капочкіна М.Б.</b> Сучасний стан та перспективи застосування безпілотних роботизованих комплексів в гідрометеорології .....                                         | 304 |
| <b>Матыгин А.С., Попов Ю.И.</b> Гидрологические фронты северо-западной части Черного моря.....                                                                                         | 306 |
| <b>Сриберко А.В., Андрианова О.Р., Батырев А.А., Скипа М.И.</b> Методика расчета гидрофизических характеристик деятельного слоя вод Черного моря на основе спутниковой информации..... | 308 |
| <b>Тучковенко Ю.С.</b> Розробка складових національної системи морських прогнозів України.....                                                                                         | 310 |
| <b>Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С.</b> Влияние изменений климата на стратегию водного менеджмента лагун северо-западного Причерноморья .....                                              | 312 |

## **ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ**

## АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УКРАЇНІ

*Адаменко Т.І., к.с.н.*

*Український гідрометеорологічний центр*

В світовому масштабі Україна має один із найбільших потенціалів для виробництва продовольства.

Природні умови країни в цілому сприяють сільгоспвиробництву, однак постійно потребують не лише впровадження передових технологій, а й глибокого знання агрокліматичних умов місцевості, ймовірності настання різних гідрометеорологічних факторів, що впливають на урожай та інформації про те, як вони поєднуються у кожному конкретному році, сезоні, періоді, випадку. Цій потребі призначене агрометеорологічне забезпечення, яке здійснюють метеорологічні станції (М), гідрометеорологічні організації (ЦГМ, РЦГМ) та Український гідрометеорологічний центр (УкрГМЦ).

Основним завданням агрометеорологічного забезпечення є дослідження агрометеорологічного режиму території України, забезпечення агрометеорологічною та агрокліматичною інформацією сільськогосподарських органів державного і обласного підпорядкування та методичне керівництво оперативно-виробничими підрозділами і метеостанціями із агрометеорологічного розділу спостережень та робіт.

***Агрометеорологічне забезпечення органів державної влади, Мінагрополітики, організацій та відомств сільськогосподарського напрямку має такі форми:***

- декадні та річні агрометеорологічні бюлетені по Україні та областях;
- агрометеорологічні прогнози, в т.ч. врожаю та валового збору по 14 с.- г. культурах;
- огляди агрометеорологічних умов вирощування с.-г. культур та їх перезимівлі за певні періоди;
- агрокліматичні довідники та агрокліматичні атласи по території України та в розрізі областей;
- агрометеорологічні щорічники по території України і Київської області;
- оперативні інформації про фактичні агрометеорологічні умови, що склалися, про аномальні погодні умови росту і розвитку с.- г. культур, які можуть зменшити урожай .
- результати наземних обстежень та агрометеорологічні характеристики умов вегетації, перезимівлі озимих культур, багаторічних трав, плодових дерев тощо;
- поточна та багаторічна інформація про опади, запаси вологи у ґрунті, сніговий покрив, температуру ґрунту на глибині залягання вузла

кущіння, рівні залягання ґрунтових вод, прогрівання та зволоження орного шару ґрунту у весняний період, накопичення ефективного тепла тощо;

- уточнення кількісних і якісних показників про агрокліматичні та агрометеорологічні умови в Україні, в розрізі областей, окремих районів;

***Регулярні види агрометеорологічного забезпечення:***

Декадний агрометеорологічний бюлетень - основне оперативне періодичне інформаційне прогностичне видання гідрометслужби, в якому висвітлюються вплив фактичних погодних умов на ріст і розвиток с.-г. культур, вміщуються агрометеорологічні прогнози, кількісні характеристики, одержані при аналізі і прогнозі агрометеорологічних явищ. Декадні бюлетені видаються в Україні з 1921 року.

Крім декадних бюлетенів складаються агрометеорологічні прогнози, які мають завчасність 1—1,5 місяців і є важливою складовою агрометеорологічного забезпечення, основні прогнози :

- прогноз очікуваних площ озимих культур у незадовільному стані на початок весни;
- запасів продуктивної вологи в ґрунті під озиминою та на зябу на початок вегетаційного періоду;
- строків і агрометеорологічних умов цвітіння плодових дерев;
- агрометеорологічних умов росту зернових культур;
- строків досягання і умов збирання озимих і ярих зернових культур;
- строків викидання волоті та агрометеорологічних умов росту кукурудзи в період листоутворення;
- строків настання молочної стиглості зерна кукурудзи;
- агрометеорологічних умов перезимівлі озимих;
- урожайності і валових зборів озимих пшениці, жита і ячменю, ярого ячменю, вівса, кукурудзи, гречки, проса, риса, соняшнику;
- урожайних властивостей озимої пшениці.

Агрометеорологічне забезпечення на кожному рівні здійснюється відповідно до затверджених річних планів гідрометеорологічної діяльності організацій у розділі « агрометеорологічне забезпечення ».

Базою для агрометеорологічного забезпечення є матеріали метеорологічних та агрометеорологічних спостережень, які проводяться на 163 метеорологічних станціях України.

## ІНФОРМАЦІЙНО-ПРОГНОСТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СИСТЕМІ ОПЕРАТИВНОЇ ГІДРОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

*Бойко В.М., канд.геогр.наук,  
Український Гідрометцентр, м.Київ*

Водний фактор з кожним роком все більше й більше впливає на рівень розвитку суспільства, оскільки запаси водних ресурсів, ступінь їх освоєності і здатність управляти ними є однією із умов сталого соціально - економічного розвитку та екологічного благополуччя. Починаючи з 1992-93 рр. на річках України, з одного боку, зросла частота формування паводків різного генезису, в тому числі й з катастрофічними наслідками (наприклад, паводки 1993, 1998, 2001, 2008, 2010 рр.); з другого - характерними стали періоди тривалої низької водності влітку – восени з досягненням критеріїв гідрологічної посухи (1992, 2007, 2015, 2016 рр.). Одночасно спостерігається зменшення максимумів весняного водопілля, як наслідок загального потепління й скорочення зимового періоду. Ці зміни у гідрологічному режимі, сформульовані досить узагальнено, диктують необхідність розробки й впровадження сучасних інформаційно-прогностичних технологій з метою швидкого і якомога точнішого інформування про поточний та очікуваний гідрологічний режим водних об'єктів секторів економіки, залежних від водного фактору, осіб, відповідальних за прийняття рішень, а також населення.

На сьогодні система оперативної гідрології у складі гідрометслужби України складається з 9 гідрометеорологічних організацій, кожна з яких здійснює гідрологічне інформування й прогнозування у межах закріпленого крупного річкового басейну. На обласному рівні гідрологічне забезпечення здійснюють обласні центри з гідрометеорології. Основні форми інформування споживачів залишаються досить традиційними: гідрологічні бюлетені, текстові аналітичні інформації та випуски прогнозів елементів гідрологічного режиму, штормові попередження. Однак способи інформування змінюються по мірі розвитку нових інформаційних технологій і зараз активно використовується електронна пошта, сайти гідрометорганізацій, кабінет користувача УкрГМЦ, через який споживач за наданим кодом доступу може отримувати тільки йому необхідну інформацію та прогнози. Так само змін зазнали й способи передачі результатів щоденних спостережень гідрометстанцій і постів. Замість телеграфу, який більш ніж півстоліття використовували для передачі даних спостережень, зараз використовують мобільний зв'язок, Інтернет канали. Накопичення оперативних результатів спостережень, а також деяких прогностичних даних, здійснюється на серверах УкрГМЦ, до яких за відповідною технологією мають доступ всі гідрометеорологічні організації. Зокрема, на FTP сервер УкрГМЦ викладають автоматично

сформовані й оновлювані файли з гідрометданими, яких потребують методики (системи) прогнозування характеристик паводків, водопілля, льодового режиму. Програмне забезпечення цілої низки гідрологічних методик, які використовують нині в оперативній практиці, дозволяє автоматично зчитувати такі файли.

Інформування широкого загалу щодо фактичної гідрологічної обстановки та можливих її змін забезпечує сайт УкрГМЦ. Тут на сторінці «Гідрологія» є щоденно оновлювана узагальнена інформація про поточну гідрологічну ситуацію, прогнози і попередження про її зміни на кілька діб, карта з оцінкою ситуації за ступенями небезпеки, дані спостережень автоматичних гідрологічних станцій незалежно від їх відомчої належності.

Майже в усіх центрах з гідрометеорології активно використовуються сучасні інформаційні технології у вигляді Автоматизованих робочих місць оперативного гідролога (АРМГ) та Моніторингу гідрологічних явищ (АРМ Моніторингу). АРМГ розроблено спеціалістами УкрГМЦ, його технології і процедури уніфіковані, під час розробки регіональних АРМГ були враховані сфера гідрологічної відповідальності, вимоги й потреби кожного центру. У складі АРМ Моніторингу сформована інформаційно-довідкова база небезпечності гідрологічних явищ, яка постійно доповнюється. Призначення й функціонування цих АРМ викладено у статті [1].

Для прогнозування характеристик гідрологічного режиму в системі оперативної гідрології України використовуються гідрологічні моделі водно - балансового типу із зосередженими параметрами та елементами боксових моделей (розробки УкрГМІ): SNOW(прогноз талого стоку), RAIN (прогноз дощового стоку), STUFE(руслова трансформація); SLOJ (прогноз весняного стоку), які, зокрема, дозволяють оцінити прогнозовані гідрологічні величини для кількох сценаріїв розвитку погодних умов.

Загально відомо, що точність гідрологічного прогнозу значною мірою залежить від точності й детальності метеорологічного прогнозу, які можуть надати чисельні метеорологічні моделі, адаптовані до певної території чи річкового басейну. Тільки в останні роки в рамках міжнародних транскордонних проєктів для басейні Прута, Сірета і Дністра розроблена нова прогностична система, заснована на гідрологічній моделі з розподіленими параметрами та результатах чисельного метеопрогнозу WRFз кроком 3,3 x 3,3 км. У 2017 р. буде проходити її дослідна експлуатація. В разі отримання позитивних результатів – це буде значним кроком вперед в частині інформаційного, технологічного і методичного забезпечення системи оперативної гідрології в Україні.

#### ***Список використаної літератури***

1. Бойко В.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І. Використання геоінформаційних технологій в оперативній гідрометеорології // Періодичний наук. зб. – Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія–К.–2010.– В.18 -С.25–30.

## КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ МЕТЕОРОЛОГІВ

*Грушевський О.М. к.г.н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет*

Характеризуючи чинники, які матимуть найбільший вплив на навчальний процес з підготовки військових метеорологів (за спеціалізацією «Гідрометеорологічне (метеорологічне) та геофізичне забезпечення військ (сил)») у найближчій перспективі можна виділити такі:

1) доступність безперервних потоків даних, джерелами яких є датчики, суперкомп'ютери, зображення зі супутників високого розділення, а також доповнена реальність (AR);

2) збільшення у потенційних споживачів метеорологічних прогнозів можливостей для самостійного вирішення певного спектру фахових задач з використанням власних метеорологічних станцій та каналів доступу до прогностичної продукції через мобільні технології.

Цілком зрозуміло, що у оперативній роботі синоптика неухильно відбуватиметься подальше збільшення питомої ваги чисельної прогностичної продукції, яка витіснить використання звичних розрахункових методів прогнозу погоди. Це зумовлюватиме необхідність формування у курсантів в процесі навчання такої компетентності як вміння працювати (обробляти, проводити розрахунки та здійснювати візуалізацію результатів) зі значними обсягами даних, представлених у різних форматах та способах ущільнення. У свою чергу це потребуватиме спрямування процесу удосконалення матеріально-технічної бази навчального процесу на забезпечення стійкого надходження даних з декількох прогностичних центрів, наявності необхідного програмного забезпечення для їх обробки.

Вирішення типових задач діяльності у рамках навчальних занять доцільно планувати не на підготовлених вихідних даних, а на даних, які надходять у оперативному режимі. Відповідно методичне забезпечення конкретного заняття має містити посилання лише на вид інформації та способи доступу до неї, а не вихідні дані у готовому виді.

Вимоги ВМО до навчального процесу, збільшення продукції високого просторово-часового розділення очікувано потребуватиме збільшення бюджету навчального часу таких дисциплін (або розділів дисциплін) як «Мезометеорологія», «Наукастінг» та включення до навчальних планів (програм навчальних дисциплін) курсів (модулів) з Dynamical downscaling та Statistical downscaling. Ситуація ускладнюється значним відставанням від європейського та світового досвіду використання мезомасштабних даних, методів та прийомів прогнозування мезомасштабних процесів та явищ погоди, які ніколи не були систематизованою частиною нашої традиційної техніки синоптичного аналізу. Тому є актуальним завдання якнайширшого впровадження у навчальний процес вище зазначених дисциплін та розділів з паралельним розвитком їх інформаційного

забезпечення (надходження радіолокаційних даних, даних об'єктивного аналізу високого просторово-часового розділення та даних з датчиків).

Доступність чисельних даних та кількісних показників стану атмосфери (наприклад, параметри конвекції, індекси нестійкості тощо) зумовить необхідність впровадження у навчальний процес низки спеціалізованих прикладних програм, які суттєво пришвидшать аналіз поточного стану атмосфери і складання прогнозів погоди. «Готові» карти погоди поступово втратять своє значення, оскільки прогнозист, використовуючи програмне забезпечення, складатиме карти «під себе» з урахуванням вирішуваного завдання. Також підлягатимуть перегляду основні принципи фронтологічного аналізу, оскільки обсяг та характер інформації унеможливило застосування старих прийомів ідентифікації та візуалізації атмосферних фронтів. Критичні значення таких явищ як зсув вітру, бовтанка, електризація, обледеніння будуть визначатися з урахуванням типу повітряного судна та його обладнання, їх універсалізація поступово зникне. Це потребуватиме переопрацювання низки навчальних занять з урахуванням вище наведених фактів.

Навчальний процес студента за обраною траєкторією має містити перелік типових задач діяльності (проблем), навколо яких мають формуватися навчальні модулі з різних дисциплін. Це дозволить оптимізувати навчальний час шляхом відсіювання непотрібних знань та актуалізувати навчання.

Нівелювання ролі та місця синоптика у процесі розробки загального прогнозу погоди призведе до пошуку нової продукції, яка буде актуальною для населення та суб'єктів господарювання стосовно впливу погодних умов на їх діяльність. Необхідність розвитку вузькоспеціалізованої метеорології (прогнози для конкретного місцеположення, мікрокліматичні дані, вплив конкретної погоди на конкретну людину, метеорологічне забезпечення конкретних видів господарської діяльності за замовленнями тощо) поставить проблему розробки відповідного вузькоспеціалізованого програмного забезпечення, форм та способів доставки кінцевого продукту до споживача. У цьому сенсі важливого значення набуватиме міжфакультетська (міжкафедральна) інтеграція, яка у результатах навчання матиме вираз у формуванні крос-дисциплінарних компетентностей, що потребуватиме високого ступеню скорегованості і синхронізації робочих програм та навчальних планів.

На цей час залишається невідомим алгоритм дій на випадок широкого впровадження безпілотних літальних апаратів для задач метеорологічного забезпечення народного господарства. Це відкриє доступ до одержання інструментальних вимірювань метеовеличин у будь-якій точці простору в будь-який час, що може зумовити появу принципово нових даних, які не будуть частиною «загальноприйнятого уявлення» щодо розвитку та еволюції того чи іншого явища, а також потребуватиме змін у самій системі метеорологічного забезпечення як у оперативному сенсі, так і у документальному супроводженні.



## **КОРОТКИЙ ОГЛЯД МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В КІНЦІ XX-ПОЧАТКУ XXI СТОЛІТТЯ В УКРАЇНІ**

***Івус Г.П., к.геогр.н.,проф.,***

*Одеський державний екологічний університет,*

*Мартазінова В.Ф, д.ф.-м. н., проф.,*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України*

В останні 25 років оперативна, науково-дослідницька та освітня діяльність в галузі метеорології усіма службами в Україні, що проводили цю роботу, здійснювалася одночасно з процесами реформування науки, докорінної переробки форм і методів роботи.

Почався відтік висококваліфікованих кадрів (як за кордон, так і природний), виникли проблеми з оплатою комунальних та інших послуг, практично припинився випуск молодих фахівців, знизилась зацікавленість в підвищенні кваліфікації, в отриманні вченого ступеню і звання.

Для того, щоб система не обвалилася остаточно, необхідно підсумувати наявний потенціал, і на цій основі створити спробу прориву в майбутнє. Природно, для реалізації майбутніх планів потребуються надзвичайні зусилля з розвитку ініціативи, підприємливості, інтенсифікації праці і підвищення її продуктивності.

Науково-дослідні роботи в Україні у галузі метеорології в основному виконуються в УкрГМІ ДСНС України та НАН України ОДЕКУ МОН України та Київським національним університетом імені Т. Шевченка за наступними напрямками:

- теоретичні дослідження, моделювання і моніторинг глобальної циркуляції атмосфери;
- дослідження погодоутворюючих процесів синоптичного масштабу;
- дослідження регіональних і мезометеорологічних гідродинамічних процесів.

Розроблені і впроваджені у практику гідрометеослужби України та інших організацій нові фізико-математичні моделі: довгострокового прогнозу (ДПП), рівня озону в атмосфері, процесів перенесення і розсіювання забруднень в нижньому шарі атмосфери, розвитку конвекції в денний час при поглинанні аерозолями сонячної радіації.

У відділі кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди УкрГМІ під керівництвом д.ф.-м. н.Мартазінової В.Ф. продовжуються роботи по вирішенню однієї з найважливіших проблем метеорології – розвитку методів ДПП. Метод ДПП з деталізацією за погодними умовами усередині прогнозованого місяця впроваджено в оперативну практику по

території України; інші моделі проведено в Антарктиці. По цій тематиці захищено 1 докторську та 7 кандидатських дисертацій.

На кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ, яку очолює проф., к. геогр. н. Івус Г.П., наукові роботи стосуються:

- проблем дослідження умов утворення та прогнозування небезпечних явищ на території України в умовах змін клімату; захищено 10 кандидатських дисертацій;
- розв'язання наукової проблеми, щодо визначення посухи, як комплексного явища, яке формується під дією відповідного температурно-вологісного режиму в умовах певних циркуляційних атмосферних процесів (роботи д.геогр.н. Семенової І.Г.);
- розробки науково-прикладного напрямку завдань, діагнозу і прогнозу мезомасштабної атмосферної циркуляції та розсіювання домішок над територією України у граничному шарі атмосфери (д. ф.-м. н. проф. Степаненко С.М., к.геогр.н., доц. Волошин В.Г. та їх учні);
- виявлення нелінійної взаємодії між головними глобальними структурами (Арктичні, Південні та Антарктичні коливання) віддалених зв'язків, що дозволяє їх використання для моделювання клімату як системи динамічних осциляторів (д.геогр.н., проф. Хохлов В.М. та його учні);
- дослідження особливостей циркуляційних процесів у високих широтах південної півкулі та їх зв'язку з процесами в океані та змінами за часом загальної концентрації озону, а також відгуків аномалій характеристик клімату східно-європейського регіону на процеси взаємодії в системі атмосфера-океан (д.т.н., проф. Школьний Є.П. та його учні).

Робота членів колективу під керівництвом д.геогр.н. Іванова С.В. у провідних світових наукових центрах і участь в міжнародних проектах по програмах Enviro-HIRLAM і HARMONIE в співпраці з провідними Європейськими оперативними центрами (ECMWF, FMI, DMI) дозволили провести комплексні та системні дослідження в області чисельного моделювання фізики і динаміки атмосферних процесів.

Дослідження науковців в КНУ ім. Т. Шевченка д.ф.-м.н., проф. Міліневського Г.П., к.ф.-м.н. Грицай А.В., та к.ф.-м.н. Євтушевського О.М. стосуються змін загального вмісту озону в атмосфері антарктичного регіону та середніх широт північної півкулі, в тому числі в Україні.

Виявлені часові відмінності в розвитку річного циклу озону та їх зв'язок з аномаліями атмосферної циркуляції у тропосфері та стратосфері.

## **РОЛЬ МОРСЬКОЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ У РЕГІОНАЛЬНИХ КЛІМАТОЛОГІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

***Ільїн Ю.П., д.г.н.***

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС і НАН України*

Основою інтегрованого управління прибережною смугою моря є урахування змін клімату та екологічного стану задля сталого соціально-економічного розвитку. Важливим постійно діючим джерелом відповідної інформації в Україні, є морська та гирлова мережа гідрометеорологічних спостережень.

На узбережжі Чорного та Азовського морів, у протоках і морських гирлах річок Україна має загалом 36 пунктів регулярних спостережень, з яких 22 - морські станції з 8-строковими метеорологічними спостереженнями і 19 морських постів (5 у складі станцій), що виконують гідрологічні спостереження 2-4 рази на добу. 8 закладів морської і гирлової мережі виконують планові експедиційні роботи у прибережних акваторіях. Відбираються проби води та донних осадів для визначення їхнього хімічного складу і оцінки вмісту забруднюючих речовин.

На сьогодні (після анексії Криму) морська гідрометеорологічна мережа України налічує 22 підрозділи (10 станцій, 12 постів). Спостереження за якістю морських вод прибережної смуги проводять 6 закладів мережі у північно-західній частині Чорного моря і на північному узбережжі Азовського моря.

Не дивлячись на значну застарілість технічних засобів, система морських спостережень України дозволяє проводити на високому рівні дослідження гідрометеорологічного режиму морів та його трансформацій в умовах глобальних змін клімату. На основі даних морської мережі створено довідникові посібники щодо сучасного гідрометеорологічного режиму морів [1, 2] та відповідні розділи атласів [4]. Виконано цикл робіт щодо аналізу кліматичних змін гідрометеорологічного режиму узбережжя та дослідження впливу змін клімату на фундаментальні океанологічні процеси у Чорному та Азовському морях [3]. Дані гирлових та морських берегових спостережень є базою діючої методики довготривалого моніторингу водного балансу цих морів [5].

Дані експедиційних досліджень у прибережній смузі лягають в основу щорічників якості вод морів та гирлових областей за гідрохімічними показниками, національних доповідей про стан довкілля, використовуються для наукового аналізу екологічного стану морів та їхніх регіонів (наприклад, [7]).

Стале функціонування морської гідрометеорологічної мережі дозволить і у подальшому, окрім обслуговування споживачів оперативною

інформаційною продукцією, забезпечувати гідрометеорологічні та екологічні дослідження прибережної смуги морів. Для цього необхідно на державному рівні вирішити головні проблеми – фінансування поточної діяльності мережових підрозділів, технічне переоснащення та забезпечення кваліфікованими кадрами.

Одним з напрямків подолання проблеми застарілого обладнання є упровадження автоматизованих вимірювальних комплексів для берегових станцій і малих експедиційних суден, які, незважаючи на фінансові та інші труднощі, виконують регулярний моніторинг прибережної смуги морів. Досвід експериментальної експлуатації таких комплексів у типових умовах морської гідрометеостанції узагальнено в роботі [6].

### *Список використаної літератури*

1. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море / [Ю.П. Ильин, В.В. Фомин, Н.Н. Дьяков, С.Б. Горбач]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. – 402 с.
2. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море / [Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. и др.]. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. – 421 с.
3. Ільїн Ю.П. Кліматичні зміни гідрометеорологічного режиму морів України // Автореф. дис. ... доктора геогр. наук / спец. 11.00.09 «Метеорологія, кліматологія, агрометеорологія». – К: КНУ ім. Т.Шевченка, 2016. – 32 с.
4. Ільїн Ю.П., Белокопитов В.М., Долотов В.В. та ін. Розділ 3: Кліматичні умови // Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів. – К.: Держгідрографія, 2009. – С. 59-87.
5. Ильин Ю.П., Симов В.Г., Репетин Л.Н. Проблемы и перспективы мониторинга водного баланса Черного и Азовского морей // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. - Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. – Вып. 22. – С. 171-181.
6. Репетин Л.Н., Ильин Ю.П., Зима В.В., Долотов В.В. Экспериментальная автоматизированная система гидрометеорологических измерений и обработки данных для береговых станций // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. – Вып. 12. – С. 506-524.
7. Oil spill accident in the Kerch Strait in November 2007 / A. Korshenko, Y. Ilyin, V. Velikova (eds.) // Black Sea Commission Publications. – Moscow: Nauka, 2011. – 288 p.

**ЦЕНТРАЛЬНА ГЕОФІЗИЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ – ГОЛОВНА  
ЛАНКА В СИСТЕМІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ  
СПОСТЕРЕЖЕНЬ І МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ В УКРАЇНІ**

***Косовець О.О.***

*Центральна геофізична обсерваторія*

Згідно з Положенням Центральна геофізична обсерваторія у межах своїх повноважень бере участь у реалізації державної політики у сфері гідрометеорологічної діяльності і є головною гідрометеорологічною організацією з питань методичного керівництва стосовно здійснення спостережень, у т. ч. приземних метеорологічних, геліогеофізичних, аерологічних, гідрологічних (річкових, озерних), спеціалізованих гідрометеорологічних спостережень та спостережень за хімічним та радіоактивним забрудненням навколишнього природного середовища на базовій мережі, а також експедиційних досліджень з вивчення гідрометеорологічних явищ, здійснення топографічних робіт.

Законодавчою підставою діяльності ЦГО є стаття 12 Закону України «Про гідрометеорологічну діяльність».

В обсерваторії функціонують шість основних методико-виробничих підрозділів, які обробляють і узагальнюють інформацію з гідрометеорології та моніторингу забруднення довкілля: відділ метеорології (з 1855 р.) – ровесник обсерваторії, відділ гідрології і державного водного кадастру (з 1927 р.), відділ кліматології (з 1928 р.), відділ спостережень за станом хімічного забруднення (з 1973 р.), відділ інформації про стан забруднення природного середовища (з 1973 р.), відділ радіаційно-екологічного контролю (з 1986 р.). У 1995 р. в складі обсерваторії створено галузевий державний архів матеріалів гідрометеорологічних спостережень. Це єдиний в Україні спеціалізований архів, в якому зберігається унікальна інформація про минулий та сучасний стан довкілля України за його кількісними і якісними показниками.

Методико-виробничі відділи обсерваторії випускають щомісячники і щорічники, кліматичні довідники, які широко використовуються в наукових дослідженнях та господарській діяльності. Центральна геофізична обсерваторія з 1992 року бере активну участь у підготовці національної доповіді про стан довкілля в Україні.

Колектив Центральної геофізичної обсерваторії працює над вирішенням нових завдань, які постають у зв'язку з євроінтеграцією України, одночасно сподіваючись на утворення окремого органу державної виконавчої влади у сфері гідрометеорології та моніторингу забруднення довкілля Держгідрометмоніторинг.

## КЛІМАТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ В КОНТЕКСТІ ПРОБЛЕМИ ЗМІНИ КЛІМАТУ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА НОВІ ВИКЛИКИ

*Кульбіда М.І., к. геогр. н.<sup>1</sup>, Манукало В.О.<sup>2</sup>, к. техн. н.*

<sup>1</sup> *Український гідрометеорологічний центр ДСНС України,*

<sup>2</sup> *Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та  
НАН України*

**Вступ.** Адаптація суспільства до негативних наслідків зміни глобального та регіонального клімату відноситься до найбільш актуальних проблем, що постала перед людством в ХХІ столітті.

Для розроблювання ефективних адаптаційних заходів велике значення має науково – обґрунтована інформація про стан кліматичної системи, оцінка впливу зміни клімату на природні ресурси та господарську діяльність людини. З метою «...забезпечення кращого управління ризиками, пов'язаними із коливанням та зміною клімату та адаптації до зміни клімату шляхом розвитку та включення науково – обґрунтованої інформації та прогнозу в планування, політику та практику...» в 2009 році на Всесвітній кліматичній конференції було схвалено Глобальну рамкову основу для кліматичного обслуговування (далі - ГРОКО).

Структурно ГРОКО складається з п'яти складових(напрямків діяльності): платформи взаємодії з користувачами; інформаційної системи кліматичного обслуговування; компоненти спостережень та моніторингу; компоненти досліджень, моделювання та прогнозування; компоненти зміцнення потенціалу. Основою функціонування ГРОКО є продукція та послуги (інформація, прогнози, попередження, результати досліджень тощо), які надають національні гідрометеорологічні служби.

**Метою доповіді** є розгляд сучасного стану та проблемних питань кліматичного обслуговування в Україні та формулювання можливих напрямків підвищення ефективності цього напрямку діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Зараз гідрометеорологічна служба функціонує у складі ДСНС України. Крім організацій, які здійснюють гідрометеорологічні спостереження, прогнозування та забезпечення, у складі служби є Український гідрометеорологічний інститут – головна науково-дослідна установа України з питань гідрометеорології.

Гідрометеорологічною службою вживаються системні заходи щодо удосконалення обслуговування (в тому числі – кліматичного) споживачів: досліджуються потреби в продукції та послугах з боку державних структур, приватного сектору та населення; розширюється перелік продукції та удосконалюється форма надання послуг; вживаються заходи з технологічного переоснащення служби; здійснюються комплексні наукові дослідження сучасного клімату та розроблюються проєкції його змін в майбутньому; ініціюються проведення міждисциплінарних досліджень,

спрямованих на розроблювання секторальних рекомендацій з адаптації; здійснюється міжнародне співробітництво з зарубіжними гідрометеорологічними службами та закордонними науковими центрами.

Однак, потреби сьогодення висувають нові вимоги та стандарти до рівня кліматичного обслуговування, що вимагає вирішення низки нормативно-правових, інституційних, технологічних, методологічних, наукових та фінансових питань.

*Нормативно-правові.* Доцільно включати положення щодо удосконалення кліматичного обслуговування в Україні на національному, регіональному та місцевому рівнях в усі нормативно-правові акти, які приймаються в Україні з питань зміни клімату.

*Інституційні.* Недосконала вертикаль управління гідрометеорологічними організаціями, що існує у теперішній час, не дає останнім можливості оперативно вирішувати проблемні питання, у тому числі, пов'язані з розвитком кліматичного обслуговування.

*Технологічні.* Слід здійснити технологічне переоснащення багатофункціональної системи гідрометеорологічної служби – від первинних вимірювачів до надання кінцевого продукту у вигляді рекомендацій, які можна використовувати для прийняття управлінських рішень в політичній, економічній, соціальній та екологічній сферах.

*Наукові.* В оцінюванні наслідків зміни клімату залишається низка невизначеностей. Це вимагає продовження комплексних досліджень зазначеної проблеми. Найбільш оптимальною організаційною формою таких досліджень може стати цільова Програма кліматичних досліджень, у реалізації якої зможуть взяти участь профільні наукові та навчальні заклади.

*Методологічні.* Споживачі недостатньо ефективно використовують гідрометеорологічну продукцію. Вирішення цієї проблеми можливо шляхом проведення міждисциплінарних досліджень з розроблювання рекомендацій з підвищення ефективності гідрометеорологічного обслуговування.

*Фінансові.* Вирішення окреслених питань передбачає відповідне фінансування, забезпечити яке лише за рахунок бюджетних коштів в сучасних економічних умовах буде дуже складно. Як можливе рішення, слід розглядати опрацювання питання отримання довгострокового кредиту в міжнародних фінансових організаціях та фінансової допомоги з боку окремих країн у рамках проектів технічної допомоги. Роботи з цього напрямку з урядовими структурами, окремими відомими фірмами - виробниками гідрометеорологічної техніки із США та Фінляндії вже розпочато.

## СТАНДАРТИЗАЦІЯ У СФЕРІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – ВАЖЛИВА СКЛАДОВА УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

*Манукало В.О., к. техн. н., Ковальська Л.Г., Митник Т.Г.  
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України  
та НАН України*

**Вступ.** На гідрометеорологічну діяльність розповсюджується дія законодавства України, яке врегульовує питання розроблення та впровадження стандартів, технічних регламентів, інших нормативних документів у відповідній сфері діяльності.

Питання стандартизації в галузі метеорології, кліматології та гідрології на міжнародному рівні є важливим напрямків діяльності Всесвітньої метеорологічної організації. Так, в Конвенції ВМО відмічається, що однією з цілей організації є «...сприяти стандартизації метеорологічних та інших пов'язаних спостережень, та забезпечити уніфіковане видання даних спостережень і статистичних даних».

Пріоритетним завданням гідрометеорологічної служби України є впровадження нових технологій спостережень, прогнозування та забезпечення. Це вимагає розроблювання відповідних стандартів, інших нормативних документів (далі - НД), які регулюють всі технологічні ланки гідрометеорологічної діяльності – від первинних вимірювань до забезпечення споживачів продукцією та послугами. Головним розроблювачем НД протягом останніх 20 років є Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України.

**Мета доповіді** - представити результати роботи з розроблювання НД та окреслити нові завдання з огляду на прийняття Закону України «Про стандартизацію», який набув чинності в січні 2015 року.

**Виклад основного матеріалу.** Розроблювання НД здійснювалось в УкрГМІ у рамках планової наукової тематики на підставі:

- перспективних планів підготовки НД у галузі гідрометеорології;
- відповідних річних планів, сформованих на підставі перспективних планів, з уточненням першочергових потреб служби.

Для забезпечення досліджень було створено невеликий науковий колектив, який до 2014 р. очолював д. техн. н., проф. Максимов В.С. До досліджень залучались також наукові працівники структурних підрозділів УкрГМІ, а також висококваліфіковані фахівці гідрометеорологічних організацій, які є методичними центрами з окремих напрямків діяльності.

За зазначений період було розроблено:

- 18 державних та галузевих стандартів на терміни та визначення основних понять в окремих розділах гідрометеорології, а також з питань,



що визначають загальний порядок розроблення НД у сфері гідрометеорологічної діяльності;

- 25 НД, що регламентують проведення спостережень, включаючи питання метрології, а також проведення вимірювань та лабораторного контролю за параметрами забруднення природного середовища;

- шість НД, які впорядковують порядок та форми забезпечення користувачів гідрометеорологічною інформацією, прогнозами та попередженнями;

- три НД, що врегульовують правила безпеки та охорони праці під час проведення гідрометеорологічних спостережень і робіт;

- один НД з оцінювання економічної ефективності гідрометеорологічної інформації та прогнозів та впровадження економічних важелів у діяльність гідрометеорологічної служби;

- пакет НД із системи управління якістю метеорологічного обслуговування авіації, який нараховує одну настанову, п'ять процедур, сім методик та дві інструкції.

Усі НД у встановленому порядку впроваджено в діяльність гідрометеорологічних організацій.

В 2017 році завершується розроблювання ще трьох НД.

Новий етап зі створення НД у сфері гідрометеорологічної діяльності розпочався з прийняттям нового Закону України «Про стандартизацію». Закон розроблено з метою удосконалення правових та організаційних засад національної стандартизації та приведення її у відповідність з європейською моделлю. Згідно з цим законом, протягом 15 років центральні органи виконавчої влади мають переглянути чи скасувати свої галузеві НД, прийняті до набрання чинності цього закону, а також стандарти колишнього СРСР.

Введення в дію цього закону вимагає перегляду організаційних та методичних засад роботи із створення НД у сфері гідрометеорологічної діяльності. Законом надано більші права суб'єктам стандартизації у формуванні власної політики в цій галузі, зокрема, щодо визначення рівнів нормативних документів, тобто, віднесення їх до національних, які слід надавати на затвердження національному органу із стандартизації, або – до таких, які може приймати певна організація, визначена центральним органом виконавчої влади, який реалізує державну політику у сфері гідрометеорологічної діяльності.

Зараз наказом директора Українського гідрометцентру створено робочу групу із представників управління гідрометеорології ДСНС України, Українського гідрометцентру, Центральної геофізичної обсерваторії, УкрГМІ, яка повинна сформувати перспективний план перероблювання НД та підготувати пропозицій щодо організації в цілому подальшої роботи з цього важливого напрямку гідрометеорологічної діяльності.

## **НАУКОВА СКЛАДОВА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ**

*Осадчий В.І., д.геогр.н, чл.-кор. НАН України,*

*Набиванець Ю.Б., к.геогр.н.,*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Термін «гідрометеорологічна безпека» майже 20 років вживається фахівцями-метеорологами, кліматологами та гідрологами не тільки нашої держави. По суті «гідрометеорологічна безпека» – це стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави від впливу небезпечних природних явищ, негативних проявів зміни клімату.

Уже сам цей термін вказує на важливу роль у державі організацій, робота яких пов'язана з гідрометеорологічною діяльністю та достатньо повно охоплює увесь спектр завдань, вирішення яких спрямоване на своєчасне отримання надійної та вичерпної інформації, прогнозів, попереджень про небезпечні та стихійні метеорологічні та гідрологічні явища, зміни стану довкілля та слугує у якості інформаційного базису для прийняття управлінських рішень, своєчасної організації робіт із забезпечення безпеки життя, захисту майна населення та недопущення чи мінімізації можливих економічних збитків.

Успішне вирішення зазначених завдань можливе лише за наявності у державі надійно функціонуючої системи отримання, передачі, обробки та розповсюдження гідрометеорологічної інформації. Цілком очевидно, що кожен із цих сегментів повинен бути забезпечений як сучасним матеріально-технічним потенціалом, так і інтелектуальною складовою. Тільки таке поєднання надає можливість ефективної реалізації покладених на систему гідрометеорологічного забезпечення завдань, причому практично в неперервному режимі часу та з урахуванням міжнародних зобов'язань України.

Слід зазначити, що гідрометеорологічна галузь – це одна з найбільш наукоємних галузей діяльності людства. Свідченням цього є обсяги фінансування, які залучаються до забезпечення гідрометеорологічної діяльності. Так у 2013 році на потреби Національної Служби Погоди США (включаючи оперативну та наукову діяльність) було виділено понад 900 млн доларів. Річний бюджет Німецької Служби Погоди складає близько 100 млн євро. Загалом заради забезпечення комфортності життя людей та збереження їхнього майна витрачаються величезні ресурси, розробляються відповідні технології, включаючи системи дистанційного зондування Землі та атмосфери, потужні програмно-моделюючі та прогностичні комплекси для моделювання геофізичних процесів, які відбуваються на суші, в океанах та атмосфері.

Проте, на наш погляд, Україна, яка і досі володіє високим науковим потенціалом у галузі фізики атмосфери, метеорології, кліматології,

агromетeорoлoгії, гідрoлoгії, гідрoxімії, oкeанoлoгії, мeтeорoлoгічнoгo приладoбудувaння нe пoвнoю мірoю, тa нe eфeктивнo викopистoвує йoгo для викoнaння кoнкpeтних прикладних завдань. Крім тoгo, нeдoстaтньo викopистoвуютьcя дoсягнeння cвітoвoї гідрoмeтeорoлoгічнoї нaуки, тeхніки тa cучacні тeхнoлoгії. У тoй жe чac нaвіть нaйкpacтi poзpoбки укpaїнських вчeних-гiдpoмeтeорoлoгiв нe знaхoдять пoпиту cepeд вiтчизняних бізнecoвих кiл. Склaдaєтьcя вpaжeння, щo в цiлoму укpaїнський бізнec нe гoтoвий cприймaти тa плaтити зa iннoвaцiйнi poзpoбки в гaлузі гiдpoмeтeорoлoгії. Oднaк є й винятки. Нaуковцi УкpГМІ вжe прoтягoм кiлькoх poкiв плiднo cпiвпpaцюють з Дepжaвним пiдпpиeмcтвoм oбслyгoвувaння пoвiтрянoгo poху Укpaїни (Укpaepopух). Пpиклaдні poзpoбки iнcтитyту викopистoвуютьcя для зaбeзпeчeння бeзпeки пoльoтiв цивiльнoї aвiaцiї.

Алe, нeзвaжaючи нa вкpaй нeдoстaтню пiдтpимкy з бoкy дepжaви, пpактичнo пoвнiстю вiдcyтню cпiвпpaцю з пpивaтним cектoрoм, нaуковцям УкpГМІ cпiльнo з фaхівцями Укpaїнськoгo гiдpoмeтцeнтpу, iншими oпepaтивними гiдpoмeтeорoлoгiчними oрганiзaцiями тa iз зaлyчeнням мiжнaрoдних oрганiзaцiй вдалoсь в oстaнні poки впpoвaдити ряд висoкoтeхнoлoгiчних poзpoбок для пpoгнoзувaння пoгoди, aгpoмeтeорoлoгiчних умoв, cтихійних мeтeорoлoгiчних явищ, гiдpoлoгiчнoгo рeжиму рiчoк, вiтpoхвильoвих пpoцeciв y Чopнoмy тa Aзoвськoмy мoрях тa iн. Зoкpeмa poзпoчaтo cтвopєння тa впpoвaджeння y пpактичнy дiяльнiсть нoвих мeтoдик гiдpoлoгiчнoгo пpoгнoзувaння зacнoвaних нa кoмбiнoвaнoмy викopистaнні мeзoмaсштaбних мoдeлeй пpoгнoзу пapaмeтpів пoгoди. У 2016 poцi, poзoм зi cпeцiалiстaми кoмпaнії Earth Networks (CША), учeними УкpГМІ тa фaхівцями Укpaїнськoгo гiдpoмeтцeнтpу в Укpaїні бyлa cтвopєнa cистeмa пpoгнoзувaння тa фiкcaцiї тaких нeбeзпeчних пpиpoдних явищ, пoв'язaних c кoнкeктивними пpoцecaми y aтмoсфepi, як гpoзи, блискaвки, шквaли, зливи, гpaд. Зaзнaчeнa cистeмa зaбeзпeчує мoжливiсть oтpимaння в рeжимi рeaльнoгo чacу iнфoрмaцiї щoдo їх зapoджeння тa poзвиткy. Bажливим тaкoж є мoжливiсть aнaлізу тa пpoгнoзувaння цих явищ y чacі тa пpoстopі.

Тaким чинoм мoжнa cпoдiвaтись, щo зaзнaчeні poбoти cтaнуть пoчaткoм вiдрoджeння eфeктивнo дiючoї cистeми нaцioнaльнoгo гiдpoмeтeорoлoгiчнoгo пpoгнoзувaння, cпpямoвaнoї в тoмy числi i нa зaбeзпeчeння гiдpoмeтeорoлoгiчнoї бeзпeки Укpaїни. Пpи умoвi збiльшeння фiнaнcyвaння нa гiдpoмeтeорoлoгiчнy дiяльнiсть, нaуку тa oсвiту тa oб'єднaння зycиль вiтчизнянoї гiдpoмeтeорoлoгiчнoї нaуки, oпepaтивних пiдpoздiлiв гiдpoмeтeорoлoгiчнoї cлужби тa пpoфiльних нaвчaльних зaклaдiв ми мoжeмo poзpaхoвувaти нa тe, щo нaшa дepжaвa мaтимe cучacнy тa висoкoeфeктивнy дiючy cистeмy нaцioнaльнoгo гiдpoмeтeорoлoгiчнoгo пpoгнoзувaння, якa вiдпoвiдaтимe нaйвищим cвітoвим cтaндaртaм.

## ПРО СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИЩОЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ: УРОКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

*Степаненко С.М., професор, доктор фізико-математичних наук,  
ректор Одеського державного екологічного університету*

На структуру подготовки специалистов в любой отрасли влияют, по крайней мере, два фактора:

- структура системы образования, принятая в той или иной стране,
- структура и потребности той отрасли, в которую идут работать выпускники.

В системе высшего образования в Украине за последние 25 лет произошли кардинальные изменения, которые оказали существенное влияние на структуру подготовки специалистов в области гидрометеорологии. Какие же это изменения?

Во-первых, на смену подготовке инженеров и техников соответствующей гидрометеорологической специальности пришло ступенчатое высшее образование, в котором с сентября 2014 года нет места ни техникам, ни существовавшим на смену им младших специалистам, ни специалистам:

- бакалавра – 1-я ступень высшего образования;
- магистр – 2-я ступень высшего образования.

В Закон «О высшем образовании» существует еще и такая ступень высшего образования как «младший бакалавр», но что это и как его готовить пока никто не знает. Как и неясна судьба младших специалистов, которым уготована дорога в профессионально-техническое образование, финансируемое из местных бюджетов.

Естественно, что такие кардинальные изменения в подготовке специалистов гидрометеорологического профиля должны быть соотнесены с требованиями ВМО по подготовке специалистов.

Во-вторых, исчезла узкопрофессиональная гидрометеорологическая подготовка специалистов в техникумах и в вузах, которая создавалась в Украине на протяжении последних 80-100 лет и которой по праву можно было гордиться. С 2015 года направление подготовки «Гидрометеорология» и соответствующие ей семь специальностей включены в объединенную с направлением «Геология» единую специальность «Науки о Земле» при молчаливом безучастии соответствующих правительственных структур. К сожалению, не оказал никакого воздействия на принятые Министерством образования и науки Украины решения и Закон Украины «О гидрометеорологической деятельности»

Эти изменения неизбежно и существенно отразятся на теоретических и практических компетентностях выпускника по новой специальности «Науки о Земле», что опять же необходимо соотносить с требованиями ВМО к уровню квалификации персонала соответствующих гидрометеорологических подразделений. Начало положено для авиационных метеорологов.

В-третьих, произошли существенные сокращения объемов подготовки специалистов по гидрометеорологическим специальностям. Только за последние несколько лет объемы приема упали в десятки (!) раз. И пока никто не анализировал адекватность этих новых объемов кадровым потребностям гидрометслужбы.

В-четвертых, практически отсутствует система распределения выпускников-гидрометеорологов. Не более 2-5% из них ежегодно устраиваются на работу по специальности, поэтому кадровые вакансии на местах заполняются теми, кто согласился работать на тех условиях, которые предлагает гидрометеорологические подразделения. И зачастую это люди, имеющие далекое от гидрометеорологии образование.

В-пятых, с 2016 года исчез такой вид образовательной деятельности как «переподготовка», что потребует существенной корректировки системы повышения квалификации кадров гидрометслужбы.

В-шестых, материальная база практической подготовки студентов существенно устарела, а ее обновление не финансируется государством. Финансовое положение учебных заведений не позволяет проводить закупки нового профессионального оборудования. В этих условиях выпускники не имеют достаточных практических навыков для работы с новой техникой в подразделениях гидрометслужбы.

Таким образом, кардинальные изменения структуры подготовки гидрометеорологических кадров в Украине требуют серьезного анализа их влияния на уровень работы соответствующих гидрометеорологических подразделений и незамедлительных совместных действий.

Второй составляющей факторов, существенно влияющих на структуру подготовки специалистов, является уровень и качественное влияние производства на содержание гидрометеорологического высшего образования.

К большому сожалению, можем констатировать, что пока что это влияние слишком слабое, и далее общих пожеланий дело не идет.

Очерченные выше проблемы требуют немедленной разработки стратегии кадрового обеспечения гидрометслужбы на ближайшие 10 лет.

Но гидрометслужба должна прежде сама всего определиться по целому ряду вопросов, которые и составляют ядро её кадровой политики на ближайшие 5-10 лет, ибо подготовка кадров чрезвычайно инерционная система и изменения, которые мы можем провести сейчас, скажутся в лучшем случае через 5 лет. К таким вопросам мы бы отнесли, прежде всего:

- уточнение распределения должностей, которые могут занимать в гидрометслужбе выпускники с дипломами младшего бакалавра, бакалавра, специалиста и магистра;

- определение минимального уровня теоретической и практической подготовки (набора компетентностей), который требуется от работника, занимающему соответствующую должность в службе, и, в первую очередь, для первичных должностей, которые могут занимать выпускники.

## ДОСЯГНЕННЯ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ГІДРОЛОГІЧНОЇ НАУКИ В УКРАЇНІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ЇЇ РОЗВИТКУ

*Хільчевський В.К.<sup>1</sup>, д. геогр. н., проф., Гопченко Є.Д.<sup>2</sup>, д. геогр. н., проф.,  
Лобода Н.С.<sup>2</sup>, д. геогр. н., проф., Ободовський О.Г.<sup>1</sup>, д. геогр. н., проф.,  
Гребінь В.В.<sup>1</sup>, д. геогр. н., проф.,<sup>2</sup>  
Шакірзанова Ж.Р.<sup>2</sup>, д. геогр. н., проф., Ющенко Ю.С.<sup>3</sup>, д. геогр. н., проф.,  
Шерстюк Н.П.<sup>4</sup>, д. геогр. н., проф., Овчарук В.А.<sup>2</sup>, к. геогр. н., доц.*

<sup>1</sup>*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

<sup>2</sup>*Одеський державний екологічний університет*

<sup>3</sup>*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

<sup>4</sup>*Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

Розвиток університетської гідрології в Україні – це становлення та розвиток наукових шкіл, які також сприяють підготовці університетами фахівців. Визнання наукової школи відбувається за значимістю результатів досліджень засновника школи та його учнів. Давні традиції гідрологічних досліджень існують в Одеському державному екологічному університеті, як профільному ВНЗ. Серед класичних університетів лідером вважається Київський національний університет ім. Т. Шевченка. Розвивається гідрологія у Чернівецькому національному університеті ім. Ю.Федьковича, Дніпропетровському національному університеті ім. О.Гончара, Національному університеті водного господарства та природокористування (м. Рівне). У 2015 р. КМ України реформатував спеціальності з підготовки фахівці у ВНЗ – зокрема, гідрологія як спеціалізація увійшла до спеціальності «Науки про Землю».

На кафедрі гідрології суші *Одеського державного екологічного університету* у 1950-х рр. сформувалася відома в Україні та поза її межами наукова школа теоретичної та прикладної гідрології. Засновниками цієї школи були проф. Бефані А.М. та проф. Бефані Н.Ф. На сьогодні наукову школу очолює завідувач кафедрою гідрології суші проф. Гопченко Є.Д. Основні напрями досліджень: процеси формування максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль у різних природних умовах; нормування розрахункових характеристик гідрологічного режиму річок. Під керівництвом проф. Шакірзанової Ж.Р. отримали подальший розвиток дослідження з довгострокового прогнозування стоку річок. Науковцями підготовлено 9 монографій.

Під керівництвом проф. Гопченка Є.Д. та проф. Лободи Н.С. наприкінці ХХ ст. розроблено стохастичну модель «клімат-стік» для оцінювання водних ресурсів територій в умовах антропогенного впливу. Під керівництвом проф. Лободи Н.С. (нині зав. кафедрою гідроекології та водних досліджень) вивчаються наслідки впливу змін клімату та

водогосподарських перетворень на гідролого-гідроекологічний стан водних об'єктів (участь у 4 колективних монографіях).

Гідрологічні дослідження на кафедрі гідрології та гідроекології *Київського національного університету імені Тараса Шевченка* виконуються в рамках започаткованої в 1970-х рр. проф. Пелешенком В.І. наукової школи гідрохімії та гідроекології. На сьогодні кафедру очолює проф. Хільчевський В.К., який разом з професором кафедри Ободовським О.Г. є затвердженими в університеті керівниками цієї наукової школи.

Наприкінці ХХ ст. на кафедрі були здійснені дослідження хімічного складу поверхневих вод України, матеріали яких опубліковано в «Гидрохимическом атласе СССР» (1990), а згодом увійшли до «Національного атласу України» (2007).

Під керівництвом проф. Хільчевського В.К. розроблено та апробовано методологію дослідження гідрохімії регіональних басейнових систем в умовах антропогенного впливу (опубліковано 10 монографій).

Проф. Гребенем В.В. здійснено оцінку гідрологічного режиму та водних ресурсів річок України в умовах кліматичних змін.

Методологію гідролого-екологічного аналізу руслових процесів, розроблену проф. Ободовським О.Г., реалізовано для річок України. Розроблено нові підходи до оцінки стійкості русел, руслоформувальних витрат води та екологічних аспектів прояву руслових процесів.

Наразі виконуються гідролого-гідроекологічні дослідження, пов'язані з імплементацією положень Водної рамкової директиви Європейського Союзу у практику водного господарства України (Гребінь В.В., Ободовський О.Г., Хільчевський В.К.).

На кафедрі гідрометеорології та водних ресурсів *Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича* під керівництвом проф. Кирилюка М.І. оцінено водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат та виконуються дослідження теоретичних, методичних та прикладних питань руслових процесів річок басейнових систем Карпато-Подільського регіону (керівник – зав. кафедрою, проф. Ющенко Ю.С.).

Кафедрою гідрометеорології та геоекології *Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара* досліджено особливості гідрохімічних процесів у техногенних і природних водних об'єктах Кривбасу, виконується оцінка техногенного впливу на екосистеми річок регіону (проф. Шерстюк Н.П.).

На кафедрі водогосподарської екології, гідрології та гідравліки *Національного університету водного господарства та природокористування* під керівництвом акад. НААН України Яцика А.В. розроблено положення управління водними ресурсами та їх використання, здійснюється комплексна екологічна оцінка водних ресурсів.

**секція**

**„ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА  
ОСВІТА”**



## **ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТА В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

*Монюшко М.М., к.геогр.н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет*

Головна увага у доповіді приділяється питанням навчання і професійній підготовці кадрів у сфері гідрометеорології і суміжних з нею областей. Одеський державний екологічний університет є провідним ВНЗ в системі вищої гідрометеорологічної освіти України і складає основу професійної підготовки кадрів для Українського гідрометеорологічного центру Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Дуже важливо, щоб вищі навчальні заклади, пов'язані з гідрометеорологією, були в курсі тих компетенцій, які потрібні метеорологам, океанологам і гідрологам на виробництві в сучасних умовах, і забезпечували наявність у викладачів навчального закладу необхідних спеціальних знань і досвіду з предмета вивчення і в питаннях навчальної підготовки. Це також відноситься і до інших сторонніх організацій, які забезпечують навчання для гідрометеорологів.

У зв'язку з розвитком інформаційних можливостей, методів і технологій гідрометеорологічного прогнозування, використанням даних космічного моніторингу Світового океану, в сучасних умовах виникає необхідність формування гнучкої розподіленої системи безперервної освіти. За допомогою такої системи людина може мати доступ до світових ресурсів інформації і баз даних, безперервно протягом життя підвищувати рівень своїх знань та професійні навички, бути професійно мобільним і творчо активним.

Успіх досліджень погодно-кліматичних умов та закономірностей їх змін в екосистемі Земля залежить від того, наскільки вірно встановлені зв'язки океанологічних процесів з атмосферними та літосферними процесами. Тому, при підготовці і підвищенні кваліфікації кадрів у сфері гідрометеорології дуже важливо впровадження інноваційних методів в освітній діяльності, в тому числі дистанційних, з метою удосконалення системи освіти та розширення можливостей. Розвиток технологій та комп'ютерних засобів навчання змінює способи отримання знань і змушує серйозно переосмислити звичний підхід до навчального процесу. Нові технології з застосуванням ІТ (дистанційні і онлайн-курси, симулятори (тренажери) дозволяють зробити освіту більш індивідуальною, процес навчання може досить легко адаптуватися до запитів конкретного учня і його особистим особливостям. Можна вибрати формат навчання і його темп, сконцентруватися на дуже вузькій темі або навпаки, швидше пройти програму. Все це дає нові можливості не просто засвоєння знання, але й розвиває вміння працювати з інформацією, краще концентруватися і

вирішувати складні творчі та аналітичні завдання, що важливо для роботи, наприклад, синоптика в стресових умовах. Освіта, особливо для студентів та дорослих, стає все більш предметною і практико-орієнтованою [1].

У доповіді детально приділяється увага відкритим освітнім ресурсам для надання більш широких можливостей навчання, а також для створення спільного освітнього контенту більш високої якості. Розглянуто різні ресурси он-лайн навчання в галузі гідрометеорології, у тому числі і для розробки і проведення навчання. Освітніх ресурсів дуже багато, в даній публікації хотілося б відзначити декілька з них, які мають величезний і дуже цінний ресурс для спеціалістів у сфері гідрометеорології. Одним з таких доступних ресурсів є MetED\_Education&Training, де представлені різноманітні заняття та курси різних рівнів складності залежно від професійних навичок фахівця. Дані курси розкривають різні теми з авіаційної метеорології, ЧПП, синоптики, супутникової метеорології, гідрології, прогнозування стану окремих елементів режиму моря і супроводжуються завданнями як всередині самих уроків, так і після проходження кожного з них. За підсумками тестування на електронну пошту надсилається сертифікат. Eumetcal (European Virtual Organization for Meteorological Training) є найбільшим міжнародним проектом он-лайн навчання супутникової метеорології і не тільки, для професійних метеорологів в Європі і в Світі. Командою Eumetcal були запропоновані перші погодні симулятори (тренажери) для метеорологів, які є потужним інструментом навчання і дуже гнучким у тому, що синоптики можуть проходити на тренажері як самостійне навчання, так і тестування за допомогою викладача-спеціаліста по симуляторам для виявлення областей, де синоптику необхідно пройти додаткове навчання. Одним з найбільших і цінних ресурсів в області океанографії є Національний центр США інформації про довкілля (National Centers for Environmental Information (NCEI)) спільно з Світовим центром даних (WDC) по обміну океанографічними даними. Також SeaDataNet, яка розробила ефективну інфраструктуру з управління морськими даними і різноманітні наборами даних, отриманих з натурних і дистанційних спостережень в морях і океанах.

Таким чином, в даний час існує величезна кількість сучасних інформаційних ресурсів та інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяє ефективно вирішувати питання оновлення форм і методів освітньої діяльності, враховувати тенденції розвитку інформаційного суспільства, інтереси та потреби сучасних студентів і робити навчання ефективним, дієвим і привабливим.

### **Література**

1. Руководящие указания для преподавателей в области метеорологического, гидрологического и климатического обслуживания/Всемирная метеорологическая организация, 2013. - 108 С.

**ПРО НЕОБХІДНІСТЬ УЗГОДЖЕННЯ ПРОГРАМИ  
ПІДГОТОВКИ ГІДРОЛОГІВ В КОНТЕКСТІ БАСЕЙНОВОГО  
ПРИНЦИПУ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ**

*Холоденко В.С., к.геогр.н., Галік О.І., к.с.-г.н., Будз О.П., к.т.н.,*

*Косяк Д.С., к.геогр.н.*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування*

Актуальність проблеми раціонального використання природних ресурсів, зокрема водних, відновлення екосистем, захисту територій і населених пунктів від руйнівної дії вод стала одним із чинників національної безпеки України.

Все це зумовлює підвищення вимог до якості підготовки фахівців водогосподарського профілю, а також удосконалення та розширення існуючого переліку спеціальностей за цим профілем. Тому реалізація концепції басейнового управління використання та охорони водних ресурсів потребує відповідного кадрового забезпечення.

Необхідність підготовки саме гідрологів для водогосподарських організацій зумовлена зростаючою потребою ефективного виконання довгострокових комплексних програм щодо забезпечення розробки та виконання адаптаційних заходів, пов'язаних з сучасними кліматичними змінами.

Басейновий підхід при використанні та охороні водних ресурсів планується реалізовувати фахівцями, які будуть підготовлені за нещодавно відкритою спеціальністю «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та технології». Це будуть інженери – гідротехніки, навчальні програми яких будуть включати дисципліни підготовки гідромеліораторів та фахівців з гідротехнічного будівництва. У вигляді спеціалізації будуть розглядатися дисципліни з раціонального використання та охорони водних ресурсів. Гідрологічна підготовка таких фахівців буде зведена до мінімуму. Практика показує, що тільки технократичний підхід до використання водних ресурсів не дозволяє реалізувати басейновий підхід. Необхідно, щоб у штати фахівців басейнових управлінь Держводагенства України були широко залучені гідрологи.

Програма підготовки гідрологів у ВНЗ раніше складалася відповідно до галузевих стандартів. Проте кожен ВНЗ мав свої розбіжності та неузгодженості з цими галузевими стандартами щодо переліку навчальних дисциплін, їх аудиторних годин, кредитів тощо. Зараз закон України [1] говорить про те, що кожен ВНЗ у змозі сам вибирати та запроваджувати нові спеціалізації у вузі, визначати їх зміст і програми навчальних дисциплін. Також у ньому зазначається, що загальний обсяг вибіркових дисциплін для студентів має складати не менше 25 % від загального обсягу кредитів ЄКТС.

Тому ми, враховуючи всі стандарти, положення, бажання працівників БУВР, виробничників, вважаємо, що сьогодні навчальні плани підготовки фахівців гідрологів повинні базуватися, виходячи з того, що: 60 % у них повинні бути нормативні дисципліни, з яких 20 % - нормативні (математика, фізика тощо), а 40 % - нормативні дисципліни професійно-практичної підготовки. Також у навчальних планах повинні бути 20 % дисципліни вибору студента і 20 % - вибору вузу. Кількість практик повинна узгоджуватися відповідно до певних вимог так, щоб канікули не перевищували 8 тижнів. Кількість аудиторних годин повинна бути не менше, ніж 50 % [2], особливо для дисциплін професійно-практичної підготовки. Зрозуміло, що ВНЗ можуть ставити і мінімальну межу аудиторних годин цих рекомендацій - 33 %, але тоді виробничникам прийдеться займатися до навчанням таких спеціалістів на своїх підприємствах. У нормативні дисципліни професійно-практичної підготовки необхідно включати і дисципліни щодо управління басейновим принципом водними ресурсами, які обов'язково повинні бути складені, включаючи структурно-логічні схеми дисциплін, які показують, що повинно викладатися спочатку, а що вкінці. Вибір студента повинен бути таким, щоб він міг отримати знання із суміжних дисциплін блоками: геоінформаційні системи, меліорація, гідротехнічні споруди, природокористування, екологія, агрономія та ґрунтознавство, водні ресурси та аквакультура, управління та організація водними ресурсами, комп'ютерна техніка, географія, іноземна мова. При чому іноземна мова повинна бути включена по всіх циклах на всіх курсах. А дисципліни за вибором вузу повинні базуватися тільки виключно на специфіці ВНЗ. Вважаємо, що навчальна програма гідролога повинна закінчуватися комплексним екзаменом, який буде включати перелік завдань з дисциплін за вибором вузу та дисциплін професійно-практичної підготовки такого фахівця. Також бажано обговорювати у ВНЗ, де є підготовка гідролога введення кроків – комплексний підсумковий контроль за певний етап навчання, який зможе показати, чи здатний студент продовжувати навчання за певним напрямом.

### ***Список використаної літератури***

1. Про вищу освіту [Текст]: [Закон України: офіц. текст: за станом на 1 липня 2014 року, № 1556-VII]. – К.: Відомості Верховної Ради, 2014, № 37-38, ст. 2004.
2. Роз'яснення та рекомендації щодо реалізації наказу Міністерства освіти і науки від 26 січня 2015 року № 47 «Про особливості формування навчальних планів на 2015-2016 навчальний рік» та окремих норм Закону України «Про вищу освіту» (додаток до листа МОН від 13.03.2015 р. № 1/9-126).

## ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНА ОСВІТА: ПЕРСПЕКТИВИ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ

*Шахман І.О. к. геогр. н., доцент, Лобода Н.С. д. геогр. н., професор  
Херсонський державний аграрний університет, Одеський державний  
екологічний університет*

Входження української освіти в європейський освітній простір потребує реформування всіх її ланок, насамперед загальної середньої освіти [1]. Нові підходи до організації освіти у старшій школі закладено в Національній доктрині розвитку освіти (2002), законі України «Про загальну середню освіту», Концепції профільного навчання у старшій школі, в якій ідея профільної освіти старшої школи була теоретично обґрунтована групою науковців Інституту педагогіки АПН України [2].

На концептуальному рівні профільне навчання визначається як один зі шляхів забезпечення рівного доступу до якісної освіти. Інноваційний характер сучасної профільної освіти характеризує ідеї, які потребують розробки та реалізації на всіх рівнях, та спрямований на формування єдиної життєвої, світоглядної, наукової, культурної і професійної компетентності учнів, що забезпечить їх подальше самовдосконалення та самореалізацію у виборі майбутньої спеціальності [2].

Науковцями доведено, що зміст сучасної шкільної освіти недостатньо адаптований до майбутніх потреб учнів. Проблему змісту профільної освіти необхідно вирішувати на державному рівні із залученням широкого кола науковців і практиків. Означені зміни потребують нових підходів при підготовці, перепідготовці та підвищенні кваліфікації педагогічних і керівних кадрів. Необхідно запроваджувати масштабну підготовку керівників гуртків до роботи у профільних класах і групах. Крім традиційних курсів загальної підготовки педагогів, до плану яких уведено модуль „Профільне навчання”, проводяться проблемно-тематичні курси фахового спрямування: „Нові підходи до викладання географії у профільній школі”, „Інновації у викладанні географії в умовах профільного навчання” [3].

Отже, сьогодні перед географією як шкільним предметом постає давня проблема: як вирішити протиріччя, що виникає між уявою учнів про географію як предмет, перш за все, цікавий, що буде знайомити їх з різноманітністю природи Землі, її загадками, та реальним шкільним предметом, де вивчаються складні географічні закономірності, велика кількість географічної номенклатури, термінів, понять тощо [4]. Тому фахівці спеціалізованих вищих навчальних закладів, насамперед гідрометеорологи, разом з обласними управліннями освіти і науки та відділами освіти і методичними службами міст (районів) можуть робити

певний внесок щодо впровадження профільного навчання, а саме запропонувати профільні курси та курси за вибором:

– для природничо-математичного профілю – „Глобальна географія”, „Геоєкологія”, „Геологія”, „Геофізика”, „Геохімія”, „Біогеографія”, „Космічне землезнавство” тощо;

– для технологічного профілю – „Конструктивна географія”, „Геологія”, „Географія людської діяльності”, „Геоінформатика”, „Природокористування” [5].

Значна частина навчального часу в старших класах може бути відведена на практичні роботи – уроки-спостереження, уроки на об'єктах дослідження з використанням спеціалізованого обладнання та приладів, які є в розпорядженні закладів Вищої школи. Прикладом співпраці партнерів, зацікавлених в профільній освіті, зі школами міста та області може бути проведення практичних робіт учнів шкіл на навчальних гідрологічних та метеорологічних станціях (майданчиках), в межах яких разом із вчителями та учнями фахівці вищих освітніх закладів виконували б комплекс стандартних гідрологічних (візуальні спостереження за станом водних об'єктів) та метеорологічних вимірювань і спостережень [5]. Науково-педагогічні працівники ВНЗ можуть запропонувати організацію шкільних науково-практичних конференцій, семінарів, виїзних занять, консультацій по підготовці проектів МАН, олімпіад. Тому одним із завдань при вивченні шкільного курсу географії може бути цілеспрямоване формування у учнів пізнавальної сфери, інтелектуальних здібностей та заохочення старшокласників до вибору майбутньої спеціальності – гідрометеорології.

### **Список використаної літератури**

1. Державний стандарт базової і повної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 січня 2004 р. № 24.
2. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – 2003. – № 24. – С. 3–15.
3. Концепція шкільної географічної освіти // Географія та основи економіки в школі. – 2001 р. – №3. – С. 3–9.
4. Шахман І.О. Шляхи реалізації профільної освіти на уроках географії / Профільне навчання природничо-математичного та технологічного напрямів: проблеми, досвід, перспективи: Збірка матеріалів всеукраїнської науково-методичної конференції (м. Херсон, 29–30 жовтня 2009 р.) / Херсон: Айлант, 2009. – Вип. 12. – С. 232–234.
5. Шахман І.О., Лобода Н.С Профільне навчання в географічній освіті // Українська географія: сучасні виклики: Зб. наук. праць у 3-х т. – К.: Прінт-Сервіс, 2016. – Т. I – С. 224–226.

## ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ У ДНУ ІМ.О.ГОНЧАРА У РАМКАХ СПЕЦІАЛЬНОСТІ "НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ"

*Шерстюк Н.П., докт. геогр. н., професор  
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара*

Гідрометеорологічна освіта у Дніпропетровському національному університеті імені Олеся Гончара (ДНУ ім. О. Гончара) започаткована у 2008 році: був відкритий напрям підготовки за освітньою програмою бакалаврів, у 2011 році – спеціальність "Гідрологія" за ОППП спеціалістів, у 2013 році – магістрів. Підготовка бакалаврів, спеціалістів та магістрів здійснюється за затвердженими ОППП та навчальними планами.

Специфікою геолого-географічного факультету ДНУ ім. О.Гончара є те, що на факультеті навчаються студенти за напрямами підготовки "Гідрометеорологія", "Геологія", "Географія". Відповідно до "Таблиці відповідності..." усі названі напрями підготовки увійшли до нової спеціальності "Науки про Землю". Набір на навчання у 2016-2017 навчальному році відбувся на спеціальність "Науки про Землю", відповідно були розроблені нові ОПП та навчальні плани. Організація навчального процесу бакалаврів запланована таким чином, що перший та другий навчальні роки вони навчаються разом. Вибір спеціалізації відбувається після другого року навчання, третій та четвертий роки бакалаври навчаються на обраною спеціалізацією.

Відміни у навчальних планах бакалаврів 2016 та 2015 років набору наведені у таблиці.

Таблиця. – Порівняння навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціальністю "Науки про Землю" та напрямом підготовки "Гідрометеорологія"

| Нові елементи навчального плану, які увійшли до навчального плану бакалаврів 2016 року набору за спеціальністю "Науки про Землю" (спеціалізація "Гідрологія")                                                                                | Елементи навчального плану, які не увійшли до навчального плану бакалаврів 2016 року набору за спеціальністю "Науки про Землю" (спеціалізація "Гідрологія") порівняно з планом набору 2015 року                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Загальна геологія</li> <li>2. Геоморфологія</li> <li>3. Мінералогія</li> <li>4. Історична геологія з основами палеонтології</li> <li>5. Природні ресурси світу</li> <li>6. Геотектоніка</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гідрометеорологічні основи охорони довкілля</li> <li>2. Гідробіологія</li> <li>3. Основи математичного моделювання і прогнозування гідрометеорологічних процесів</li> <li>4. Основи гідрохімії</li> <li>5. Морфологія річкових басейнів</li> </ol> |

Продовження табл.

|                                                                                   |                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Біогеографія/Географія ґрунтів/Основи суспільної та соціальної географії*         |                                                              |
| Петрографія та літологія/Пошуки та розвідка корисних копалин/Структурна геологія* |                                                              |
| Практика навчальна з основами топографії                                          | Навчальна практика (фізико-географічна)                      |
| Практика навчальна (комплексна)                                                   | Навчальна практика з методів гідрометеорологічних вимірювань |
| Кваліфікаційна робота                                                             | Комплексний кваліфікаційний екзаме́н                         |

Примітка. \* – дисципліни за вибором студента, з них обирають одну з трьох запропонованих.

Появу нових дисциплін у ОППП бакалаврів спеціальності "Науки про Землю" можна тільки вітати, особливо таких як "Загальна геологія" та "Геоморфологія". Такі ж дисципліни, як "Мінералогія", "Історична геологія з основами палеонтології", "Природні ресурси світу" та інші мало відповідають підготовці гідрометеорологів, але, нажаль, вони об'єктивно увійшли до навчальних планів внаслідок об'єднання трьох напрямів підготовки. У той же час втрачені такі важливі дисципліни як "Гідробіологія", "Основи гідрохімії", "Основи математичного моделювання і прогнозування гідрометеорологічних процесів".

У навчальних практиках також відбулися зміни. Якщо навчальна практика після першого року навчання залишилася близькою за змістом, то навчальна практика після другого року навчання повністю змінила зміст, що призвело до втрати навчальної практики з методів гідрометеорологічних вимірювань.

Змінилась і форма атестації здобувачів вищої освіти. Замість Комплексного кваліфікаційного екзамену бакалаври будуть виконувати кваліфікаційну роботу. Кожен з видів атестації здобувачів має переваги та недоліки. Кваліфікаційна робота бакалавра дозволяє здобувачеві вищої освіти набути навичок організації, вирішення та узагальнення отриманих результатів при вирішенні фахової задачі.

Наразі рішення Міністерства освіти та науки про винесення спеціальності "Географія" зі "Наук про Землю" призведе до нових змін у ОППП та навчальних планах.

У підсумки треба зазначити, що для якісної підготовки бакалаврів за спеціальністю "Науки про Землю", спеціалізацією "Гідрологія" необхідно продовжувати методичну роботу з удосконалення ОППП та навчальних планів, змінювати програми дисциплін та навчальних практик.



**секція**  
**„АГРОМЕТЕОРОЛОГІЯ”**

## INTEGRATION OF CLIMATIC, TOPOGRAPHIC AND SOIL DATA FOR A SPATIALLY-EXPLICIT EVALUATION OF FORESTS' EXPOSURE TO CLIMATE CHANGE

<sup>1</sup>*Shkaruba A., PhD in geography, <sup>2</sup>Kireyeu V., PhD in environmental sciences*  
<sup>1</sup>*Central European University, <sup>2</sup>Erda RTE*

During the past decade, high resolution climate, elevation, land use, and vegetation datasets become available, as well as affordable and functional GIS tools. This brings forward in the ecosystem evaluation studies the methods based on statistical analysis with no or minimal contribution of expert judgements. In this study, we demonstrate such a method for the analysis of forest ecosystems' exposure to climate change in Belarus. The study included: (1) identification of relevant terrain and climate variables, (2) development of methods for their integration, (3) running the classification, and (4) analysis of geographical shifts.

On the stage of selecting relevant variables, a comprehensive analysis of characteristics directly or indirectly conditioning spatial differentiation of biophysical environments is needed. These characteristics should be quantitative and spatially distributed, have the same resolution, be in the same units, come from a reliable source, and have a significant impact on plant growing conditions in the scale of the study area. All the selected variables were grouped into two types: (1) accounting for the distribution of biophysical factors within the area and (2) influencing local re-distribution of these factors. The latter group included: elevation, slope angle, exposition, levels of groundwater table, and grain-size composition of underlying rocks. Elevations have been extracted from USGS 3 arc second (equal to c.a. 90 m in Belarus) SRTM dataset. This database has also been used to calculate a topographic index of hydrological similarity (also topographic wetness index, which accounts (on the scale) for the spatial variability of groundwater levels [1]. The grain-size composition of underlying rocks was derived from the 1:500 000 Map of Quaternary Deposits [2].

The central component of this methodological block is a dynamic and spatially explicit classification of climatic variables. The dynamic nature of these variables calls for a methodological framework that allows for instant updates of resulting maps, sensitivity analysis of integration results, and a straightforward evaluation of uncertainties. The composition of climate datasets should reflect specific needs of the classification. In this study, we are exploring the potential effects of climate change on forests, and therefore the selected variables also accounted for plant-growing conditions: growing degree days (base 5°C and 10°C), growing season lengths (base 5°C and 10°C), annual averages of mean daily temperature, annual sums of mean daily precipitation, growing season precipitation, and hydrothermal coefficient (after Seljaninov).

All the climate datasets were constructed from data series from meteorological stations in Belarus and adjacent areas of neighbouring countries, and using Co-Kriging method. Six sets of interpolation surfaces have been made to capture how the variables were changing in each cell from the baseline decade (1950s) to 2000s. These gridded surfaces have been re-sampled to the same resolution (1 km) and combined into one multi-dimensional matrix. To remove redundancy and to reduce dimensionality, principal component analysis (PCA) has been applied to this dataset. Three 1st principal components (PCs) have further been used to combine grid cells into 30 clusters by applying MATLAB kmeans function. Grid cells have then been classified based on their cluster affiliation. This way, each cell would receive its six class ids, one per each decade.

The values of the 2nd PC, accounting mostly for precipitations and precipitation-related indices, have been classified into 4 groups by equal intervals. The 1st PC values, accounting for temperature-related variability, have been classified by the same method into 19 groups. Intersection of these groups of 1st and the 2nd PCs gave us 76 combinations; 30 of them corresponded to actual bioclimatic classes that occurred in Belarus in one of the six decades.

In this methodology, we assume that the bioclimatic conditions of the baseline decade in a cell are close to the equilibrium conditions for the ecosystems located within this cell. Thus, biophysical vulnerability of a given forest cell can be calculated as a function of shifting bioclimatic classes. To capture shifts in both temperature and humidity, each class received two ranking scores according to its 1st and 2nd PC group. To measure the shift in bioclimatic conditions, we can use the coefficient of linear regression ( $\beta_{pc1}$ ), giving us an average number of ranked classes that shifted through the cell per decade. We then combine 1st and 2nd PC shifts into the index of Biophysical vulnerability (Vb) by using the following equation:

$$V_b = \sqrt{\beta_{pc1}^2 + \beta_{pc2}^2}$$

where  $\beta_{pc1}$  is a regression coefficient for the 1st PC ranking values, and  $\beta_{pc2}$  for the 2nd PC ones. Biophysical vulnerability index therefore shows the length of the bioclimatic shift in ranking scores per decade.

### *References*

1. Kirkby M.J., Weyman D.R. Measurements of contributing area in very small drainage basins // Seminar Series B, Department of Geography, University of Bristol. – 1974. – No. 3.
2. Геологическая карта четвертичных отложений Белорусской ССР. – Л.: Аэрогеология, 1978.

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ІНФОРМАЦІЙНО – ФАКТОГРАФІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ АГРОЕКОЦЕНОЗУ

*Антоненко В.С., д.г.н., професор,  
Український гідрометеорологічний інститут*

Важливим етапом практичної реалізації системного підходу в дослідженні закономірностей продукційного процесу і моделювання агроєкоценозу є отримання об'єктивного уявлення про його стан і керуючих змінних зовнішніх системотворчих чинників, про характер взаємодії елементів системи в процесі її розвитку і взаємодії з зовнішнім середовищем. Вирішення цих завдань досягається за допомогою факторографічної інформації, одержуваної з найрізноманітніших джерел, що мають відношення до розвитку агроєкоценозу і його продуктивності, а також шляхом постановки спеціальних польових і лабораторних експериментів.

Багатогранність зв'язків елементів усередині агроєкоценозу та їх зв'язків із зовнішнім середовищем визначає складність факторографічної інформації для їх опису. Головними вимогами до цієї інформації є її повнота, об'єктивність, надійність і доступність. При вирішенні питання про повноту факторографічного забезпечення, як правило, виходять з поняття інформаційної сукупності, під якою розуміють таку кількість інформації, яка дає досить повне і всебічне (для досягнення поставленої мети) уявлення про систему та її основні елементи [2]. Загальна інформаційна сукупність, що характеризує агроєкоценоз і його системоутворюючі фактори, має певну ієрархічну структуру, що складається з двох супідрядних інформаційних сукупностей, одна з яких відображає зовнішні системоутворюючі чинники, а друга - стан агроєкоценозу [3].

Інформаційна сукупність, що характеризує зовнішні системотворчі фактори, включає відомості, що становлять так званий «паспорт поля»: розміри поля, розміщення в сівозміні, строки і способи сівби, способи обробки ґрунту, характеристики родючості ґрунтів, системи ґрунтозахисних і меліоративних заходів, кількість внесених і способів внесення мінеральних і органічних добрив, системи агрохімічного захисту рослин. Вона включає також відомості про змінні стану зовнішнього середовища: сонячної радіації, температури і вологості повітря, температури і вологості ґрунту, кількості атмосферних опадів, швидкості вітру, атмосферні явища тощо.

Інформаційна сукупність, що віддзеркалює стан агроєкоценозу, включає наступні характеристики: стан повітря і ґрунту в межах системи, стан рослинного покриву культури та інші біологічні елементи системи, основні фізичні і біологічні процеси в системі, елементи продуктивності в процесі їх росту і розвитку, взаємозв'язки елементів системи між собою та із зовнішніми системоутворюючими факторами. Кожна з характеристик має свої методи

вимірювання, фіксації та обробки. Все це свідчить про ті труднощі, які неминуче виникають перед дослідником при необхідності отримання достатньо повної інформаційної сукупності даних про стан агроєкоценозу.

Великі труднощі виникають також при забезпеченні об'єктивності та надійності факторографічної інформації стосовно агроєкоценозу, які пов'язані не стільки з точністю вимірювань кожного з параметрів, що характеризують агроєкоценоз і зовнішнє середовище, скільки з їх просторово-часовою мінливістю. Як правило, в цьому випадку доводиться мати справу з випадковим процесом, для об'єктивної і надійної характеристики якого потрібно статистичний підхід, що неминуче призводить до різкого зростання трудомісткості експериментальних досліджень, оскільки коефіцієнт варіації параметрів агроєкоценозу може досягати по окремому полю 80 і більше відсотків [1].

Повноту, об'єктивність і надійність факторографічного забезпечення досліджень і моделювання озимої пшениці можна досягти шляхом розробки та реалізації комплексного багатфакторного польового біолого-агрометеорологічного експерименту. Важливою вимогою, яким необхідно керуватися при плануванні, організації та реалізації польового експерименту, є забезпечення сполучення в просторі і часі спостережень за всіма складовими життєдіяльності агроєкоценозу і зовнішнього середовища. В силу непередбачуваності поведінки таких факторів зовнішнього середовища, як сонячна радіація, температура і опади, виникає необхідність проведення багаторічних експериментів з таким розрахунком, щоб діапазон мінливості факторів спостережень був достатній для встановлення значущих і надійних зв'язків та закономірностей, що характеризують вплив цих факторів на життєдіяльність агроєкоценозу. Що стосується керованих системоутворюючих факторів (режим вологозабезпеченості, рівень родючості ґрунтів, елементи технології обробки ґрунтів), то необхідно, щоб мінімальна кількість варіантів дослідів була достатньою для виявлення характеру нелінійних зв'язків, вид яких заздалегідь невідомий.

### *Список використаної літератури*

1. Гаценко Р.В. Об использовании элементов продуктивности зимой пшеницы при прогнозировании ее урожайности / Гаценко Р.В., Антоненко В.С. // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. -М.: Гидрометеиздат. - 1985. - Вып. 213. -С. 68-72.
2. Кан Н.А. Система имитационного моделирования агроценозов / Кан Н.А. / В кн. Высокоэффективное использование орошаемых земель. -Новочеркасск, 1981. - С. 149-154.
3. Ковтун И.И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии / Ковтун И.И., Гойса Н.И., Митрофанов Б.А. - Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 288 с.

## АДАПТАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ В КАЗАХСТАНЕ

**Байшоланов С.С., к.г.н.**

*Филиал ТОО «Институт географии» Министерства образования и  
науки Республики Казахстан*

В 2010 году в Казгидромете было принято решение адаптировать для условий Казахстана динамическую модель формирования урожая сельскохозяйственных культур проф. А.Н.Полевого. В том же году динамическая модель А.Н.Полевого была адаптирована для 3-х основных зерновых областей Казахстана (Акмолинская, Северо-Казахстанская и Костанайская) проф. Полевым А.Н., доц. Байшолановым С.С. и Байбазаровым Д.К.

Адаптация заключалась в приведении вычислительной системы модели в соответствие с почвенно-климатическими и агрономическими нормами, а также нормами по урожайности яровой пшеницы, за период 1999-2009 гг. Поскольку территория данных областей находится в нескольких почвенно-климатических зонах, адаптация модели проводилась по административным районам областей (всего 45 районов).

В 2013 году Байшолановым С.С. данная модель была адаптирована для прогноза урожайности яровой пшеницы в Западно-Казахстанской, Актюбинской, Павлодарской и Карагандинской областях. Повторная адаптация модели для данных областей была проведена в 2015 году проф. Полевым А.Н. и доц. Байшолановым С.С.

Таким образом, на сегодня модель А.Н.Полевого адаптирована для прогноза урожайности яровой пшеницы в 7 областях Казахстана.



Рисунок 1 – Средняя по Казахстану оправдываемость прогноза  
урожайности яровой пшеницы

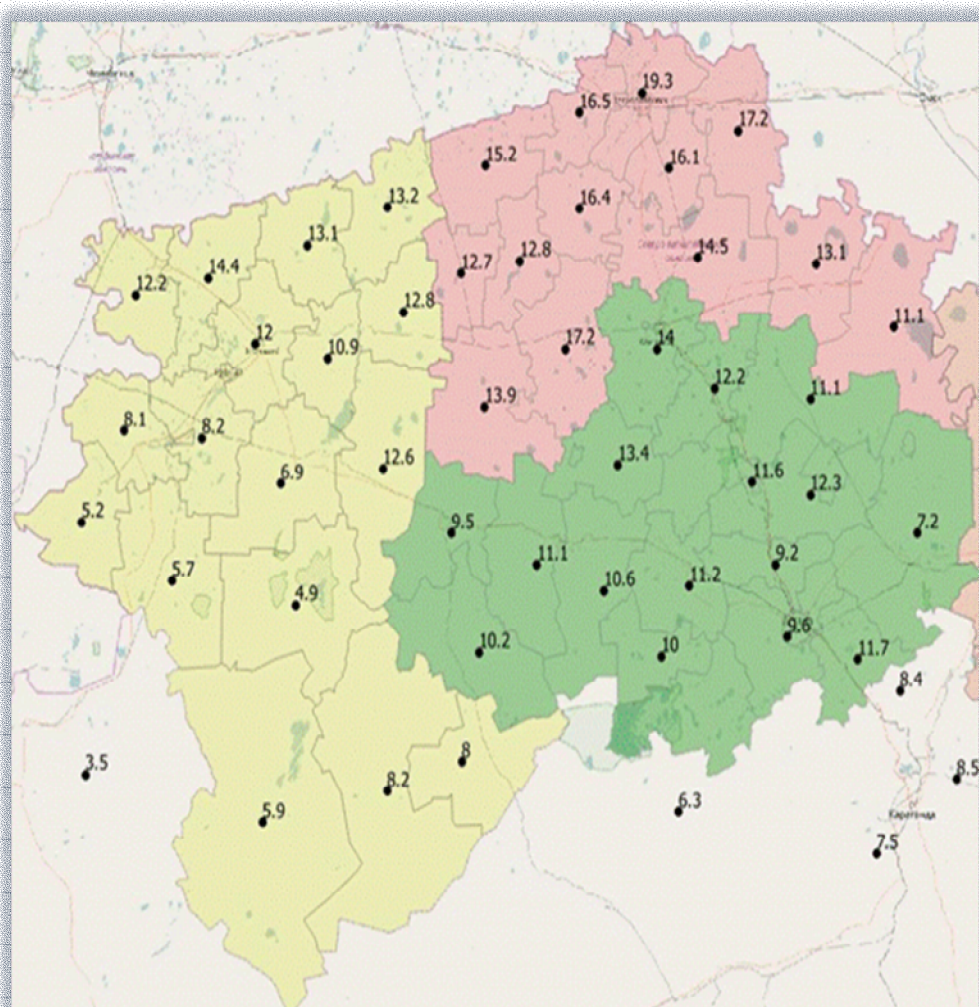


Рисунок 2 – Прогнозные значения урожайности яровой пшеницы в 3-х северных областях Казахстана в 2016 году, ц/га

Внедрение в оперативную деятельность Казгидромета модели А.Н.Полевого позволило повысить оправдываемость прогноза урожайности яровой пшеницы до 90% (рис. 1, 2).

В агрометеорологическом обеспечении сельского хозяйства Республики Казахстан, возникла необходимость в разработке методики прогноза урожайности семян подсолнечника, как основной масличной культуры, обеспечивающей продовольственную безопасность страны. При этом приоритеты давались областям, где подсолнечник возделывается при естественном атмосферном увлажнении, т.е. без применения системы орошения.

В 2016 году модель А.Н. Полевого была адаптирована для оценки агрометеорологических условий и прогноза урожайности подсолнечника по административным районам Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Костанайской областей.



## ОСОБЛИВОСТІ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЇВ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В РОЗРІЗІ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

*Барсукова О.А., к.геогр.н., доц., Гомон А. С., Колун А.О. магістри  
Одеський державний екологічний університет*

Багатьма дослідниками визнається, що найкращим інтегральним показником ступеня сприяння ґрунтово-кліматичних умов території для сільськогосподарських культур є їх врожайність. Вперше використання цього показника було запропоновано П. І. Колосковим [1]. Їм складена серія схематичних карт районування території СНД по врожайності одинадцяти зернових і зернобобових культур з аналізом впливу сум температур повітря вище 10<sup>0</sup>С і показника зволоження. Цей напрямок одержав розвиток у роботах Сапожникова С.А. [3] і Шашко Д.І. [4], практична реалізація якого здійснена в розробці підходів і методів бонітету клімату стосовно зерновим культурам.

Метою даної роботи є аналіз особливостей просторово-часової мінливості врожаїв ярого ячменю в зонах Полісся та Лісостепу. Для вирішення поставленого завдання досліджувалися ряди врожайності з 1975 по 2005 рр. в розрізі цих зон, що розрізняються за поєднанням умов тепла і вологи протягом вегетаційного періоду.

В межах виділених 2 агрокліматичних зон [2] розглядалися наступні регіони: західне, центральне і східне Полісся; західна, центральна і східна Лісостеп.

За досліджувані роки врожаї ярого ячменю в зонах Полісся та Лісостепу змінювалися від 11 до 39 ц / га. Діапазон мінливості склав 28 ц/га (табл.1). Середні багаторічні значення врожаїв не перевищували 29,3 ц / га – від 20,7 – 23,3 ц/га в центральній частині Лісостепу і в східній частині Полісся.

Найбільш високий рівень середніх врожаїв (29.0 – 29.3 ц/га) спостерігається в західних частинах Полісся і Лісостепу. Відмінності між вищими і низькими врожаєми в цілому в зонах Полісся та Лісостепу знаходяться в межах 17 – 22 ц/га. Найбільш низькі врожаї відзначаються в східній зоні Полісся – 31,0 ц/га. Більш високий рівень врожаїв характерний для центральної і західної частини Лісостепу. Така ж закономірність відзначається в розподілі максимальних врожаїв.

Оцінка тимчасової варіації врожайності виконується за наступними статистичними характеристиками: середнього квадратичного відхилення ( $\sigma$ ), коефіцієнта варіації ( $C_v$ ), коефіцієнта асиметрії ( $C_s$ ), коефіцієнта ексцесу ( $C_e$ ).

Статистичні характеристики підтверджують виявлення закономірності в міжрічних коливаннях рівнів врожаїв. Максимальні значення середньоквадратичних відхилень і коефіцієнтів варіації



відзначаються в західній і центральній частині Лісостепу (відповідно: 0.61 - 0.65%). Найменший коефіцієнт варіації (21%) характерний для урожаїв в східному Поліссі.

Таблиця 1 – Просторово-часова мінливість врожайності ярого ячменю

| Області    | Урожай         |                  |                  | σ    | C <sub>v</sub> |
|------------|----------------|------------------|------------------|------|----------------|
|            | $\overline{y}$ | Y <sub>max</sub> | Y <sub>min</sub> |      |                |
| Лісостеп   |                |                  |                  |      |                |
| центральна | 20.7           | 38               | 19               | 0.54 | 30             |
| західна    | 29,3           | 39               | 17               | 0,65 | 42             |
| східна     | 24,9           | 35               | 14               | 0,61 | 37             |
| Полісся    |                |                  |                  |      |                |
| западне    | 29,0           | 36,5             | 15,5             | 0,55 | 31             |
| центральне | 25,0           | 35               | 15               | 0,54 | 30             |
| східне     | 23,3           | 31               | 14               | 0,46 | 21             |

Крім того, нами були побудовані криві забезпеченості по всім зонам.

Аналіз кривих забезпеченості врожаїв ярого ячменю в зонах Полісся та Лісостепу показує, що врожаї культури в Лісостеповій зоні та Поліссі на рівні 16 – 20 ц/га забезпечені на 80 – 100%. На 50% забезпечено отримання врожаю в межах 27 – 31 ц/га.

Детальна оцінка варіабельності виробничих врожаїв ярого ячменю в різних регіонах України, поряд з аналогічною оцінкою врожаїв, забезпечених агрокліматичними ресурсами, дозволить визначити ступінь сприятливості останніх років і виявити найбільш оптимальні регіони України з метою оптимізації розміщення посівів ярого ячменю, спрямованого на отримання високих і стабільних врожаїв.

### *Список використаної літератури*

1. Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 328 с.
2. Краткий Агроклиматический справочник Украины. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.
3. Сапожникова С.А. Об уточнении оценки сельскохозяйственного бонитета климата // Агроклиматические ресурсы природных зон СССР и их использование. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – с. 80 –91.
4. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 247 с.

## ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Божко Л.Ю., к.геогр.н., доц., Барсукова О.А., к.геогр.н., доц.  
Одеський державний екологічний університет*

Загострення світової продовольчої проблеми викликано не тільки високими темпами зростання населення у світі, які випереджають виробництво продуктів харчування, але й змінами клімату та посиленням процесів опустелення, особливо на африканському континенті. На фоні цих змін скорочується ресурс орнопридатних земель, спостерігається збільшення використання зернових ресурсів на виробництво біоенергії.

Україна має високий природно-ресурсний потенціал і може забезпечувати не тільки національну, але й в значній мірі загальносвітову місію продовольчої безпеки. Отже сучасна продовольча ситуація у світі і прогнозовані зміни клімату вимагають об'єктивного аналізу та оцінки його впливу на стан основних агроресурсів та виробництво сільськогосподарської продукції, удосконалення стратегії і тактики формування сталих високопродуктивних агроєкосистем.

Метою дослідження є оцінка впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування ярого ячменю у Вінницькій області. При виконанні дослідження в якості вхідної інформації були використані дані багаторічних агрометеорологічних спостережень (1986-2005р.р.) мережі гідрометеорологічних станцій, розташованих у Вінницькій області, та розраховані за кліматичним сценарієм А2 показники за два періоди: 2011 – 2030 рр. – перший розрахунковий період, 2031 – 2050 рр. – другий розрахунковий період.

У Вінницькій області сівба ярого ячменю за середніми багаторічними даними відбувалась наприкінці першої (7.IV) декади квітня. За сценарними розрахунками в період до 2030 рр. терміни сівби будуть майже співпадати з середніми багаторічними.

В період з 2031 по 2050 рр. терміни сівби наставатимуть на 18 днів раніше середніх багаторічних, тобто сівба буде проводитись в кінці березня(табл. 1).

Тривалість вегетаційного періоду за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) становила 98 днів. У зв'язку з відмінністю дат настання початкових фаз розвитку за сценарієм зміни клімату А2 в перший розрахунковий період (2011-2030 рр.) тривалість вегетаційного періоду в цій області буде співпадати і становитиме 100 днів. В період з 2031 по 2050 рр. тривалість вегетаційного періоду становитиме біля 116 днів. Збільшення тривалості вегетаційного періоду пояснюється тим, що в результаті погіршення умов вологозабезпечення та зниження температури

тривалість окремих між фазних періодів збільшується, а це збільшує загальну тривалість вегетаційного періоду.

Таблиця 1 – Фази розвитку ярого ячменю за середніми багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценарієм зміни клімату A2 в періоди (2011 –2030 рр.) і (2031-2050 рр.)

| Період            | Сівба  | Сходи | Коло-<br>сіння | Воскова<br>стиглість | Тривалість вегета-<br>ційного періоду, дні |
|-------------------|--------|-------|----------------|----------------------|--------------------------------------------|
| Вінницька область |        |       |                |                      |                                            |
| 1986-2005         | 7.IV   | 22.IV | 13.VI          | 14.VII               | 98                                         |
| 2011-2030         | 5.IV   | 19.IV | 15.VI          | 14.VII               | 100                                        |
| Різниця           | -2     | -3    | +2             | -                    | +2                                         |
| 2031–2050         | 20.III | 12.IV | 11.VI          | 14.VII               | 116                                        |
| Різниця           | -18    | -10   | -2             | -                    | +18                                        |

Середня багаторічна температура в Вінницькій області за період з 1986 – 2005 рр. від сходів до колосіння становила 14,4°C. За сценарієм зміни клімату A2 в період з 2011 по 2030 рр. від сходів до колосіння середня температура спостерігатиметься 12,2 °C. В другий період (2031 – 2050 рр.) середня температура від сходів до колосіння становитиме 13,3 °C, що буде на 1,1 °C нижче температури базового періоду.

В період від сходів до колосіння кількість опадів за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) становила 100 мм, а за сценарієм зміни клімату A2 (2011-2030 рр.) опади збільшаться в перший період на 6 %. В другий період сума опадів від сходів до колосіння зросте і буде на 48 % вищою від середніх багаторічних сум.

За середніми багаторічними значеннями вологозабезпеченість посівів ярого ячменю від сівби до колосіння складала 0,64 відн. од. За умов реалізації сценарію зміни клімату A2 за період 2011 – 2030 рр. вологозабезпеченість посівів ячменю зросте на 14 %. В другий розрахунковий період вологозабезпеченість за сценарними даними зросте на 9 %. В період від колосіння до воскової стиглості вологозабезпеченість зростатиме і в перший і в другий розрахункові періоди на 7 – 16 % відповідно.

### *Перелік використаної літератури*

1. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ "Українські технології", 2006. – 730 с.
2. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія /під ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового, Є.П. Школьного. – Одеса: Екологія, 2011. – 696 с.

## ОЦІНКА АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ПЕРЕЗИМІВЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*Божко Л.Ю., к.геогр.н., доц., Борденюк Т.С. магістр  
Одеський державний екологічний університет*

В Україні, як і у світовому рослинництві, зернові культури займають найбільші посівні площі, що свідчить про їх виключно важливе продовольче, кормове і сировинне значення в народному господарстві. Серед зернових культур в Україні чільне місце займає озима пшениця.

Основне призначення озимої пшениці — забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами. Серед зернових культур пшеничне зерно найбагатше на білки. Вміст їх у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13–15%. На врожайність озимої пшениці впливають умови осіннього, зимового та весняно-літнього періоду. Часто суворі умови зимівлі спричиняють загибель посівів озимої пшениці.

Найважливішим регіоном виробництва озимої пшениці в Україні є Степова зона, на яку припадає в середньому 58 % загальнодержавних площ озимих культур. При цьому озимі зернові займають в зоні Степу близько 60 % зернового клину.

Метою дослідження є оцінка агрокліматичних умов перезимівлі озимих культур в Степовій зоні України, вплив умов перезимівлі на формування врожаїв озимої пшениці різних екологічних рівнів, зміна умов перезимівлі при зміні клімату. При виконанні дослідження в якості вхідної інформації були використані дані багаторічних агрометеорологічних спостережень (1986-2005р.р.) мережі гідрометеорологічних станцій, розташованих в зоні Південного Степу.

Основними причинами пошкодження озимої пшениці взимку в Степовій зоні України найчастіше бувають: видування, вимерзання та льодяна кірка. Іноді вплив цих явищ буває комплексним.

Для оцінки умов перезимівлі озимої пшениці найчастіше використовується комплексний показник – мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кушіння.

Дуже поганими умовами вважаються такі умови, при яких у добре розвинених рослин навесні на 10-й день після відновлення вегетації буває менше 50% пагонів від осінньої їх кількості, поганими - 50-70%, незадовільними – 70-90%, задовільними (4) 90-100% і хорошими (5) – більше 100% пагонів [1].

Була розрахована імовірність абсолютних мінімумів на глибині вузла кушіння по областях Степової зони (табл. 1)

Таблиця 1 - Імовірність (%) абсолютних мінімумів температури ґрунту на глибині залягання вузла кущіння

| Станція   | Абсолютний мінімум температури ґрунту на глибині вузла кущіння, °С |       |       |       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|           | 5-10                                                               | 11-15 | 16-20 | 21-25 |
| Любашівка | 44                                                                 | 35    | 13    | 8     |
| Одеса     | 55                                                                 | 28    | 12    | 5     |
| Болград   | 54                                                                 | 30    | 11    | 5     |

Зміни клімату на території України в останні роки досить відчутні. Для оцінки можливих змін клімату використовуються різні сценарії. Для вирішення нашої задачі використано сценарій *A1B*.

Сценарій зміни клімату *A1B* реалізований в регіональній кліматичній моделі *REMO*, яка розроблена в Інституті метеорології ім. Макса Планка в Гамбурзі. Особливістю *REMO* є моделювання не лише річних режимів опадів та температури, але й вивчення між- та внутрішньосезонних характеристик, а також представлення цих змінних на основі функції густини ймовірності в порівнянні зі спостереженнями [2].

Розглянемо результати оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці за умов реалізації кліматичного сценарію зміни клімату *A1B*. Розрахунки показують, що температура повітря восени підвищиться на 1-2 °С, збільшиться тривалість осіннього періоду в середньому на 30-40 днів. Внаслідок цього осіння вегетація озимої пшениці порівняно з середніми багаторічними даними буде проходити в значно пізніший термін, посів відбуватиметься у другій, третій декадах жовтня, що на 30-40 днів пізніше багаторічних термінів.

Зміни погодних умов спричинятимуть значний вплив на характер формування рівня морозо- та зимостійкості рослин озимої пшениці. Встановлена чітка зворотна кореляція між вмістом розчинних вуглеводів у тканинах рослин і температурою повітря, та рівнем освітленості. Відхилення від оптимальних строків сівби призведе до суттєвого зменшення вегетативної маси рослин, продуктивного кущіння, розвитку вторинної кореневої системи, що негативно відбиватиметься на формуванні зимостійкості рослин восени, стабільності їхньої зимівлі та потенційній урожайності.

#### Перелік використаної літератури

1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Озима пшениця. Рослинництво: Підручник. – К.: Аграрна освіта, 2001. – с. 183-210.
2. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія. /під ред. С.М. Степаненко, А.М.Польового, Є.П. Школьного. – Одеса: Екологія, 2011. – 696 с.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА БІОПАЛИВА З ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*Вольвач О.В., к.геогр. н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет*

Ряд країн, особливо в останні роки, переходить на виробництво біопалива з цукрових буряків. Піонерами в цій справі є Франція та Німеччина, де збудовані для цього спеціалізовані й змішані підприємства, об'єднані в крупні компанії [1].

Найбільшими виробниками біоетанолу з рослин у світі є: США – 54,3% від загального обсягу виробництва, Бразилія – 33,7%, ЄС – 5%, Китай – 2,8%, Канада – 1,8% [3]. В Україні виробництво біоетанолу знаходиться поки що в зародковому стані, хоча природні умови для цього є найкращими серед усіх країн Європи. Тому Україні, як традиційно буряковій державі, доцільно використовувати цукрові буряки як сировину для виробництва біопалива.

Але виробництво біоетанолу в Україні поки що їде дуже повільними темпами: у 2012 році було вироблено 21,1 тис. т, що менше в 11 разів за існуючі потреби. З 1 тони коренеплодів цукрових буряків, вирощених в Україні, можна одержати 73 кілограми, або 100 л біоетанолу, що при врожайності 50 т/га забезпечує його вихід на рівні 3 600 кг або 4 500 літрів [2].

Нами було зроблено спробу оцінити можливості цукрової промисловості Вінницької області по виробництву альтернативного палива – біоетанолу з цукрових буряків в умовах зміни клімату на періоди 2011-2030 рр. та 2031-2050 рр. за сценаріями А1В та А2. Розрахунки були виконані за умов збереження посівних площ культури на рівні 2013 р., коли вони за даними Головного управління статистики у Вінницькій області складали 65 тис. га.

Результати розрахунків представлені на рис. 1. Можна бачити, що за умов реалізації сценарію зміни клімату А1В у перший сценарний період, коли очікувана врожайність цукрового буряку складатиме 314 ц/га, а валовий збір при посівній площі на рівні 2013 р. відповідно складатиме 2041 тис. т коренеплодів, можливо отримати 204 млн. л біоетанолу. У другий сценарний період, коли урожайність складатиме 344 ц/га, а валовий збір – 2236 тис. т, можна отримати 224 млн. л біоетанолу.

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 у перший сценарний період, коли очікувана врожайність цукрового буряку складатиме 344 ц/га, а валовий збір при посівній площі на рівні 2013 р. відповідно складатиме 2041 тис. т коренеплодів, можливо отримати також 224 млн. л біоетанолу. У другий сценарний період, коли урожайність складатиме 335 ц/га, а валовий збір – 2178 тис. т, можна отримати 218 млн. л біоетанолу.

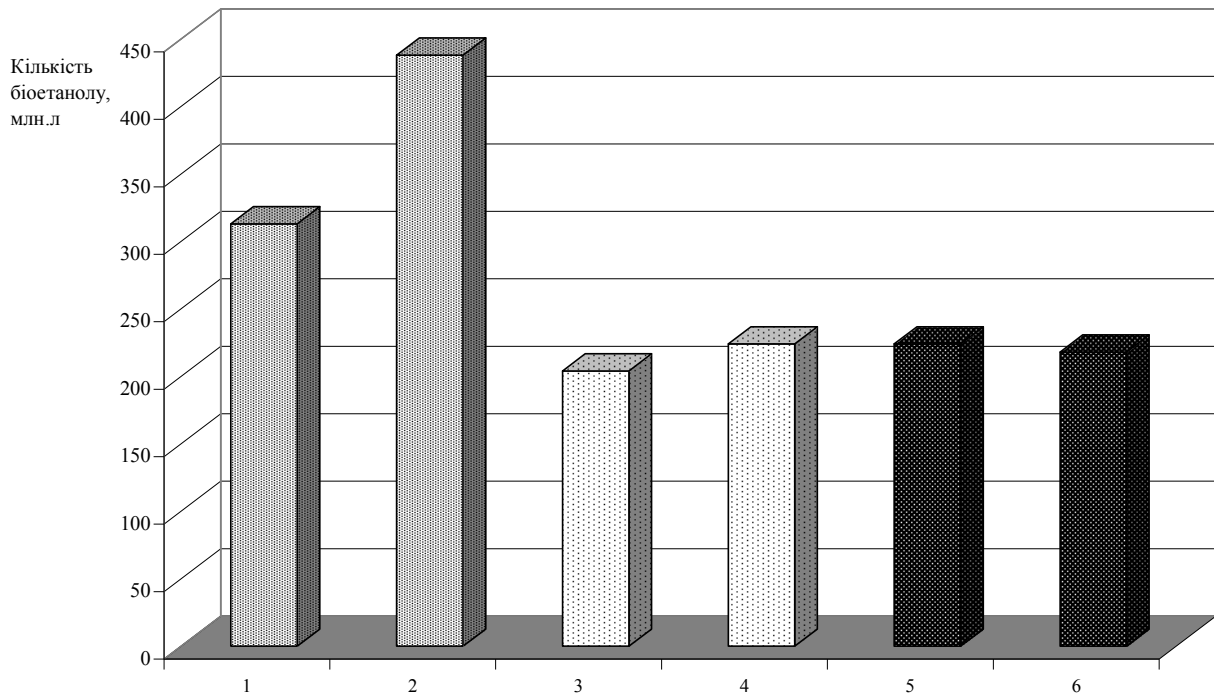


Рисунок 1 – Можливості виробництва біопалива в Вінницькій області у порівнянні з необхідною кількістю:

1 - необхідна кількість у 2013-2016 рр.; 2 - необхідна кількість з 2016 рр.; 3 - за умов реалізації сценарію А1В (2011-2030 рр.); 4 - за умов реалізації сценарію А2 (2011-2030 рр.); 5 - за умов реалізації сценарію А1В (2031-2050 рр.); 6 - за умов реалізації сценарію А2 (2031-2050 рр.)

Таким чином, отримані результати дозволяють рекомендувати виробникам сільськогосподарської продукції більше уваги приділяти саме цукровим бурякам як сировині для отримання альтернативних джерел палива, збільшувати посівні площі під цю культуру, відновлювати сівозміни, зменшувати посіви соняшника та ріпаку, модернізовувати цукрові та спиртові заводи, а також на юридичному рівні підтримувати виконання закону "Про альтернативні види палива".

### *Список використаної літератури*

1. Бондар В.С. Цукрові буряки, як відновлювальне джерело біоенергетики // Вісник цукровиків України. – 2014. № 1 (92). – С. 22-25.
2. Доронін А.В. Конкурентні переваги біоетанолу з продукції цукробурякового виробництва // Вісник цукровиків України. – 2013. № 8 (87). – С. 18-20.
3. Цукрові буряки (вирощування, збирання, зберігання) Під. заг. ред. Д. Шпаара. - К: ННЦ ІАЕ, 2005. - 340 с.

## ГЕОПРОЦЕСІНГОВА МОДЕЛЬ ПОЄДНАННЯ ГЕОДАНИХ GLOBELAND30 LULC TA GLOBAL FOREST CHANGE

*Глотка Д.В.*, науковий співробітник  
Український гідрометеорологічний інститут

Геодані типів землекористування є важливим вхідним параметром для розподілених гідрологічних моделей. У 2014 році вперше став доступним продукт GlobeLand30 - це растрові дані глобального охоплення, класифікації архіву ДЗЗ Landsat з роздільною здатністю 30 м. В них виділено наступні класи: штучні поверхні (artificial surfaces), bare land (відкритий ґрунт), cultivated land (с/г землі), forest (ліс), grassland (луки), shrubland (чагарники), water bodies (водні об'єкти) та wetland (водно-болотні угіддя) [1]. Іншими важливими геоданими на основі ДЗЗ Landsat є Global Forest Change (GFC), які зображають відсоток зімкненості лісового пологу, втрати та приріст лісу з 2000 по 2012 (2016), з роздільною здатністю 25 м [3].

Через обраний об'єкт класифікації та методику, дані Global Forest Change краще відображають лісовий покрив. З міркувань покращення якості, запропонований алгоритм злиття (merging) геоданих для отримання результуючого растру типів землекористування (рис.1).

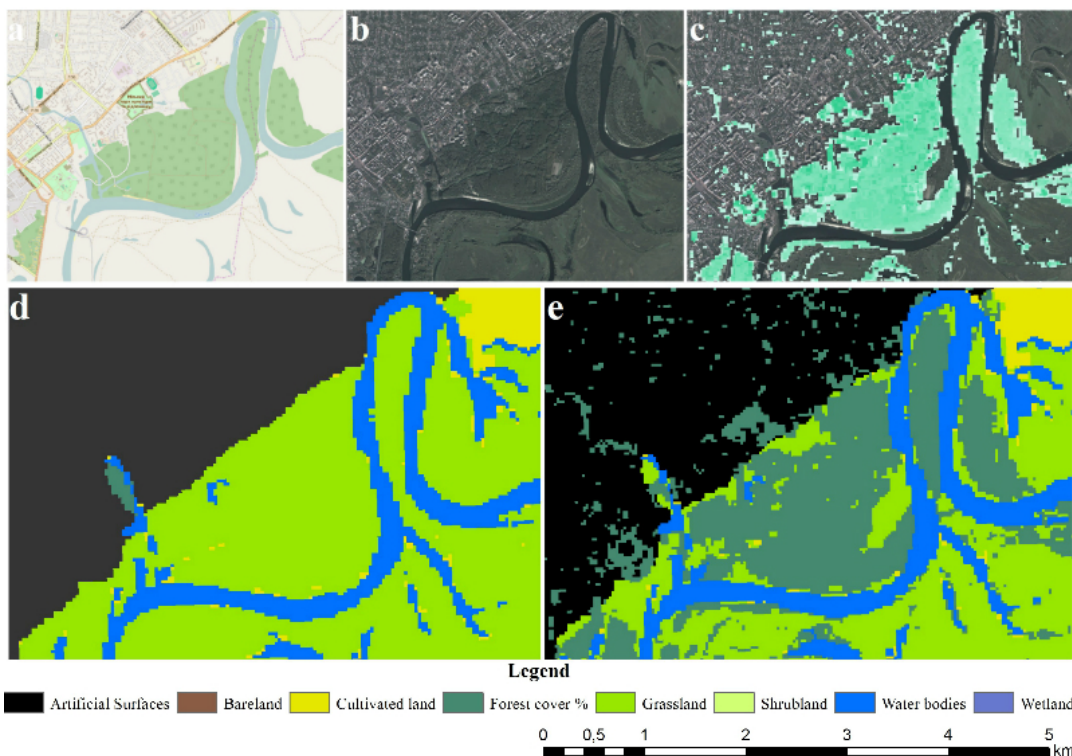


Рисунок 1 -Порівняння (a) Open Street Map, (b) Google Earth[2], (c) Global Forest Change, (d) GlobeLand30, (e) Результуючий растр

Для верифікації результатів, нанесено 535 точок, розміщених випадковим чином пропорційно до площі класів у межах басейну р. Десни.



Матриця помилок та Каппа коефіцієнт вказують на покращення загальної точності класифікації (Overall accuracy, OA) з 70% до 77,8% (Каппа коефіцієнт з 0,57 до 0,68) у результуючому растрі типів землекористування, зі збільшенням точності виробника (Producer's accuracy, PA) для класу ліс на 23% (табл.1). Отримані геодані зменшують помилки у розподілених гідрологічних моделях на етапі підготовки вхідних параметрів та можуть бути використані розробниками GlobeLand30 для удосконалення результатів глобальної класифікації типів землекористування.

Таблиця 1. – Матриця помилок для результуючого растру землекористування

| Клас                | 1          | 2         | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8          | UA           |
|---------------------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|--------------|
| с/г землі (1)       | <b>202</b> | 28        | 18       | 2        | 0        | 6        | 7        | 10         | 0,74         |
| луки (2)            | 3          | <b>32</b> | 4        | 0        | 0        | 0        | 7        | 3          | 0,65         |
| чагарники (3)       | 0          | 3         | <b>6</b> | 0        | 0        | 0        | 1        | 0          | 0,60         |
| водно-болотні (4)   | 0          | 0         | 1        | <b>9</b> | 0        | 0        | 0        | 0          | 0,90         |
| водні об'єкти (5)   | 0          | 0         | 0        | 1        | <b>9</b> | 0        | 0        | 0          | 0,90         |
| штучні поверхні (6) | 2          | 3         | 2        | 0        | 0        | <b>6</b> | 2        | 1          | 0,38         |
| відкритий ґрунт (7) | 0          | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | <b>8</b> | 2          | 0,80         |
| ліс (8)             | 1          | 2         | 3        | 3        | 3        | 0        | 1        | <b>144</b> | 0,92         |
| PA                  | 0,97       | 0,47      | 0,18     | 0,60     | 0,75     | 0,50     | 0,31     | 0,90       | <b>535</b>   |
|                     |            |           |          |          |          |          |          |            | <b>OA</b>    |
|                     |            |           |          |          |          |          |          |            | <b>0,78</b>  |
|                     |            |           |          |          |          |          |          |            | <b>Каппа</b> |
|                     |            |           |          |          |          |          |          |            | <b>0,68</b>  |

### Список використаної літератури

1. Chen, J., Liao, A., Cao, X., *et al.* (2015). Global land cover mapping at 30 m resolution: A POK-based operational approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 103, 7–27. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.globallandcover.com/GLC30Download>
2. Google Earth V 7.1.1.1888. (October 3, 2012). Chernigiv, Ukraine. 51,491182° N, 31,331118° E, Eye alt 117 m. DigitalGlobe 2016. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.earth.google.com>
3. Hansen, M.C., Potapov, P., Moore, R., *et al.* (2013a). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342, 850–853. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

## АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТИВНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ТЕРИТОРІЇ СТЕПУ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*Дронова О.О., к.геогр. н., доцент  
Одеський державний екологічний університет*

Клімат суттєво впливає на формування врожаю сільськогосподарських культур. Він значною мірою визначає середній рівень врожайності, її міжрічну мінливість і просторову структуру.

Щорічно через глобальне потепління у світі втрачається понад 1 млн сільськогосподарських угідь. Зокрема, Україна за 40 років втратить 12-14 % таких земель. За той же час Євросоюз - майже 30 % орних площ. Виходячи з цих двох критеріїв, експерти Української аграрної конфедерації зробили висновок, що Україна в 2050 році буде забезпечувати експорт не менш як 45 млн т зерна, що становитиме приблизно 15 % світового експорту. Тому проблема оцінки впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування, продуктивність та валові збори зерна головної зернової культури України є дуже актуальною.

Порівняльну оцінку агрокліматичних умов весняно-літнього періоду озимої пшениці проводили за основними міжфазними періодами: відновлення вегетації- нижній вузол соломини, нижній вузол соломини – воскова стиглість.

Для території північностепової підзони у розрахунковий період 2011-2050 рр. може спостерігатися зміщення на 4 дні у бік зими дати відновлення вегетації, та на тиждень раніше може наступати дата появи нижнього вузла соломини. Відповідно 15 березня та 20 квітня. Тривалість цього міжфазного періоду може зменшитися на 4 дні і становитиме 36 днів. При середній температурі за період – 7,8°C, що на 0,8 градусів вище, ніж у середньому багаторічному. Дата воскової стиглості озимої пшениці у північностеповій підзоні може спостерігатися на кінці третьої декади червня, що на 6 днів раніше, ніж за середніми багаторічними даними. Проте, тривалість міжфазного періоду нижній вузол соломини - воскова стиглість майже не зменшиться і може становити 70 днів. В цілому, весь період весняно-літньої вегетації озимої пшениці у розрахунковому періоді триватиме 106 днів при середній температурі повітря 13,5° С. Сума опадів, яка може випадати за період літньої вегетації озимої пшениці може дещо збільшитися до 197 мм (106 %).

На території середньостепової підзони у розрахунковий період може спостерігатися суттєве зміщення дат настання основних фаз розвитку озимої пшениці майже на 2 тижні у бік зими. Так, відновлення вегетації у розрахунковий період може спостерігатися 1 березня, тоді як у середньому багаторічному спостерігається 15 березня. Дата настання фази нижній

вузол соломини також може зсунутися на 2 тижні на 11 квітня, проти 25 у середньому багаторічному.

Завдяки більш ранньому настанню дати відновлення вегетації середня температура повітря за міжфазний період дещо зменшиться на  $0,6^{\circ}\text{C}$ , що, напевне спричинить збільшення періоду вегетації до 116 днів. Як негативний факт, слід зазначити, що у розрахунковий період, в разі реалізації сценарію зміни клімату A1B, має спостерігатися суттєве зменшення кількості опадів, як за міжфазні періоди, так й за весь весняно-літній період вегетації у цілому.

У сухостеповій підзоні в цілому весь весняно-літній період вегетації озимої пшениці за сценарієм зміни клімату A1B майже не зазнає змін. Тривалість у розрахунковий період всього весняно-літнього періоду може становитиме 111 днів, тоді як у середньому багаторічному вона становить 105 днів. При цьому майже не зміниться і середня декадна температура повітря за вегетацію культури -  $13,2^{\circ}\text{C}$  у базовому періоді та  $13,5^{\circ}\text{C}$  у розрахунковому. У середньому багаторічному сума активних температур, що накопичується за весь період весняно-літньої вегетації становить  $1371^{\circ}\text{C}$ , ефективних –  $851^{\circ}\text{C}$ . Сума опадів також майже не зазнає змін. У середньому багаторічному вона становить 125 мм, а згідно з нашими розрахунками в разі реалізації сценарію зміни клімату A1B може становити 127 мм.

Для проведення порівняльної характеристики показників продуктивності озимої пшениці нами розглядалися такі варіанти: базовий період (1986-2005рр.); кліматичні умови двох розрахункових періодів за сценарієм A1B: період 2011-2030 рр. та період 2031-2050 рр.; кліматичні умови періодів 2011-2030 рр. та 2031-2050 рр. сценарію A1B при збільшенні  $\text{CO}_2$  в атмосфері на 30%.

Як і в розрахунковому періоді 2011-2030 роки у розрахунковий період 2031-2050 рр. за умов реалізації сценарію зміни клімату A1B для території Степу простежується закономірність щодо зменшення рівня врожаїв по відношенню до середнього багаторічного на території Степу.

На території Степу в разі реалізації сценарію A1B можна очікувати зменшення рівня врожаїв до 70 – 80%. Площа листової поверхні може змінюватися від 1,9 до  $1,0\text{ м}^2/\text{м}^2$ . Чиста продуктивність фотосинтезу – від 74 до  $78\text{ г}/\text{м}^2$ . Фотосинтетичний потенціал за весь вегетаційний період може змінюватися від 110 до  $120\text{ м}^2/\text{м}^2$ . Максимальний приріст біомаси рослин становитиме від 134 до  $152\text{ г}/\text{м}^2$ , а загальна біомаса – від 507 до  $570\text{ г}/\text{м}^2$ .

Таким чином, в результаті проведеної оцінки умов росту та розвитку озимої пшениці можна зробити висновок що для території Степу можна очікувати на посилення негативного впливу посушливих умов на вегетацію озимої пшениці, які призведуть до зниження рівня урожаїв до 70% від базового в разі реалізації сценарію зміни клімату A1B.

## ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА РОЗВИТОК ЛУГОВОГО МЕТЕЛИКА

*Друмов Д.В., аспірант 2-го року навчання*

*Польовий А.М., професор, д.геогр.н., академік ВШ України*

*Одеський державний екологічний університет*

Луговий метелик один із найбільш небезпечних шкідників овочевих, пропасних культур, багаторічних трав і пасовиськ.

В Харківській області в середньому багаторічному спостерігається три регенерації лугового метелика. Якщо складатимуться сприятливі умови наприкінці серпня та у вересні, тобто якщо перехід температури через 12 °С буде спостерігатись пізніше середніх багаторічних, то може бути й чотири регенерації.

Сума температур є інтегральним показником, який характеризує залежність темпів розвитку лугового метелика від температурного режиму середовища. Найчастіше для визначення розвитку кількості поколінь використовується сума ефективних температур вище 12 °С. Повний розвиток одного покоління лугового метелика завершується при сумі ефективних температур 450 °С. Нами були розраховані суми температур для Харківської області та розрахована кількість поколінь на протязі з 1992 по 2002 рр. Найбільша чисельність метелика спостерігалась у 1999 та у 2002 роках. В середньому в східних областях України формується від 2,5 до 2,8 популяцій лугового метелика. Нами був побудовано графік залежності кількості популяцій лугового метелика від сум ефективних температур (рис. 1).

Для того щоб встановити залежність між чисельністю гусені та сумою опадів ( $x$ ) були розраховані коефіцієнти кореляції між цими двома показниками та побудовані графіки. Коефіцієнт кореляційного відношення досить високий і становить 0,9.

Також було розраховано залежність кількості гусені від коефіцієнту зволоження  $ГТК$ . Коефіцієнт кореляції між значеннями  $ГТК$  та чисельністю гусені лугового метелика - зв'язок досить тісний і характеризується коефіцієнтом кореляції 0,8.

Вважаючи, що головним у розповсюдженні лугового метелика є зволоження території (сума опадів,  $ГТК$ ), встановлено, що сприятливі умови для розповсюдження лугового метелика в Харківській області спостерігались у 1999, 2000, 2001, 2000 та 2007 роках по всій території. Найбільше розповсюдження метелика спостерігалось за значенням  $ГТК$  вище 1,2.

Розповсюдження шкідника і його чисельність залежать не тільки від умов поточного року, але і від умов попереднього. Було отримане рівняння зв'язку часу вильоту метеликів першого покоління після зимівлі від сум

ефективних температур, *ГТК* періоду закінчення живлення гусені восени попереднього року, *ГТК* періоду лялькування покоління, яке ввійшло в зимівлю та висоти снігового покриву у лютому – березні поточного року.

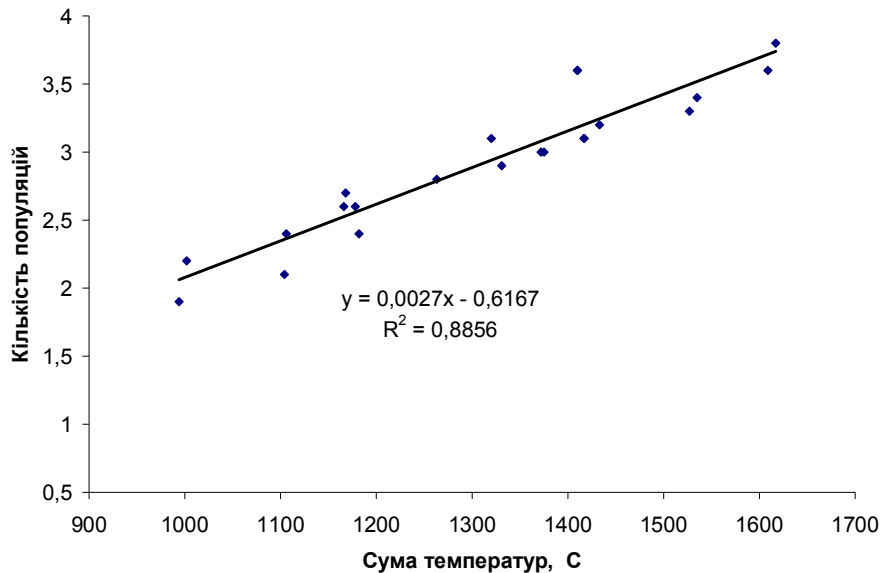


Рисунок 1 - Залежність кількості популяцій лугового метелика від сум ефективних температур

Було отримане рівняння зв'язку часу вильоту метеликів першого покоління після зимівлі:

$$Y = 165 - 36,4 X_1 - 32,1 X_2 - 1,9 X_3 - 11,2 X_4,$$

де  $X_1$  - сума ефективних температур,

$X_2$  - *ГТК* періоду закінчення живлення гусені восени попереднього року,

$X_3$  - *ГТК* періоду лялькування покоління, яке ввійшло в зимівлю,

$X_4$  - висота снігового покриву у лютому – березні поточного року.

Виконані дослідження дозволяють зробити висновок, що лімітуючим фактором є недостатня кількість опадів в період льоту метеликів, особливо першого і другого поколінь. Встановлена чітка залежність чисельності лугового метелика від суми опадів в період льоту і дозрівання метеликів - кореляційне відношення становить 0,9 та залежність кількості популяцій лугового метелика від сум ефективних температур вище 12 °С. Таким чином, площа заселення луговим метеликом сільськогосподарських культур залежить від умов волого забезпечення в критичний

## ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА ТЕРМІНИ СІВБИ ТА ДАТИ НАСТАННЯ ФАЗ РОЗВИТКУ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ

*Жигайло О.Л., к.геогр. н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет*

В Україні одною з найпопулярніших олійних культур є соняшник. Високий рівень рентабельності і попит на насіння спричинили значне розширення його посівних площ. Соняшник - основна олійна культура країни. За народногосподарської цінності та значенням він не поступається таким широко розповсюдженим культурам, як пшениця, кукурудза, соя. У порівнянні з іншими олійними культурами соняшник дає найбільший вихід олії з одиниці площі. На соняшникову олію припадає 98% загального виробництва олії в Україні.

Для оцінки впливу можливих змін клімату на строки сівби та терміни настання основних фаз розвитку соняшника були використані сценарії змін клімату в Україні RCP4.5 та RCP8.5. Для порівняльного аналізу сценарних даних з минулими даними з агрокліматичного довідника України береться період з 1986 до 2005 рр., що є базовим. В сценаріях RCP4.5 та RCP8.5 розглядається кліматичний період з 2021 до 2050 рр.

Розрахунки виконувались для природно-кліматичних зон України: Східний Лісостеп, Північний Степ і Південний Степ.

Із табл.1 видно, що середні багаторічні терміни сівби соняшнику спостерігались практично однакові в Східному Лісостепу (29 квітня) і Північному Степу (30 квітня), та зміщувались на більш ранні терміни в Південному Степу, а саме на 25 квітня.

За умов реалізації сценаріїв змін клімату RCP4.5 та RCP8.5, терміни сівби соняшнику мало відрізнятимуться і змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними в усіх досліджуваних природно-кліматичних зонах. Відчутніші відхилення очікуються у Степовій зоні: у Північному степу (14-19 днів), у Південному Степу (15-17 днів).

Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи соняшнику за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігались в Східному Лісостепу і Північному Степу 15 травня, а в Південному Степу – 10 травня. За сценаріями зміни клімату RCP4.5 та RCP8.5 відхилення термінів сходів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 9-10 днів в Східному Лісостепу, на 11-13 днів – в Північному Степу і на 13-15 днів – в Південному Степу.

Наступна за сходами фаза цвітіння за обома сценаріями в усіх розглянутих природно - кліматичних зонах очікується близькою до середніх багаторічних. Відмінність у термінах настання цвітіння за сценаріями буде спостерігатись в Східному Лісостепу, де за сценарієм RCP4.5 воно очікується раніше середніх багаторічних на 3 дні, а за сценарієм RCP8.5 пізніше на 2 дні.

Таблиця 1.– Фази розвитку соняшнику за середніми багаторічними даними та сценаріями змін клімату RCP4.5 і RCP 8.5

| Кліматичний період | Сівба | Фази розвитку |          |                        | Тривалість<br>вегет.<br>періоду, дні |
|--------------------|-------|---------------|----------|------------------------|--------------------------------------|
|                    |       | Сходи         | Цвітіння | Збиральна<br>стиглість |                                      |
| Східний Лісостеп   |       |               |          |                        |                                      |
| 1986-2005          | 29.04 | 15.05         | 23.07    | 15.09                  | 139                                  |
| Сценарій RCP4.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 16.04 | 06.05         | 20.07    | 06.09                  | 143                                  |
| Різниця            | -13   | -9            | -3       | -9                     | +4                                   |
| Сценарій RCP8.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 17.04 | 05.05         | 25.07    | 05.09                  | 141                                  |
| Різниця            | -12   | -10           | +2       | -10                    | +2                                   |
| Північний Степ     |       |               |          |                        |                                      |
| 1986-2005          | 30.04 | 15.05         | 16.07    | 10.09                  | 133                                  |
| Сценарій RCP4.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 15.04 | 04.05         | 15.07    | 29.08                  | 135                                  |
| Різниця            | -15   | -11           | -1       | -11                    | +2                                   |
| Сценарій RCP8.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 11.04 | 02.05         | 12.07    | 26.08                  | 137                                  |
| Різниця            | -19   | -13           | -4       | -14                    | +4                                   |
| Південний Степ     |       |               |          |                        |                                      |
| 1986-2005          | 25.04 | 10.05         | 08.07    | 30.08                  | 127                                  |
| Сценарій RCP4.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 10.04 | 27.04         | 03.07    | 17.08                  | 129                                  |
| Різниця            | -15   | -13           | -5       | -13                    | +2                                   |
| Сценарій RCP8.5    |       |               |          |                        |                                      |
| 2021-2050          | 08.04 | 25.04         | 02.07    | 16.08                  | 130                                  |
| Різниця            | -17   | -15           | -6       | -14                    | +3                                   |

Збиральна стиглість за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалась в Східному Лісостепу 15 вересня, у Північному Степу – 10 вересня, а в Південному Степу – 30 серпня. За сценаріями зміни клімату відхилення термінів очікуються за обома сценаріями і наставатимуть раніше середніх багаторічних на 9-10 днів в Східному Лісостепу, на 11-14 днів – в Північному Степу і на 13-14 днів – в Південному Степу. Сценарна тривалість періоду вегетації соняшника мало відрізнятиметься від середньої багаторічної.

## АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ СЕЗОНІВ РОКУ У ЗОНІ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**Кіріяк Ю.П., Трикоз Л.В.**

*Херсонський обласний центр з гідрометеорології.*

Факти про зміну клімату останніх десятиліть вже не залишають сумнівів у тому, що клімат змінюється і це відбувається з наростаючою швидкістю. Зміна клімату внаслідок глобального потепління є однією із важливих проблем XXI сторіччя[1]. Кліматичні зміни, викликані глобальним потеплінням в зоні Південного Степу України, характеризуються зміною таких параметрів як температура оточуючого середовища, тривалість зимового періоду, кількість та структура опадів і т.п. [2]. Початок потепління умовно відноситься до середини 1970-х років, тому для аналізу інтенсивності змін клімату у розрізі сезонів року було використано дані за період з 1977 по 2016 рр. (40 років), а також розглянуто кожний сезон року окремо та проведено оцінку зміни кліматичної характеристики. Аналіз проводився за даними метеорологічних спостережень агрометеорологічної станції Херсон[3]. Також було проведено порівняння сезонного температурного режиму по відношенню до кліматичної норми (1961-1990 рр.).



Рис.1 Зима



Рис.2 Весна



Рис. 3 Літо



Рис. 4 Осінь

Першим було розглянуто зимовий сезон (грудень-січень)(рис. 1). За кліматичною нормою середня температура повітря зими складає 1,6 °С морозу. Аналізуючи дослідний період, було встановлено, що у 14 роках, а саме у 1977-78, 1984-88, 1991-92, 1996-97, 2003, 2006 та 2012 роках, зимовий температурний режим був нижчим за кліматичну норму на 0,1-4,0 °С та становив 1,7-5,6 °С морозу, решта часу показники



знаходились в межах 1,4°C морозу –1,7 °C тепла, що на 0,2-3,3 °C вище норми.

Надалі було розглянуто весняний сезон (березень-травень)(рис. 2). Кліматична норма весни становить 9,4°C тепла. За останні 40 років нижчою за норму середня сезонна температура весни була зафіксована у 9 роках – у 1980-82, 1985, 1987, 1991-93 та 1997 роках та становила 5,1-9,3 °C тепла з відхиленням від норми на 0,1-4,3 °C. Решту дослідних років температурний фон весни був вищим за норму на 0,1-2,9 °C, а у 1996 та 2003 роках він знаходився в межах кліматичної норми.

Наступним кроком булорозглянутолітній сезон (червень-серпень) (рис.3). Кліматична норма літа складає 21,0 °C тепла. За період спостережень 1977-2016 рр. у 12 роках –1977, 1978, 1980, 1982-85, 1987, 1990, 1993, 1997 та 2004 роках середня температура літа була нижчою за норму на 0,3-1,5 °C та складала 19,5-20,7 °C тепла. Решту років відхилення вище норми склало 0,2-3,9 °C та сезонна температура - 21,2-24,9 °C тепла.

Останнім проаналізуємо осінній сезон (вересень-листопад) (рис. 4). При порівнянні з кліматичною нормою осені, яка складає 10,2 °C тепла, можна побачити, що за 40 дослідних років у 16 роках температурний сезонний режим був нижчим за норму на 0,1-2,7 °C та становив 7,5-10,1 °C тепла. Решту років температурний режим перевищував кліматичну норму на 0,1-3,3 °C та складав 10,3-13,5 °C тепла, а у 1980 та 2000 роках осінній сезон був в межах норми.

**Висновки.** Таким чином, проаналізувавши дані середніх сезонних температур повітря у зоні Південного Степу України за період спостережень з 1977 по 2016 рр., можна зробити висновок про те, що відбувається зростання середньої сезонної температури повітря та простежується у 60-73% з 40 дослідних років її відхилення від кліматичної норми в бік підвищенняз найбільшими швидкостями зростання температур улітній період. Наведені вище результати аналізу кліматичних характеристик сезонів потребують подальшого вивчення.

#### **Список використаної літератури**

1. Степаненко С.М., Польовий А.М., Лобода Н.С., та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія]/колектив авт...: С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода [та ін.]; за ред., С.М. Степаненка, А.М. Польового,- Одеса: Вид. «ТЕС», 2015,- 257 с.
2. І.Ю. Горбатенко. Перспективи застосування досягнень молекулярної біології при глобальному потеплінні та деякі аспекти динаміки осередків пильщиків в Херсонському регіоні/І.Ю. Горбатенко, Ю.П. Кіріяк, С.В. Назаренко// НААН України, Інститут тваринництва степових районів, імені М.Ф. Іванова «Асканія-Нова». Науковий вісник «Асканія-Нова». - 2016. - Вип. 9. - С. 266-280.
3. Агрометеорологічні огляди по Херсонській області за 1977-2016 рр.

## ОЦІНКА БІОКЛІМАТИЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА СТУПІНЬ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ КАРТОПЛЕЮ

*Кирнасівська Н.В., к.геогр.н., доцент*  
*Одеський державний екологічний університет*

Біокліматичний потенціал клімату належить до числа тих не багатьох видів практично невичерпних природних ресурсів, що постійно відновлюються, доступні людині для використання і в процесі експлуатації не погіршують екологічну обстановку.

Повне бонітування клімату передбачає два основних етапи. На першому етапі оцінюється загальний сільськогосподарський потенціал природного середовища за ресурсами клімату на основі загальних показників тепло - і вологозабезпеченості. На другому етапі оцінюється сільськогосподарський потенціал природного середовища за ресурсами клімату стосовно до окремих (конкретних) сільськогосподарських культур та їх груп, і система показників бонітету формується з урахуванням вимог рослин до клімату.

Враховуючи вище сказане нами на основі фізико-статистичної моделі Шашко Д.І. [3] з веденням ряду модифікаційних формул на першому етапі виконана оцінка загальної біологічної продуктивності клімату Львівської області в природних умовах (*БКП*, *Бк*). Подальша регіоналізація розрахункової схеми оцінки біокліматичного потенціалу для території яка являє собою горбистий або низькогірський рельєф проводиться з введенням перехідних коефіцієнтів для перерахунку значень *БКП* і *Бк* для північних, південних, західних і східних схилів крутизною 5, 10, 15, 20° через коефіцієнти. Алгоритм розрахунку викладено у роботах [1-2].

Використовуючи модель, виконані розрахунки біологічної продуктивності клімату в відносних одиницях і балах для території Львівської області. Встановлено, що в умовах природного зволоження значна частина території області, яка розташована на Подільській височині, має високу продуктивність клімату. Тут *БКП* і *Бк* складають відповідно 2,70 – 2,90 і 150 – 160 балів. Тут  $\Sigma T_c > 10^0 C$  змінюються від 2400 до 2550 °C. Опадів випадає 680 – 850 мм в рік. Залежно від цього *Мд* становить 0,52 – 0,73, а *K<sub>p</sub>* змінюється від 1,0 – 0,85. Порівняно з рівнинними землями, в передгір'ї Карпат на висоті 590 м суми температур за теплий період зменшуються в 1,5 рази, а опади за рік зростають на 120-200 мм. Це визначає значне зниження біологічної продуктивності клімату в цих районах. Наприклад, ст. Турка та Славське мають середню і підвищену продуктивність клімату. Тут *Бк* і *БКП* становлять відповідно 120 – 140 балів і 2,18 – 2,54.

В умовах оптимального зволоження значення *БКП'* і *Бк'* для районів, які розташовані в північній частині області складають відповідно 2,31 –

2,54 і 127 – 140 балів. З просуванням в гори біологічна продуктивність клімату знижується і становить 1,82 – 1,98 та 109 – 100 балів.

Дана кількісна оцінка мікрокліматичної мінливості біокліматичного потенціалу за рахунок мінливості сум сумарної радіації за теплий період на північних і південних схилах крутизною 5°, 10°, 15°, 20° для 11-ти станцій досліджуваної області. Визначені абсолютні значення сум сумарної радіації на схилах за теплий період. Наприклад, на північних схилах, крутизною 10°, 20° прихід сум сумарної радіації зменшується в порівнянні з відкритим рівним місцем і становить для ст. Рава-Руська відповідно 2431, 2257 МДж/м<sup>2</sup>. З просуванням на південь області, в передгірських районах значення  $\Sigma Q'_{cx}$  зменшуються на 463 і 469 МДж/м<sup>2</sup>. Виявлено, що прихід сум сумарної радіації на південні схили, на противагу північним, збільшується. Наприклад на ст. Рава-Руська прихід  $\Sigma Q'_{cx}$  при крутизні схилу 10° становить 2712 МДж/м<sup>2</sup>. У передгір'ї Карпат (ст. Славське) при тій же крутизні, сума сумарної радіації становить 2141 МДж/м<sup>2</sup>.

Виконані розрахунки  $B_k$  для північних і південних схилів. Виявлено, що на південних схилах крутизною 10° і 20° можливе збільшення біологічної продуктивності клімату, наприклад, на півночі області на 6 і 9 балів у порівнянні з горизонтальною поверхнею. На північних схилах аналогічної крутизни  $B_k$  знижується на 10 і 19 балів. На висоті 600 м над рівнем моря біологічна продуктивність клімату падає на північних схилах крутизною 10°, 20° на 7, 20 балів відповідно. На південних схилах може спостерігатися збільшення  $B_k$  на 4 і 7 балів порівняно з відкритим рівним місцем.

Для раціонального розміщення картоплі в досліджуваній області та виявлення найбільш сприятливих умов для її вирощування виконана оцінка ефективності використання біокліматичного потенціалу території культурою для умов відкритого рівного місця і земель, які розташовані в умовах складного рельєфу. При цьому коефіцієнт ефективності використання  $B_k$  картоплею в першому агрокліматичному районі складає 75-81%, в передгірському не перевищує 75%. Встановлена загальна закономірність збільшення коефіцієнта ефективності використання  $B_k$  культурою на північних схилах на 3-5%, при чому з збільшенням їх крутизни, і зменшення – на південних на 2-3%.

#### **Список використаної літератури.**

1. Мищенко З.А. Кирнасовская Н.В. Агроклиматические ресурсы Украины и урожай. - Одесса.: Экология, 2011. - 291 с.
2. Мищенко З.А., Кирнасовская Н.В. Метод региональной оценки и районирования биоклиматического потенциала территории Украины // Ж. Метеорология и гидрология. 2005. - №5. – с.72-81.
3. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР, - М.: Колос, 1967. – 334 с.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОСЕВОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОЖИДАЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Клещенко А.Д., д.г.н., профессор, Савицкая О.В., к.г.н.  
ФГБУ «Всероссийский НИИ сельскохозяйственной метеорологии»*

В последние годы во всем мире широкое развитие получают методы исследований подстилающей поверхности с помощью спутниковой информации. Это связано, с одной стороны, с существенным прогрессом в создании спутниковых систем различного пространственного разрешения и доступом в получении информации, а также с быстрым развитием компьютерных систем, позволяющих в оперативном режиме обрабатывать большие объёмы спутниковой информации. Одним из важных объектов таких исследований являются объекты сельскохозяйственного назначения, в первую очередь посевы сельскохозяйственных культур.

Общее описание систем для дистанционного зондирования (ДЗ) дается в ряде публикаций [1, 6]. Также существует большое количество публикаций по вопросам получения, обработки и архивации информации. В этой статье мы кратко остановимся на тех разработках, которые внедрены в оперативную практику агрометеорологического обеспечения аграрного сектора экономики страны. Как показали многие исследования [1–5] существует хорошая зависимость между отражением оптического излучения в красном (К) и ближнем инфракрасном (ИК) диапазонах спектра (и их отношением) и количеством надземной биомассы, площадью листовой поверхности и др., что позволяет разрабатывать методы мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур. На величину спектральных коэффициентов отражения большое влияние оказывают многие факторы: условия освещения, оптические свойства атмосферы и почвы и т.д. Для минимизации искажающего влияния указанных факторов был предложен достаточно простой способ нормализации отношения путем отнесения разности коэффициентов отражения (яркости) в ИК и красном участках спектра к их сумме.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1)$$

где  $NIR$  – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

$RED$  – отражение в красной области спектра.

Этот индекс получил свое название от английской аббревиатуры (normalized difference vegetation index-NDVI) – нормализованная разность, называемый также «вегетационный индекс»

В настоящее время NDVI является основным параметром, получаемым на основе спутниковых данных и применяемым для мониторинга растительности по всему земному шару. С помощью этого параметра рассчитывается и оценивается продуктивность растительности и ее внутригодовая изменчивость, фенологические изменения, продолжительность вегетационного периода, рассчитывается и оценивается продуктивность растительности и ее внутригодовая изменчивость, фенологические изменения, продолжительность вегетационного периода, начало созревания или массового листопада, оценка процессов опустынивания и др.

В ФГБУ «ВНИИСХМ» в результате многолетних исследований были разработаны методы ежедекадного мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур, оценка ожидаемой урожайности, метод мониторинга засух. Были разработаны соответствующие технологии, которые позволяют регулярно получать карты оценки состояния посевов сельскохозяйственных культур, как по отдельным регионам, так и в целом по России.

### ***Список использованной литературы***

1. Гарбук С.В., Гершензон В.Е. Космические системы дистанционного зондирования Земли. – М.: Изд-во А и В, 1997. –296 с.
2. Клещенко А.Д. Оценка состояния зерновых культур с применением дистанционных методов. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 296 с.
3. Рачкулик В.И., Ситникова М.В. Отражательные свойства и состояние растительного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. –288 с.
4. Asrar, G., M., Kanemasu, E. T., and Hatfield, J.L. (1984), Estimating absorbed photosynthetic radiation and leaf index from spectral reflectance in wheat, Agron. J., 76:300–306.
5. Baret F. and Guyot G. (1991), Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment, //Remote Sens, Environ., 35: 161–173.
6. Ozalp H. Y. (2007), The recent Developments in the Use of Remote Sensing as a Tool for the Detection of Droughts, Forest fires etc., and the Potential for using the next generation of meteorological satellites, CAgM Report №89, p.45 -59.

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА РІСТ, РОЗВИТОК І ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ГОРОХУ В ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Колосовська В.В., асистент, Польовий А.М., д.геогр.н., професор,  
Одеський Державний Екологічний Університет*

Зернобобові культури – одна з найважливіших груп сільськогосподарських рослин.

Сучасний рівень валового виробництва зерна зернобобових культур в Україні не задовольняє потреб народного господарства. Основний напрям успішного вирішення цієї проблеми - подальше підвищення середньої врожайності зернобобових культур в усіх районах їх вирощування. Зважаючи на важливість цієї культури, розглянемо як будуть змінюватись умови розвитку гороху під впливом змін клімату [1-5].

Для сільськогосподарських культур на фоні зміни кліматичних умов за розрахунковий період з 2015 по 2050 рр. нами розглядалися такі варіанти: базовий період (1986 – 2005 рр.); кліматичні умови розрахункового періоду за сценарієм *rsp 45* за період 2015 – 2050 рр.; кліматичні умови періоду 2015 – 2050рр.за сценарієм *rsp 45* (кліматична норма + CO<sub>2</sub>);

Для дослідження використовувався сценарій можливих змін клімату *rsp 45* на період до 2050 року. Розрахунки виконувались для Лісостепу України.

Середні багаторічні терміни сівби гороху в лісостеповій зоні спостерігались 8 квітня. За умов реалізації сценарію зміни клімату *rsp 45*, терміни сівби гороху змістяться на більш ранні строки в порівнянні з середніми багаторічними. Так, відчутні відхилення спостерігатимуться в Лісостепу на 6 днів. Відповідно змістяться і строки появи сходів. Сходи гороху за середніми багаторічними даними базового періоду спостерігалися в Лісостепу 25 квітня. За сценарієм зміни клімату *rsp 45* відхилення термінів сходів наставатимуть пізніше середніх багаторічних термінів на 8 днів.

Наступні за сходами фази розвитку гороху цвітіння та досягання за сценарієм *rsp 45* наставатимуть пізніше, ніж в базовий період – на 3 дні. Внаслідок зміни термінів настання фаз розвитку гороху зміниться і тривалість його вегетаційного періоду. Вона зросте від 95 днів (середня багаторічна) до 111 днів в лісостеповій зоні. Під впливом змін клімату зміняться агрокліматичні умови вирощування гороху. В період від сходів до цвітіння середня температура повітря за середніми багаторічними значеннями коливалась в межах 14,4 °С.

За сценарієм зміни клімату *rsp 45* від сходів до цвітіння середня температура склала 11,1 °С. Розрахунки за сценарієм показують, що в цей

період очікується середня температура нижче базової на  $-3,3^{\circ}\text{C}$ . Сума опадів в період від сходів до цвітіння за середніми багаторічними даними склала 100 мм. Кількість опадів від сходів до цвітіння за сценарієм *rsp 45* збільшиться на 17-19 %.

Зміни агрокліматичних умов спричинять зміну показників фотосинтетичної діяльності посівів гороху, що обумовить рівень його урожайності. *Площа листя* в період максимального розвитку в середньому за базовий період склала  $2,0 \text{ м}^2/\text{м}^2$ . Розрахунки за сценаріями *rsp 45* по варіанту «клімат» показують, що збільшення площі листя відбудеться за сценарієм *rsp 45* на 9 %. Розрахунки за варіантом «клімат +  $\text{CO}_2$ » вказують на збільшення площі листя в порівнянні із її середнім багаторічним значенням і в порівнянні з варіантом «клімат», а саме на 13 %.

В Лісостепу фотосинтетичний потенціал за сценарієм *rsp 45* буде зростати на 17 % у варіанті «клімат» та на 25 % у варіанті «клімат +  $\text{CO}_2$ » і становитиме 109 та  $121 \text{ м}^2/\text{м}^2$  відповідно. Найвищі значення чистої продуктивності фотосинтезу за середніми багаторічними даними становила  $76 \text{ г}/\text{м}^2$ . В разі реалізації сценарію *rsp 45* чиста продуктивність фотосинтезу у варіантах «клімат» та «клімат +  $\text{CO}_2$ » зменшиться на  $7 \text{ г}/\text{м}^2$  (10%), у варіанті «клімат +  $\text{CO}_2$ » на  $5 \text{ г}/\text{м}^2$  (17 %).

В Лісостепу за сценарієм *rsp 45* в обох варіантах очікуються найбільші прирости врожаю – до 27 та 29 ц/га, що вище середнього багаторічного на 11 – 17 % відповідно.

В цілому можна сказати, що за сценарієм в лісостеповій зоні очікується значна зміна агрокліматичних умов росту, розвитку та формування продуктивності гороху. Оцінка коливань його урожайності показала, що при зміні клімату за сценарієм *rsp 45* складуться сприятливі умови для вирощування гороху.

### Список використаної літератури

1. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
2. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
3. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем – К.: КНТ, 2007. – 344 с.
4. Польовий А.М. Моделювання впливу підвищення концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері на фотосинтез зеленого листка //Український гідрометеорологічний журнал. – 2009, № 4, – с.46-56.
5. Україна та глобальний парниковий ефект. Книга 2. Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату /За ред.. В.В.Васильченка, М.В. Ращуна, І.В. Трохимової. – К: Агентство з раціонального використання енергії та екології, 1998.- 208 с.

## КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ГОРОХУ В СТЕПУ УКРАЇНИ

*Колосовська В.В., асистент, Борисовський О., студент  
Одеський Державний Екологічний Університет*

Дослідженнями багатьох авторів встановлено, що при різних строках сівби на рослини, що знаходяться в одній і тій же фазі розвитку впливають різні рівні температурного режиму та режиму зволоження [1,2].

За основу взяті такі показники: середньо декадна температура повітря ( $T$ , °C), середньоденна тривалість сонячного сяйва (SS, години), середньо декадний дефіцит насичення повітря (d, мм), сума опадів за декаду (R, мм) [2].

Розглянемо агрометеорологічні умови в Північному та Південному Степу (на прикладі Дніпровської та Миколаївської області). Метеорологічні умови для появи сходів і формування листового апарату в Дніпровській області були оптимальними за волого - температурним режимом. Посів культури був проведений для раннього строку сівби 2 квітня, для середнього - 12 квітня, а для пізнього - 22 квітня. Середньодекадні температури повітря склали 8,2 °C, 11,3 °C і 11,8 °C, відповідно. Середньодекадний дефіцит насичення повітря склав 2,6 - 3,3 мм. Опади в цей період випадали не рівномірно. При ранньому терміні сівби сума опадів склала 16,5 мм, при середньому 4,1 мм, а при пізньому 22,8 мм.

Середні запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 - 100 см склали 164 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва на дату сівби гороху склала 4,3 - 4,8 години.

За сприятливих метеорологічних умов сходив з'явилися через 14 діб для раннього строку сівби, через 13 діб для середнього строку сівби і через 9 для пізнього строку сівби. Період сходів і цвітіння в даному році проходив при сприятливій середньодекадній температурі повітря 11,3 - 18,5 °C, сумі опадів за період 42,3 мм і середніх запасах продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту в 192 мм. Дефіцит насичення повітря склав в середньому 4,5 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва коливалася в межах 4,3 - 11,8 годин.

Період дозрівання почався в першій декаді липня для всіх строків сівби. Середньодекадна температура в цей період склала 21,9 °C, сума опадів - 16,2 мм, середні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту - 188 мм. Середньодекадний дефіцит насичення повітря в даний період склав 9,7 мм, а середньоденна тривалість сонячного сяйва - 9,5 годин.

Посів гороху у Миколаївській області проводився 24 березня (ранній), 4 квітня (середній) і 14 квітня (пізній). Третя декада березня



(ранній строк сівби) характеризується середньо декадною температурою повітря  $3,7^{\circ}\text{C}$ , запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту становили 170 мм при сумі опадів за дану декаду 10,0 мм. Середньодакдний дефіцит насичення повітря склав 3,0 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва за декаду раннього строку сівби склала 5,0 годин.

У першій декаді квітня (середній термін сівби) спостерігається підвищення середньої декадної температури повітря до  $7,1^{\circ}\text{C}$ . Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту збільшилися до 171 мм, а сума опадів склала 13,0 мм. Середньодакдний дефіцит насичення повітря склав 4,0 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва 5,1 годин.

Друга декада квітня (пізній строк сівби) характеризується середньо декадною температурою повітря  $8,5^{\circ}\text{C}$ . Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту склали 161 мм при сумі опадів за декаду 17,0 мм. Середньодакдний дефіцит насичення повітря склав 4,0 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва 5,1 годин.

Поява сходів і період цвітіння при всіх строках сівби проходили на тлі збільшення середньої декадної температури повітря з  $8,5^{\circ}\text{C}$  до  $18,2^{\circ}\text{C}$ . Запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту знизилися від 161 до 119 мм. Сума опадів за цей період помітно зросла з 17,0 мм до 27,0 мм. Середньодакдний дефіцит насичення повітря за даний період склав 4,0 - 7,0 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва склала 5,1 - 8,4 годин.

Період дозрівання почався в кінці другої половини червня при ранньому терміні сівби і в першій половині липня при середньому і пізньому строках сівби. Середньодакдна температура повітря в цей період склала  $17,2 - 19,8^{\circ}\text{C}$ , при середніх запасах продуктивної вологи 115 мм, при сумі опадів 29,0 мм - 33 мм і дефіциті насичення повітря 7,0 - 8,0 мм. Середньоденна тривалість сонячного сяйва - 8,0 - 9,1 годин.

Можна сказати, що погодні умови, які склалися в Степу України були сприятливими для вирощування гороху. Так, у Дніпровській області сума активних температур за період вегетації гороху склала  $1590^{\circ}\text{C}$ , сума опадів 235 мм і середні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 157 мм. У Миколаївській області сума активних температур за період вегетації гороху склала  $1467^{\circ}\text{C}$ , сума опадів 210 мм і середні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 138 мм.

### *Список використаної літератури*

1. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
2. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология / Полевой А.Н. – С.-П.: Гидрометеиздат: 1992. – 424 с.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНОГО УРОЖАЮ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Колосовська В.В., асистент, Усенко В.В., студент  
Одеський Державний Екологічний Університет*

Кукурудза - одна з найцінніших кормових культур. За врожайністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15-20%) і на фуражні (60-65%).

Однією з основних умов високої культури землеробства є найбільш повне використання агроекологічних ресурсів. [1,2]. Модель формування агроекологічного рівня потенційної врожайності сільськогосподарської культури заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х.Г. Тоомінга та результатах математичного моделювання формування врожаю рослин А.М. Польового [3].

Збільшення потенційної врожайності загальної біомаси за декаду визначається залежно від інтенсивності фотосинтетичної активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з урахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу протягом вегетації, а також родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta \text{ПУ}^j}{\Delta t} = \alpha_{\Phi}^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{ФАР}}^j \cdot d\nu^j}{q} B_{\text{нл}} \text{FW}_{\text{Гум}} 10 \quad (1)$$

де  $\frac{\Delta \text{ПУ}}{\Delta t}$  - приріст потенційної врожайності загальної біомаси за декаду, г/(м<sup>2</sup> дек.);  $\alpha_{\Phi}$  – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії (ККД) посівів, відн. од.;  $Q_{\text{ФАР}}$  – середньо декадна за добу сума ФАР, кал/(см<sup>2</sup> д);  $B_{\text{нл}}$  – бал ґрунтового бонітету (бал родючості ґрунту), відн. од.;  $q$  – калорійність сільськогосподарської культури, ккал/г; 10 – коефіцієнт.

Підвищення рівня ПУ забезпечується головним чином шляхом селекції нових сортів, які матимуть вищий рівень врожайності за рахунок ефективного використання сонячної радіації.

Основні параметри моделі залежать від виду рослини, її біологічних особливостей, а також темпів розвитку рослин. Визначення останніх засновано на використанні інформації про дати настання основних фаз розвитку рослин та розрахунку сум температур за період: сходи (відновлення вегетації) – воскова (повна) стиглість.

На основі цієї моделі були зроблені розрахунки на прикладі вирощування кукурудзи в Вінницькій області. Як і в інших культур, максимальний врожай кукурудзи в оптимальних умовах волого-температурного режиму формується під впливом приходу ФАР.

Розглянемо більш детально умови формування приростів ПУ (потенційний урожай) в Вінницькій області. Інтенсивність ФАР в першій декаді (період сходів) складає  $0,27 \text{ ккал./см}^2\text{хвилину}$ . Максимум спостерігається у восьмій декаді, складає  $0,29 \text{ ккал./см}^2\text{хвилину}$ . Після чого спостерігається спад до  $0,19 \text{ ккал./см}^2\text{хвилину}$  (період повної стиглості). Така інтенсивність обумовлює прирости ПУ від  $40 \text{ г/м}^2$  на початку вегетації до  $229 \text{ г/м}^2$  у другій декаді (рис.1), та в період викидання волоті досягає свого максимуму у  $306 \text{ г/м}^2$  (8 декада). Потім спостерігається зниження приросту потенційного врожаю до  $102 \text{ г/м}^2$ , що приходить на період повної стиглості (13 декада).

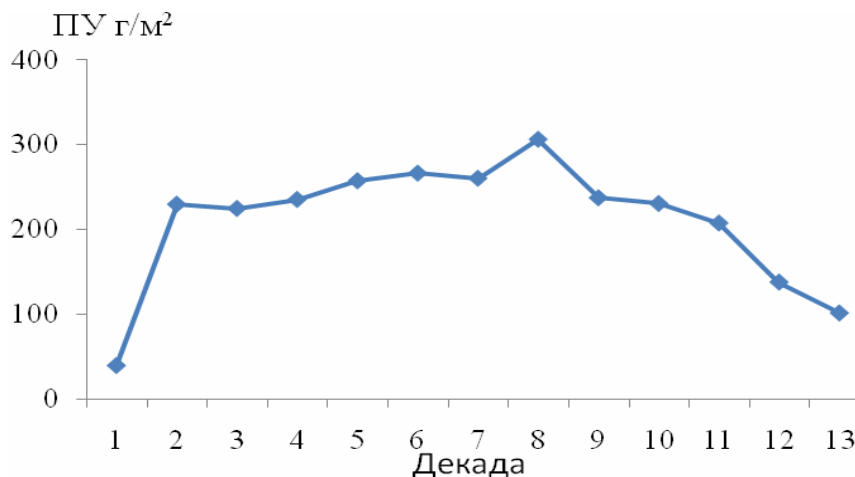


Рис. 1 - Динаміка приростів ПУ впродовж вегетації кукурудзи в Вінницькій області

Після проведення розрахунків по агроекологічній моделі потенційного врожаю кукурудзи в Вінницькій області, були отримані сумарні характеристики: бал ґрунтової родючості 0,6, потенційний урожай сухої маси, сума ФАР за вегетаційний період, тривалість вегетаційного періоду, середня температура повітря за вегетаційний період, сума опадів за вегетаційний період, ММВ –  $2687 \text{ г/м}^2$ ; ДМВ –  $1633 \text{ г/м}^2$ ; ПВ –  $1116 \text{ г/м}^2$ .

### **Список використаної літератури**

1. Полевой А.Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2004. – вип.48. – с. 206.
2. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
3. Полевой А.Н. Сельскохозяйственная метеорология. – С.П.: Гидрометеиздат, 1982. – 424 с.

## ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

*Костюкєвич Т.К., к.с.н.*

*Одеський державний екологічний університет*

Кукурудза є основною фуражною культурою у світі. Особливістю вирощування цієї культури є те, що тривалість збирання не впливає на якість та обсяг виробництва зерна на відміну від інших зернових культур. Окрім цього, за сухої погоди зерно кукурудзи навіть покращує свої якісні показники, стає сухішим, що зменшує у подальшому витрати на складські послуги. Упродовж останніх десяти років обсяги її виробництва постійно зростали (за винятком сезонів 2012–2013 та 2015–2016 років), адже кукурудза вважається одним із кращих видів зерна для виробництва концентрованих кормів у тваринництві та незамінною сировиною для виробництва біоетанолу [1].

Зміна клімату внаслідок глобального потепління є однією із важливих проблем ХХІ сторіччя. За прогнозами провідних вчених та спеціалістів в найближчі десятиріччя зміни клімату з своїми розмірами та інтенсивністю будуть переважати ті тенденції, які спостерігалися в останнє десятиріччя. Сільське господарство є найбільш чутливою галуззю економіки до коливань та змін клімату через його вразливість до зміни кліматичних факторів та через прогнозоване зростання врожайності за рахунок ліквідації технологічного відставання сільськогосподарського господарства України від провідних країн [2].

Використовуючи сценарії можливих змін клімату *A2* та *A1B* [1] була проведена оцінка агрокліматичних умов вирощування кукурудзи в Степу України. Результати розрахунків за базовими та кліматичними даними наведені у табл. 1.

За умов реалізації сценарію *A2* зміни клімату в Північному Степу сходи кукурудзи за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) спостерігалися 18 травня (табл. 1), за сценаріями зміни клімату (2011-2030 рр.) 22 травня, що на 4 дня пізніше; за сценаріями зміни клімату (2031-2050 рр.) 23 травня, що на 5 днів пізніше. Викидання волоті за середньо багаторічними даними спостерігалось 16 липня, а за сценаріями зміни клімату (2011-2030 рр.) 24 липня, що на 8 днів пізніше; за сценаріями зміни клімату (2031-2050 рр.) 22 липня, що на 6 днів пізніше. Молочна стиглість за середньо багаторічними даними спостерігалася 11 серпня, за сценаріями зміни клімату (2011-2030 рр.) 26 серпня, що на 15 днів пізніше;

за сценаріями зміни клімату (2031-2050 рр.) 22 серпня, що на 11 днів пізніше. Тривалість вегетаційного періоду за середньо багаторічними даними становила 85 днів, а за сценаріями зміни клімату (2011-2030 рр.) 96 днів, що на 11 днів більше; за сценаріями зміни клімату (2031-2050 рр.) 91 день, що на 6 днів більше.

Таблиця 1 - Фази розвитку кукурудзи в Північному Степу України за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) та за сценаріями зміни клімату А2 та А1В (2011-2030 рр. та 2031-2050рр.)

| Період     | Сходи | Викидання волоті | Молочна стиглість | Тривалість періоду, дні |
|------------|-------|------------------|-------------------|-------------------------|
| <i>A2</i>  |       |                  |                   |                         |
| 1986-2005  | 18.05 | 16.07            | 11.08             | 85                      |
| 2011-2030  | 22.05 | 24.07            | 26.08             | 96                      |
| Різниця    | +4    | +8               | +15               | +11                     |
| 2031-2050  | 23.05 | 22.07            | 22.08             | 91                      |
| Різниця    | +5    | +6               | +11               | +6                      |
| <i>A1B</i> |       |                  |                   |                         |
| 1986-2005  | 18.05 | 16.07            | 11.08             | 85                      |
| 2011-2030  | 13.05 | 9.07             | 3.08              | 82                      |
| Різниця    | -5    | -7               | -8                | -3                      |
| 2031-2050  | 15.05 | 13.07            | 5.08              | 76                      |
| Різниця    | -3    | -3               | -6                | -9                      |

Аналізуючи результати досліджень за другий сценарний період (*A1B*) можна зробити висновки, що у порівнянні з базовими умовами дати настання фаз розвитку зсунуться на більш ранні строки (табл. 1).

### Список використаної літератури

1. Маслак О. Ринок кукурудзи врожаю 2016 року//Агробізнес сьогодні, - 2016.- № 21(340). Режим доступу: agro-business.com.ua.
2. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія]/колектив авт.: С.М. Степаненко, А.М. Польовий, Н.С. Лобода [та ін.]; за ред. С.М. Степаненко, А.М. Польового. – Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. – 520 с.

## ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ БАГАТОРІЧНИХ ЗМІН АГРОГІДРОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Круківська А. В., к. геогр. н.,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Агрогидрологічні ресурси – це ресурси вологи, зосереджені у кореневмісному шарі ґрунту в доступній для засвоєння рослинами формі. Разом з агрокліматичними умовами вони забезпечують ріст, розвиток і накопичення корисної маси урожаю сільськогосподарських культур. Формування і витрата агрогидрологічних ресурсів залежать від генетико-морфологічних, фізичних і біохімічних властивостей ґрунтів, кліматичних і гідрогеологічних умов території, водоспоживання рослин і агротехнічних прийомів їх вирощування [1, 2].

Представлена робота присвячена дослідженню закономірностей багаторічної динаміки запасів продуктивної вологи під посівами озимої пшениці у фізико-географічних зонах України на основі оцінки трендів, які відображають багаторічний хід вологозапасів у метровому шарі ґрунту наприкінці третьої декади кожного місяця у період весняно-літньої вегетації.

Характер кривих динаміки продуктивних вологозапасів ґрунту вказує на відсутність гармонічної складової. Тому для оцінки трендів багаторічної динаміки вологовмісту ґрунту використано поліноміальний базис. Обґрунтування ступеню поліному здійснено на основі критерію регулярності, який дозволяє отримати найбільш точну апроксимацію. В якості базової вибірки використано дані про запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см під озимою пшеницею по непарових попередниках із 1951 р. до 2000 р., тестуюча вибірка сформована за період 2001–2014 рр. Оцінка гіпотези про статистичну тотожність відповідних експериментальних і розрахункових вибірок проведена на основі непараметричного критерію Уїлкоксона. Застосування непараметричного критерію Уїлкоксона зумовлено відсутністю можливості перевірки видів розподілу всіх вибірок даних, які можуть відрізнятися від нормального.

Кількісно тенденції зміни запасів продуктивної вологи у ґрунті характеризуються коефіцієнтами поліноміальних трендів. Значимість трендів оцінювалась за коефіцієнтами кореляції. Оскільки статистична достовірність коефіцієнтів невисока, то з впевненістю можна зробити висновоклише про загальні закономірності багаторічної зміни вологозапасів.

Встановлено, що у Поліссі на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах спостерігається збільшення вмісту запасів продуктивної вологи протягом всього періоду активної вегетації озимої пшениці.

У Західному Лісостепу на чорноземах опідзолених, сірих і темно-сірих лісових та дерново-слабопідзолистих ґрунтах запаси продуктивної вологи зменшуються в багаторічному ході у всі місяці весняно-літньої вегетації.

Для чорноземів типових, поширених у Центральному Лісостепу, характерним є незначне збільшення вмісту продуктивної вологи продовж квітня–червня. У східній частині лісостепової зони тенденція багаторічного ходу запасів продуктивної вологи у чорноземах типових слабовиражена, але позитивна.

Характер динаміки запасів продуктивної вологи у ґрунтах степової зони є досить неоднорідним. У східній частині зони спостерігається стійке збільшення вологовмісту чорноземів звичайних з квітня до червня. На каштанових і темно-каштанових ґрунтах півдня України тенденція багаторічної зміни вологозапасів у березні і квітні виражена слабо; у травні, червні та липні прослідковується зменшення вологовмісту ґрунтів.

За результатами проведених досліджень виявлено позитивну тенденцію зміни запасів продуктивної вологи у ґрунтовому покриві Полісся і Центрального Лісостепу. У степовій зоні України у багаторічному ході відзначається зменшення вологовмісту ґрунтів наприкінці весни та влітку.

Динаміка вологозапасів ґрунту відображає характерні риси міжрічної зміни умов атмосферного зволоження. За результатами досліджень вітчизняних кліматологів встановлено, що на більшій частині території України у весняний і на початку літнього сезонів опади мають тенденцію до незначного збільшення, або залишаються без змін. Закономірності багаторічного ходу вологозапасів у кореневмісному шарі ґрунтів наслідують тенденції зміни кількості опадів. Разом з тим, слід відзначити таку особливість: починаючи з 1975 р. в Україні відмічається зменшення амплітуди коливання опадів з року в рік (режим атмосферного зволоження стабілізувався і знаходиться у межах кліматологічної норми [2]), однак, амплітуда коливання запасів продуктивної вологи під сільськогосподарськими культурами залишається значною, що зумовлено динамікою співвідношення між теплом і вологою у вегетаційний період, а також особливостями агрофітотехнологій у кожній фізико-географічній зоні.

### ***Список використаної літератури:***

1. Вериго С. А., Разумова Л. А. Почвенная влага. – Л: Гидрометеиздат, 1973. – 328 с.
2. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ГОРОДА ПЛОВДИВА

*Калинка Кузмова, к.г.н., доцент  
Аграрный университет – Пловдив, Болгария*

Болгария относится к зоне неустойчивого увлажнения. Годовая сумма осадков в пределах 550-650 мм, но она очень изменчива во времени и в пространстве, а во время активной вегетации осадков крайне недостаточно и растения страдают от засухи. Наблюдается тенденция к увеличению числа дней без осадков, зачастили летние засухи, которые оказали негативное влияние на земледелие. С другой стороны, ливневые осадки нанесли огромный ущерб сельскохозяйственной продукции и потопили сотни гектаров обрабатываемой земли.

Зачестили и грозовые явления, молнии и грады, которые за несколько минут уничтожали урожай во многих районах. Болгария относится к самым градобитным странам Европы. Продолжительные засухи летом в приводят к лесным и полевым пожарам, что тоже приводит к гибели растений и уменьшению урожайности. К сожалению, все эти явления зачастили в последние десятилетия и представляют огромный риск для сельского хозяйства.

В 86% лет, средняя годовая температура была выше климатической нормы; в 5% - равна норме и лишь в 9% - ниже нормы. В 38% лет, температура выше нормы более, чем на 1°C. Самым теплым оказался 1994 год, когда средняя годовая температура воздуха на 2,1°C превышала норму. Только 1993 и 1997 г. за последние две десятилетия оказались ниже нормы, но отклонения незначительные – всего на 0,3-0,4°C ниже нормы.

Глобальное потепление оказало влияние и на продолжительность безморозного периода, который в Пловдив увеличился в среднем на 12 дней.

Чувствительное увеличение произошло и в числе дней с температурой воздуха  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  и  $\geq 35^{\circ}\text{C}$ . Такие температуры, как правило, задерживают развитие растений, во время цветения приводят к стерильности пыльцы цветков, качество зерна при этом снижается, растения становятся более уязвимы к болезням и вредителям. Число дней с температурой воздуха  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  в среднем 60, что выше нормы, а число дней с температурой  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  в среднем составляет 9, что более чем в два раза превышает климатическую норму.

Совершенно другая тенденция установилась по отношению к количеству осадков. В среднем осадки примерно равны климатической норме (539,3 мм), но их изменчивость во времени очень большая. В 48% лет количество осадков ниже климатической нормы, а в остальные 52% - выше нормы. Произошли изменения в сезонном распределении осадков –



уменьшение зимних осадков за счет весенних и увеличение различия между летними и зимними осадками в сторону летних.

Нарастает частота и интенсивность ливневых осадков, которые приводят к негативным последствиям не только для земледелия, но и для экономики в целом. Установлено изменение в суммах максимальных осадков за сутки, которые в 1979 г. составили 86,4 мм, а в 1990 г. 115 мм за сутки, в 2007 г. Составили 96,9 мм и 91,5 мм, в 1998 г. - 87,2 мм.

Урожайность ряд сельскохозяйственных культур в последние годы ниже максимально возможной. Уменьшение урожая и его колебания по годам связаны с глобальными тенденциями и изменением в агроклиматических ресурсах мира и, в частности Болгарии. Возникла необходимость изменения сортовой структуры посевов страны, введения новых засухоустойчивых сортов и культур, хорошо адаптированных к экстремальным явлениям погоды и большим температурным колебаниям, режима орошении и технологии с пониженным расходом воды.

В Пловдиве утвердилось тенденция к повышению средней годовой температуры воздуха и уменьшению континентальности климата по отношению к температуре. Она четко выражается в сторону повышения температуры зимнего периода и увеличения продолжительности безморозного периода. Для осадков тенденция противоположная: устанавливается континентальный тип климата в их распределении; разница между осадками летом и зимой, в пользу летних; увеличивается максимальное суточное количество осадков; нарастает частота и интенсивность ливневых осадков и связанных с ними поводков.

Глобальное потепление и изменения климата в глобальном и региональном масштабе приводит к изменению агроклиматических ресурсов города Пловдива. Они приводят к колебаниям климатических элементов, сокращениям сезонов или их изменению во времени, быстрого перехода температуры воздуха в сторону повышения или понижения, резких температурных колебаниях.

Для получения максимальной продуктивности и высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо знать не только биологические особенности растений и их требования к окружающей среде, но и реакцию отдельных сортов и группы сортов на изменении климата, чтобы выбрать правильно подходящие для данного района сорта.

В будущем изменения климата будут определять структуру и сортовой состав ряда сельскохозяйственных культур. Изменяются оптимальные сроки сева в сторону к более ранним срокам сева, и, в конце концов, все это приведет к изменению в технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

## ЗВ'ЯЗОК ЯКОСТІ УРОЖАЮ ВІНОГРАДУ З АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ УМОВАМИ

*Ляшенко Г.В., д.геогр. н., проф., Соборова О.М., асп.  
Одеський державний екологічний університет*

Завдяки хімічному складу та органолептичним властивостям виноград знаходить значне застосування в якості лікувального засобу: він позитивно впливає на відновлення сил у людей і використовується при лікуванні багатьох хвороб. Відрізняють дві групи сортів – столові і технічні. Важливо відмітити, що вимоги до якості виноградної продукції технічного напрямку дещо вищі, ніж до столового винограду. Так, якщо сорти столового винограду можуть мати у стиглому вигляді концентрацію цукру в межах 14-16 г/100см<sup>3</sup>, то врожай технічного винограду вважається кондиційним за вмісту цукру не нижче 17-18 г/100см<sup>3</sup>. Якість виноградної продукції визначається також співвідношенням між вмістом цукру і кислотністю соку й характеризує в майбутньому повноту («букет») вина.

Залежність якості урожаю винограду від агрометеорологічних умов встановлена результатами численних досліджень Давітая Ф.Ф., Турманідзе Т.І., Фурса Д.І. та ін. Для визначення величини накопиченого цукру у ягодах винограду вони пропонують використовувати такі показники як сума активних температур повітря за теплий період і величин гідротермічного коефіцієнта Селянінова. Константинеску І.В. пропонує показник тривалості сонячного саява, а Підгорна С.В. і Суздalова В.І. – суму активних температур за липень-вересень. В кінці минулого століття Міщенко З.А. і Ляшенко Г.В. проведено дослідження впливу добового режиму температур на якість виноградної продукції, якими встановлено домінуючий вплив добових амплітуд температур і, особливо, співвідношення денних і нічних температур.

Авторами впродовж останніх трьох років проведено детальні лабораторно-польові дослідження, спрямовані на визначення особливостей впливу цих показників на якість технічних сортів винограду різних термінів дозрівання Сухолиманський білий, Таїровський чорний, Мускат Одеський. В завдання входили аналіз динаміки показників якості виноградного соку, починаючи з фази наливу ягід і до повної стиглості; розрахунок сум денних і нічних температур; встановлення зв'язку між показниками якості винограду і співвідношення сум денних і нічних температур, яке здійснювалося із застосуванням кореляційно-регресійного аналізу.

Проведений аналіз показав високу тісноту зв'язку показників якості врожаю винограду з новим показником – відношенням денних і нічних температур (рис.1). Прямий зв'язок з відношенням температур відзначається з вмістом цукру у ягодах і глюкоацидеметричним

показником, а кислотності цукру – обернений. Коефіцієнт детермінації в усіх випадках високий – 0,90, 0,89 і 0,90.

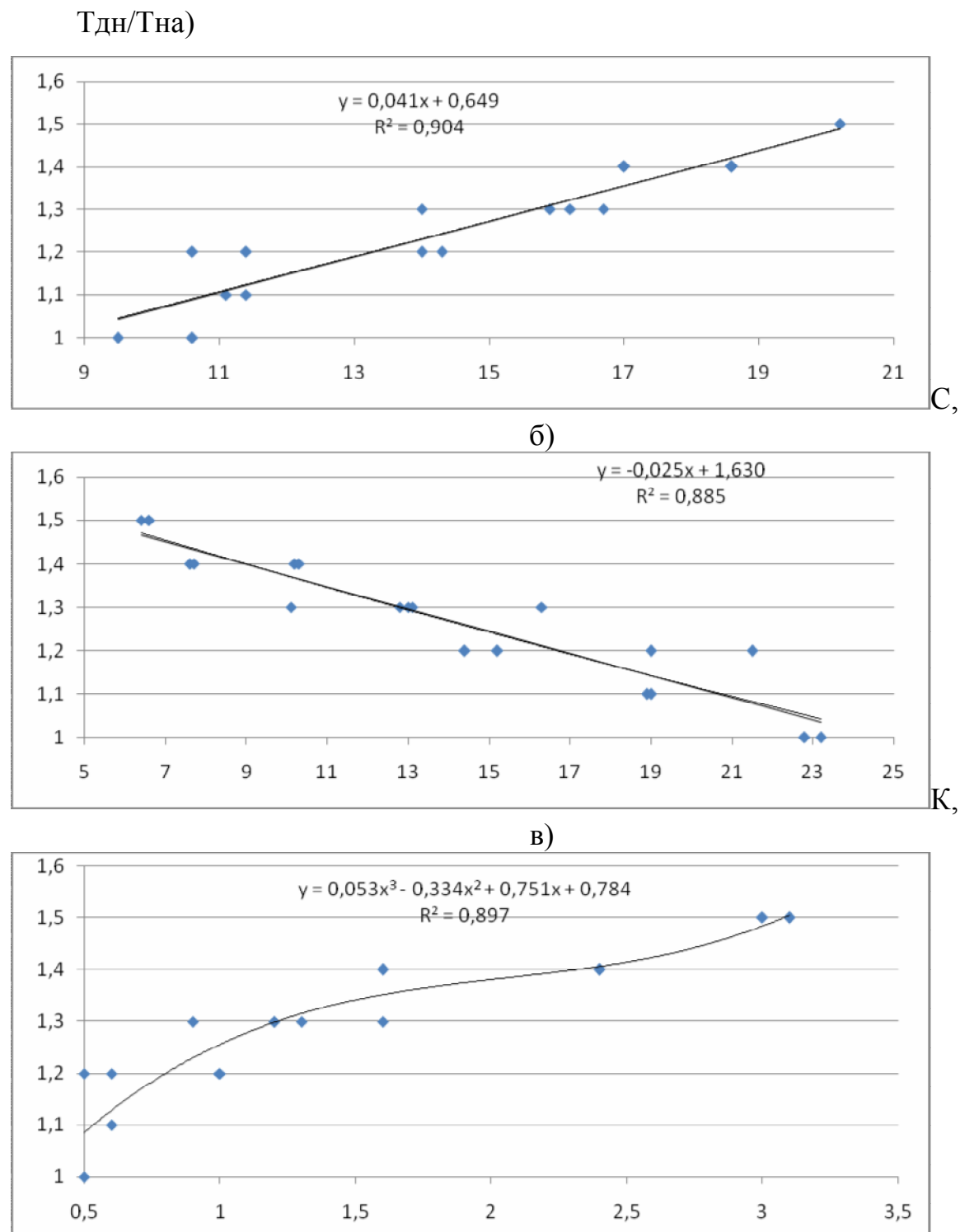


Рисунок 1 – Графіки зв'язку показників якості урожаю винограду сорту Мускат Одеський з відношенням денних і нічних температур в період дозрівання. а) концентрація цукру, б) титруємо кислотність, в) ГАП

## КЛІМАТИЧНА ОЦІНКА СТУПЕНЯ ПОШКОДЖЕННЯ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ЗАМОРОЗКАМИ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Олексієнко І. М., к.г.н., Затула В. І., к.г.н., доц.*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Одним із ключових факторів загальнодержавного та регіонального розвитку країни, зокрема її продовольчої безпеки є ефективна адаптація сільського господарства до очікуваних кліматичних змін. Оцінка впливу цих змін на агрокліматичні умови вирощування та врожайність культур, особливо теплолюбних, є надзвичайно актуальною.

Врожайність багатьох сільськогосподарських культур, зокрема плодових, визначається умовами заморозконебезпечності території. Згідно з Тлумачним словником із сільськогосподарської метеорології (2002), заморозконебезпечність є одним із агрокліматичних показників оцінки території, який відображає повторюваність заморозків та ймовірність їх негативного впливу на сільськогосподарські культури.

Метою дослідження стала оцінка ступеня заморозконебезпечності території України щодо плодових зерняткових та кісточкових культур за допомогою методу кластерного аналізу.

Для кліматичної оцінки території України за ступенем пошкодження плодових культур заморозками використано такі характеристики: дати останніх весняних заморозків у повітрі; тривалість беззаморозкового періоду; середні інтенсивності останніх весняних заморозків у повітрі; критичні температури пошкодження певної культури заморозком (згідно з роботами В.Н. Степанова, Н.І. Синіциної та ін.); середні дати фази цвітіння плодових культур; ймовірність настання заморозку такої інтенсивності, яка зумовлює пошкодження рослин у відповідній фазі розвитку за даними 25 метеорологічних станцій України за період 1991-2010 рр.

Настання заморозків під час цвітіння та утворення зав'язі у плодових дерев може призвести до повної втрати врожаю певного року. За результатами досліджень, квітки та молода зав'язь гинуть при зниженні температури нижче 0°C в психрометричній будці, хоча у більш ранніх фазах розвитку листового апарату та квіткових бруньок заморозки більшої інтенсивності (до -3, -4°C) у повітрі достатньо добре переносяться цими рослинами.

Заморозки навесні небезпечні у тому випадку, коли вони настають після теплового періоду тривалістю не менше 8-10 днів підряд, причому температура за цей період має досягати 10-12°C, забезпечуючи швидкий розвиток рослин. Оптимальною є температура, за якої рослини активно ростуть і розвиваються, а температура, нижче якої рослини у стані вегетації пошкоджуються або гинуть, називається критичною. Критичні температури відрізняються для різних культур і різних фаз їхнього

розвитку. Оскільки фаза цвітіння є однією із основних фаз розвитку плодових культур, умови погоди, зокрема температура повітря в цей період відіграє одне з вирішальних значень. Тому при оцінці прогнозу цвітіння плодових культур, необхідним є визначення ймовірності припинення заморозків на очікувану дату цвітіння. Різні сорти плодових дерев по-різному реагують на пізній весняний заморозок. Деякі сорти витримують заморозки, а для деяких зниження температури повітря до 0°C вже є критичним.

У плодових культур різні частини рослин мають різний ступінь заморозкостійкості. У період цвітіння й утворення зав'язі заморозки від 0 до -2°C можуть знищити весь урожай. З фізіологічної точки зору протистояти заморозкам рослинам допомагають захисні властивості цукрів та інших речовин, що містяться у протоплазмі клітин.

Найбільш поширені для території України плодови зерняткові (яблуна, груша) та кісточкові (вишня, слива, черешня) пошкоджуються у фазі цвітіння при інтенсивності заморозку -2°C, а у фазі формування зав'язі навіть при -1°C.

За нашими дослідженнями, на території України пізні весняні заморозки, зазвичай, є малоінтенсивними (слабкими) але в окремі роки їхня інтенсивність суттєво збільшується. Так, градація від 0 до -1,9°C охоплює 77,2 % випадків, градація від -2,0 до -3,9°C – 18,4 %, а градація від -4,0°C і нижче – лише 4,4 %. Однак, саме останні заморозки і спричиняють великі збитки, оскільки вони настають раптово і незагартовані квітки плодових не можуть їм протистояти.

Основні площі зерняткових насаджень (яблуна, груша) зосереджені в Лісостепу та в Поліссі, а кісточкових (вишня, черешня, слива, абрикос, персик) – у Степу. Досліджено, що у Поліссі фаза цвітіння яблуні триває в середньому з другої до початку третьої декади травня, у Лісостепу – з кінця першої декади до початку третьої декади травня, в степовій зоні фаза цвітіння яблуні починається наприкінці квітня і закінчується у другій декаді травня.

Шляхом зіставлення фенологічних дат розвитку районованих плодових культур із середніми багаторічними датами заморозків, з урахуванням критичних температур у фазу цвітіння плодових культур, досліджено ймовірність пошкодження заморозками плодових зерняткових та кісточкових культур. Визначено, що найчастіше заморозки пошкоджують квітки або зав'язь плодових культур на півночі та заході країни.

Отримані авторами середні та ймовірні дати заморозку на території України дають змогу обґрунтувати оптимальні терміни посадки плодових дерев.

## РОЗВИТОК АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ТА АГРОКЛІМАТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОГМІ – ОДЕКУ

*Польовий А.М., д.г.н., проф.*

*Одеський державний екологічний університет*

В 50–70 роки минулого століття наукові інтереси ОГМІ в галузі агрометеорології та агрокліматології були зосередженні на розвитку трьох напрямків досліджень:

- агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур в Україні, особлива увага приділялась вивченню впливу агрометеорологічних умов на водний режим та вологозабезпеченість с.-г. культур, формування урожаю гречки, кукурудзи, картоплі, соняшника, овочевих культур, плодових культур, винограду;

- експериментальних дослідженнях впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку с.-г. культур та вирощування суданської трави, розвиток шкідників і хвороб рослин;

- експериментальних дослідженнях радіаційного, теплового та водного балансу с.-г. полів. Співробітники кафедри разом з УкрНДГМІ приймали участь в експериментальних дослідженнях фітоклімату агроценозів та узагальненні результатів цих досліджень.

З 1961 р. на кафедрі навчаються аспіранти, їх першими керівниками були професор Овчинников М.М., Мухіна К.Г., Сініцина Н.І., Міуський П.Ю.

В аспірантурі кафедри проходили наукову і педагогічну підготовку, а також стажування, поряд з випускниками ОГМІ, також фахівці з республік колишнього Радянського Союзу і закордонних країн.

В 80-х роках проводився великий обсяг експериментальних робіт та їх узагальнення з вивчення впливу агрометеорологічних умов на продуктивність нетрадиційних кормових культур, у тому числі топінамбура. Була створена унікальна колекція сортів топінамбуру та розроблена інтенсивна технологія вирощування цієї культури.

З кінця 80-х років почала створюватись наукова школа "Математичне моделювання продукційного процесу рослин", в рамках якої інтенсивно розвивались нові напрямки наукових досліджень:

- на основі теорії енерго- і масообміну в рослинному покриві та кількісної теорії фотосинтезу створені математичні моделі продуктивності с.-г. культур, які описують формування гідрометеорологічного режиму в системі ґрунт – рослина – атмосфера та його вплив на формування кількості, якості та екологічної чистоти врожаю;

- моделювання антропогенного забруднення радіонуклідами, важкими металами і пестицидами агроєкосистем в Україні;

– розробка теорії агрометеорологічних прогнозів; розробка методів оцінки таких екстремальних явищ як посухи, суховії, перезволоження; розробка методів прогнозування урожайності с.-г. культур.

В рамках наукової школи "Математичне моделювання продукційного процесу рослин" захищені три докторські та 43 кандидатських дисертацій.

В 80–90-х роках виконані значні дослідження в галузі агрокліматології та мікрокліматології та створено новий науковий напрямок з регіоналізації агрокліматичних ресурсів на обмежених територіях з врахуванням мікроклімату.

Перспективні наукові розробки кафедри пов'язані з розвитком наступних напрямків досліджень:

– подальшого поглиблення теоретичних та експериментальних досліджень впливу факторів навколишнього середовища на функціонування агроєкосистем, фундаментальних досліджень з вивчення кількісних залежностей продукційного процесу рослин від факторів довкілля, процесів у системі "грунт – рослина – атмосфера", екологічних взаємодій в агроєкосистемах;

– розширення та поглиблення розробки та використання новітніх експертних систем і автоматизованих систем оцінки впливу агрометеорологічних умов, особливо екстремальних, на формування урожаю с.-г. культур, підтримки рішень у зв'язку з особливостями клімату і погоди (типу "АРМ-агрометеоролога", системи "клімат-фермер"), які будуть впроваджуватись у сільському господарстві на різних часових рівнях (проектному, плановому й оперативному);

– дослідження з створення агрокліматичного кадастру, застосування ГІС-технологій для оцінки агрокліматичних ресурсів, триступеневої (макро-, мезо- і мікро-) системи економічної оцінки кліматичних умов сільського господарства, функціонування агроєкосистем в умовах коливання глобального та регіонального клімату;

– оцінка впливу зміни клімату на агрокліматичні ресурси та продуктивність с.-г. культур в Україні з метою наукового 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;

– у зв'язку з важливістю рішення зернової проблеми в Україні поглиблення досліджень з агрометеорологічного забезпечення виробництва зерна в Україні, зрошуваного та альтернативного землеробства, оцінки та прогнозування зернового балансу та продовольчої безпеки України.

## МІКРОКЛІМАТИЧНА МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ ВИНОГРАДУ В МЕЖАХ ОКРЕМИХ ГОСПОДАРСТВ

*Польовий А.М., д.геогр.н., проф., акад. АНВШ, Ляшенко В.О., пошукувач  
Одеський державний екологічний університет*

Один із напрямків сучасних агрометеорологічних досліджень спрямований на встановлення закономірностей просторового перерозподілу агрокліматичних ресурсів під впливом неоднорідного рельєфу, пістрявості ґрунтів, водойм в межах незначних за площею територій. Результати таких досліджень дозволяють з більшою деталізацією оцінювати агрометеорологічні умови формування врожайності сільськогосподарських культур на окремих масивах земель сільськогосподарського призначення. Найбільш ефективно застосування результати мікрокліматичної оцінки територій мають для оптимізації розміщення цінних культур, вирощування яких пов'язане зі значною капіталоємкістю, де ризики втрати рівня врожаю зумовлюють значні збитки.

На теперішній час розроблена методологія оцінки агрокліматичних умов в розчленованому рельєфі. За цією методологією послідовно вирішуються наступні завдання: фонові оцінки агрокліматичних ресурсів територій (для рівнинних земель); детальний геоморфологічний аналіз території (визначення форм і елементів рельєфу); визначення параметрів мікрокліматичної мінливості агрокліматичних показників, які визначають особливості формування врожайності сільськогосподарських культур; розрахунок агрокліматичних ресурсів для визначених за геоморфологічним аналізом ділянок земель (форми рельєфу, експозиція і крутість схилу, місцеположення на схилі). Заключною частиною досліджень є розрахунок можливої за агрокліматичними ресурсами урожайності сільськогосподарських культур в кожному із ідентифікованих місцеположень конкретної території.

В якості основних агрокліматичних показників доцільно застосовувати величини фотосинтетично активної радіації  $\Sigma Qf$  і запаси продуктивної вологи у ґрунті, віднесені до величини найменшої польової вологоємності  $\overline{W} / W_{HB}$ . Тоді модель урожайності культур за агрокліматичними ресурсами для різних місцеположень приймає такий вигляд:

$$PU_i'' = 10^4 \cdot \eta_i'' \cdot K_{mi}'' \cdot \frac{\Sigma Qf_i''}{q_i''} \quad (1)$$

$$KVU_i'' = 10^4 \cdot \eta_i'' \cdot K_{mi}'' \cdot \frac{\Sigma Qf_i''}{q_i''} \cdot \frac{\overline{W}_i''}{W_{HB}}, \quad (2)$$



де  $KVU$ ,  $PU$  - кліматично можлива і потенційна врожайність;  $\eta_i$ ,  $k_{m_i}$ ,  $q_i$  - біологічні характеристики конкретних культур: коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації; коефіцієнт, який характеризує співвідношення господарсько цінної частини врожаю і загальної біомаси за стандартною вологістю продукції, теплотворна здатність одиниці врожаю;  $i(1, 2, \dots, n)$  - культура, " " - місцеположення (елемент рельєфу);  $\Sigma Qf_i$ ,  $\frac{W_i}{W_{HB}}$  - сумарна фотосинтетично активна радіація і показник зволоження як відношення середніх за вегетаційний період запасів продуктивної

вологи у ґрунті до величини найменшої вологоємності з врахуванням показника вологозабезпеченості. Величини коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації  $\eta_i$ , коефіцієнт, який характеризує співвідношення господарсько цінної частини врожаю і загальної біомаси  $k_{m_i}$ , теплотворна здатність одиниці врожаю  $q_i$ , стандартна вологість продукції ( $f$ , %) відносяться до основних біологічних характеристик конкретних культур.

Як приклад, наводимо характеристику просторової мінливості врожайності винограду за агрометеорологічними умовами для різних ділянок (усього 28) земель Надлиманської сільської ради (рис.1).

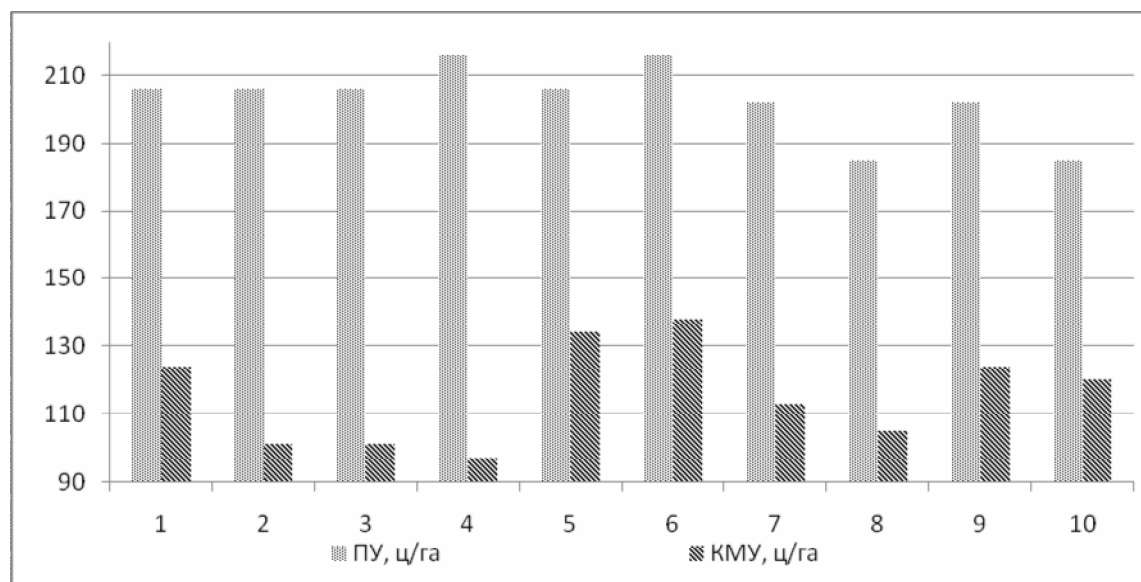


Рисунок 1 - Просторова мінливість врожайності винограду за агрометеорологічними умовами в різних місцеположеннях рельєфу: 1 і 2 – рівнинні і вододільні ділянки; 3-6 – південні схили відповідно верхня і середня частина крутістю 3.1-7.0 і 7.1-12°; 7-10 – ті ж місцеположення північних схилів

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР БАЛАКЛІЙСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Решетченко С.І., Ткаченко Т.Г., к. г. н.,*

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,*

*Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва*

Відомо, що коливання погодних умов Балаклійського району обумовлюються розмірами території. Широтні зміни кліматичних умов пояснюються зональними закономірностями і залежать від радіаційних факторів. Зволоженість території характеризується континентальністю клімату, що змінюється від зволоженого на заході та північному заході до посушливого на сході території району. На формування кліматичних умов Балаклійського району впливає господарська діяльність людини. Велика кількість міст, значна розораність території, наявність штучних водойм створює антропогенний клімат, як результат взаємодії природних ландшафтів і господарських об'єктів. Агрокліматичні умови території базуються на дослідженнях закономірностей комплексу фізико-географічних умов, природних ресурсів, а також на просторово-часових зв'язках об'єктів і процесів сільськогосподарського виробництва. Це обумовлює раціональні заходи у землеробстві: визначення стану посівів, прогнозу врожаю сільськогосподарських культур. Для вивчення термічного режиму даної території аналізувалися середня місячна та річна температури повітря, амплітуди температури повітря (річна, місячна, добова), повторюваність та тривалість екстремальних значень температури повітря.

Встановлено, що середня місячна температура повітря має широтне змінювання: з півночі на південь. Середня температура найхолоднішого місяця (січня) змінюється від 7 до 8°C морозу. Іноді спостерігаються зниження середньомісячних температур до -15°C. У найтеплішому липні середньомісячна температура змінюється від +19 до +21°C. На території району протягом року абсолютний максимум температури повітря вищий за 0°C. Найнижчі його значення відмічаються взимку (грудень-лютий) і становлять 10-15°C. У березні-квітні значення підвищується до 20°C. У травні рекордні значення максимальної температури повітря дорівнюють 35°C. У річному ході абсолютний максимум температури повітря (40°C) у більшості випадків спостерігається у літні місяці (червень-серпень). Восени спостерігаються періоди повернення тепла, коли максимальна температура повітря у жовтні-листопаді може досягати 34°C. Найбільш різке її зниження відбувається у грудні. Абсолютний мінімум повітря утримується у лютому (-39...-26°C) та березні (-30...-20°C). У липні абсолютний мінімум температури повітря додатний на всій території району. На північному

заході він становить 2-6°C, а на півдні 8-13°C. На сході району від'ємні значення абсолютного мінімуму температури повітря відмічаються вже у серпні (-2...-1°C), проте така температура завдає значних збитків сільськогосподарському виробництву. У вересні мінімальна температура повітря стає від'ємною на переважній частині території. За умов ясної, тихої погоди добова амплітуда температури повітря майже вдвічі більша, ніж у хмарну. Отже в теплий період року вона більша в 1-1,5 рази, ніж у холодний. Найменша середня добова амплітуда температури повітря відмічається у листопаді-лютому, коли переважає хмарна погода з туманами. Найбільша добова амплітуда спостерігається у квітні-вересні. В районі створюються умови для формування високої (25°C) і дуже високої (30°C і вище) температури повітря у теплий період року. Висока температура повітря (25°C та вище) відмічається у період травень-вересень. Найбільша її повторюваність припадає на липень-серпень. За рік у середньому випадає 528 мм опадів. Найбільш дощовим виявився 2010 р. (762 мм), а посушливим – 2011 р. (402 мм). Основна кількість опадів (348 мм) спостерігається у теплий період року (квітень-жовтень) і становить 66% від річної кількості. Середня добова кількість опадів розподіляється на території району досить рівномірно. За добу випадає 3,7–4,5 мм опадів. Найменша середня добова кількість опадів (2-3 мм) випадає у зимові місяці, влітку вона збільшується вдвічі-тричі. Вагома частка в господарському комплексі Балаклійського району належить аграрному сектору: 25 сільгосппідприємств, 3 фермерських господарства мають зерновий, зерно-цукровий, зерно-молочний напрямки. У 2008 році квітень видався зволеним, і озимі культури дали найбільші врожаї (майже 50 ц/га). Наступного року квітень був посушливим, і урожайність озимих культур склала 30 ц/га. У 2010 році кількість опадів була незначною, отже урожайність становила 20 ц/га. Найбільша урожайність цукрового буряку зафіксована за умов достатньої зволоженості, зернових культур – в посушливі роки (рис. 1).

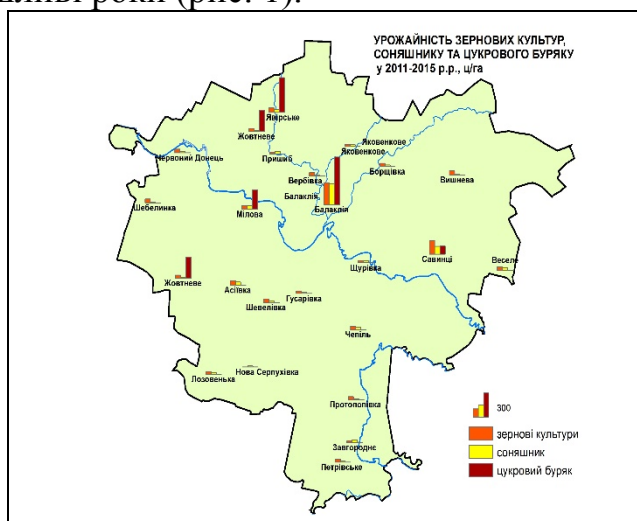


Рисунок 1 – Урожайність культур в 2011-2015рр, ц/га

## ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ АМПЛИТУДЫ В НАХЧЫВАНСКОЙ АР АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Сафаров С.Г., д.г.н., Гусейнов Г.М., аспирант*

*Научно-Исследовательский Гидрометеорологический Институт,  
Азербайджанская Республика, г. Баку*

Нахчыванская АР входит в состав Азербайджанской Республики, является горным регионом (32.9% -на высоте 600-1000 м, 30.5% - 1000-1500 м, 19.5% - 1500-2000 м, 9.5% - 2000-2500 м, 6.1% - 2500-3000 м, 1.5% - выше 3000 м), часть ее находится в межгорной котловине и на юго-западной части Малого Кавказа. Основными проблемами климатического исследования данной территории являются: частичный недостаток метеорологической информации, особенно в начале XXI в.; сложный рельеф, почти полностью изолированной от соседних регионов окружающими ее горными хребтами. Гипсометрическое различие равнинной части и окружающих ее гор достигает 3300м. Эта особенность имеет существенное значение для объяснения специфического пространственно-временного распределения приземной температуры воздуха на территории республики. В сочетании с циркуляционными особенностями региона формируется своеобразное поле средних годовых и сезонных температур воздуха и соответственно климатические условия территории.

Метеорологические станции (МС) распределены по территории республики неравномерно (рис.1): Ордубад (861 м); Джульфа (736 м); Нахчыван (885 м); Шахбуз (1205 м) и Шарур (812 м). Видно, что существующая сеть МС редка, горные части слабо освещены в метеорологическом отношении. Для оценки режима температурной амплитуды региона привлекались данные приземной температуры воздуха вышеуказанных МС за современный климатический период 1961-1990 гг.



Рисунок 1 - Место расположения метеорологических станций в  
Нахчыванской АР

Как видно из табл.1, во всех рассматриваемых МС временное распределение температурной амплитуды носит сложный характер, что связан с двумя максимумами в течение года. Например, в Нахчыване и Шахбузе начиная с декабря месяца эти показатели до июня месяца увеличиваются соответственно с 8.5<sup>0</sup>С до 15,1<sup>0</sup>С и с 8.9<sup>0</sup>С до 13.6<sup>0</sup>С, а второй максимум наблюдается в сентябре месяце (15.8<sup>0</sup>С и 14.5<sup>0</sup>С). в Джульфе и Ордубаде первые максимумы температурной амплитуды наблюдаются в мае (13.1<sup>0</sup>С и 12.9<sup>0</sup>С) а вторые – в сентябре (13.4<sup>0</sup>С и 13.0<sup>0</sup>С). В Шаруре наблюдается совершенно другая тенденция. Так на этой МС температурная амплитуда начиная с декабря месяца увеличивается до сентября, далее уменьшается.

Таблица 1 - Средние значения амплитуды температуры воздуха по месяцам, <sup>0</sup>С

| Станция  | Порядковый номер месяцев |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|----------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|          | 01                       | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12  |
| Нахчыван | 8,5                      | 9,6  | 12,0 | 12,8 | 13,7 | 15,1 | 15,0 | 15,2 | 15,8 | 13,6 | 11,1 | 8,1 |
| Джульфа  | 8,5                      | 9,6  | 11,9 | 12,9 | 13,1 | 12,8 | 11,3 | 11,7 | 13,4 | 13,4 | 11,4 | 8,5 |
| Ордубад  | 8,1                      | 9,3  | 11,1 | 12,1 | 12,9 | 12,7 | 11,4 | 11,7 | 13,0 | 12,2 | 10,2 | 7,9 |
| Шахбуз   | 8,9                      | 9,5  | 10,8 | 11,6 | 12,6 | 13,6 | 13,2 | 13,8 | 14,5 | 12,9 | 10,6 | 8,7 |
| Шарур    | 9,4                      | 10,3 | 12,9 | 13,4 | 14,1 | 15,5 | 16,2 | 16,2 | 16,8 | 15,0 | 12,1 | 9,0 |

Проведена оценка тенденции изменения амплитуды температуры воздуха за 1971-2007 гг. с помощью критерия квадрата коэффициента корреляции линейного тренда ( $r^2$ ) (табл. 2).

Таблица 2 - Оценка тенденции изменения амплитуды температуры воздуха за 1971-2007 гг. с помощью критерия квадрата коэффициента корреляции линейного тренда ( $r^2$ )

| Станция  | Порядковый номер месяцев |             |             |             |             |             |             |             |             |             |      |      |
|----------|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|------|
|          | 1                        | 2           | 3           | 4           | 5           | 6           | 7           | 8           | 9           | 10          | 11   | 12   |
| Нахчыван | 0,01                     | <b>0,12</b> | 0,09        | <b>0,21</b> | 0,09        | <b>0,22</b> | <b>0,39</b> | <b>0,31</b> | <b>0,29</b> | <b>0,12</b> | 0,00 | 0,00 |
| Джульфа  | 0,01                     | 0,04        | 0,00        | 0,06        | 0,02        | 0,06        | 0,00        | 0,04        | 0,06        | 0,01        | 0,03 | 0,06 |
| Ордубад  | 0,08                     | <b>0,24</b> | 0,07        | 0,09        | <b>0,13</b> | 0,08        | 0,08        | <b>0,16</b> | <b>0,31</b> | <b>0,23</b> | 0,06 | 0,00 |
| Шахбуз   | <b>0,14</b>              | <b>0,15</b> | <b>0,15</b> | <b>0,21</b> | <b>0,11</b> | <b>0,21</b> | <b>0,21</b> | <b>0,23</b> | <b>0,32</b> | <b>0,17</b> | 0,04 | 0,06 |
| Шарур    | 0,00                     | 0,03        | 0,02        | 0,04        | 0,00        | 0,01        | 0,00        | 0,01        | 0,04        | 0,00        | 0,00 | 0,00 |

Как видно из табл.2, в Джульфе и Шаруре в многолетней динамике изменения амплитуды температуры воздуха не отмечены статистически значимые изменения. В Нахчыване в феврале, апреле, июне-октябре месяцах, В Ордубаде в феврале, мае, августе-октябре месяцах и в Шахбузе в январе-октябре месяцах выявлены статистически значимые увеличения амплитуды температуры воздуха.

## ОЦІНКА ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ В СХІДНОМУ ТА ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ

*Свидерська С.М., к.геогр. н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет*

Важливою ланкою проблеми зміни клімату є оцінка зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та впливу цих змін на їхню продуктивність. Сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України до коливань та змін клімату. Картопля належить до числа найважливіших сільськогосподарських культур різнобічного використання і вирощується майже у всіх районах нашої країни. Але основні площі картоплі зосереджені у Поліссі та Лісостепу. Для оцінки можливих змін клімату в Україні було використано 3 сценарії: «м'який» - GFDL-30 % - це сценарій з альтернативним кількісним визначенням збільшення викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу на 30 %, «помірний» - A1B, який передбачає рівновагу між усіма джерелами енергії, та «жорсткий» - A2, який передбачає невизначеності стосовно визначальних факторів і базується на використанні різних концепцій моделювання, які використовують аналогічні припущення стосовно визначальних факторів [2,3].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 рр. у відповідності з агрокліматичним довідником України [1].

Аналіз тенденції впливу зміни клімату на показники фотосинтетичної продуктивності картоплі та на агрокліматичні умови вирощування картоплі виконано шляхом порівняння розрахованих за кліматичними сценаріями A1B, A2 показників та багаторічних за три періоди: 1986 – 2005 рр. (базовий період), 2011 – 2030 рр. – перший період, 2031 – 2050 рр. – другий період. Розрахунки виконувались по окремих природно – кліматичних зонах України в Східному та Західному Лісостепу. Порівняльну оцінку агрокліматичних умов весняно-літнього періоду вегетації картоплі проводили за основними міжфазними періодами: сходи – цвітіння, цвітіння – в'янення бадилля.

За умов реалізації сценарію зміни клімату A2, терміни садіння картоплі змістяться на більш ранні строки, в Західному Лісостепу на 6 днів, а в Східному Лісостепу на 5 днів за перший сценарний період в порівнянні з базовими даними, за другий сценарний період в Західному та Східному Лісостепу терміни садіння картоплі змістяться на 1 день в порівнянні з базовими даними. Відповідно змістяться і строки появи

сходів. В Західному Лісостепу сходи картоплі за базовими даними спостерігалися 26.V, в перший сценарний період 21.V, що на 5 днів раніше, а в другий сценарний період 25.V, що на 1 день раніше, в порівнянні з базовими даними. Тривалість вегетаційного періоду в Західному Лісостепу за базовими даними склала 74 дня, а в перший сценарний період 83 дня, що на 9 днів більше, в другий сценарний період тривалість вегетаційного періоду склала 86 днів, що на 12 днів більше в порівнянні з базовими даними. За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 період сходи – цвітіння буде проходити при знижених температурах: на 0,4 °С у Західному Лісостепу та 1,4 °С у Східному Лісостепу за даними першого сценарного періоду, на 0,6 °С у Західному Лісостепу та 0,5 °С у Східному Лісостепу за даними другого сценарного періоду. Зниженим буде і температурний режим в період цвітіння – в'янення бадилля на 1,7 °С у Західному Лісостепу та 1,4 °С у Східному Лісостепу за перший сценарний період, на 1,5 °С у Західному Лісостепу та 1,5 °С у Східному Лісостепу за другий сценарний період. За умов реалізації сценарію зміни клімату А1В період сходи – цвітіння буде проходити при знижених температурах. Урожай картоплі за сценарієм А2 в Західному Лісостепу буде становити 105 ц/га, що на 4 ц/га менше ніж в Західному Лісостепу в порівнянні з базовими даними, в Східному Лісостепу 246 ц/га, що на 142 ц/га більше, в порівнянні з базовими даними. За сценарієм А1В урожай картоплі в Західному Лісостепу буде становити 139 ц/га, що на 30 ц/га менше ніж в Західному Лісостепу, а в Східному Лісостепу урожай картоплі буде становити 134 ц/га, що на 46 ц/га більше, чим урожай картоплі в Східному Лісостепу в порівнянні з базовими даними.

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 і А1В виконана оцінка впливу зміни клімату на продуктивність картоплі. Встановлені оптимальні агрометеорологічні та агрокліматичні умови, при яких спостерігається максимальна продуктивність посадок картоплі.

### *Список використаної літератури*

1. Агрокліматичний довідник по території України. /За ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбиди, А.Л. Прокопенко. – Кам'янець-Подільськ, 2011. – 107 с.
2. Краковська С.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу приземної температури повітря за контрольний період 1961-1990 рр. /С.В. Краковська, Л.В Паламарчук, І.П Шедеменко, Г.О. Дюкель, Н.В. Гнатюк //Наук. праці УкрНДГМІ. – 2008. – № 257. – С. 42-60.
3. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. /Под ред. С.М. Семенова.- М., 2012. -511 с.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПЕРИОД ПОСЕВ – ВСХОДЫ

**Синицына В.В., к.с.н.**

*Томсон Рейтерс (Thomson Reuters Agriculture Research), г. Лондон, Великобритания*

Период от посева до всходов является первым критическим периодом для растений и от того, при каких условиях он проходит, зависит всё дальнейшее вегетативное и репродуктивное развитие и формирование урожая. Математическое описание и моделирование процесса прорастания семян дает возможность получения данных о сроках появления всходов, оценки качества и полноты всходов и их прогнозирования. Разработка настоящей модели выполнена с учетом достигнутого уровня моделирования формирования всходов с внесением определенных модификаций [3,4].

В модели coleoptile представлен, как цилиндр постоянного радиуса. Скорость удлинения coleoptile, описанная как функция накопления его массы с учетом механического сопротивления почвы [1], определяется плотностью почвы  $\rho_{soil}$  и её влажностью

$$\frac{dH_{sp}}{dt} = \exp\left(\frac{dm_{sp}}{dt} \frac{1}{\rho_{sp}}\right) \frac{1}{\pi r_{sp}^2} k_{sp}(\rho_{soil}) k_{sp}(W_{soil}), \quad (1)$$

где  $\frac{dH_{sp}}{dt}$  – скорость удлинения ростка;  $\frac{dm_{sp}}{dt}$  – скорость накопления сухой массы ростком;  $\rho_{sp}$  – удельная плотность растительной массы ростка;  $r_{sp}$  – радиус основания ростка;  $k_{sp}(\rho_{soil})$  – функция влияния плотности почвы на рост ростка;  $k_{sp}(W_{soil})$  – функция влияния влажности верхних слоев почвы на удлинение ростка.

Когда длина ростка  $H_{sp}$  становится равной глубине заделки семян, росток достигает поверхности почвы – наблюдаются всходы. Росток прекращает свой рост, а через верхушку coleoptile появляется первый лист. Глубина заделки семян может меняться в зависимости от микрорельефа почвы. Согласно модели В.М. Павловой [2], на основе косвенных данных была выбрана функция распределения количества растений с различной глубиной заделки семян

$$P(H_{sp}) = \frac{1}{1,5\sqrt{2\pi}} e^{-(H_{sp} - H_z^p)^2 / 2,25}, \quad (2)$$

где  $H_z^p$  – наиболее вероятная глубина заделки семян.



После определения  $H_{sp}$  на каждом шаге определяется вероятностный интеграл функции плотности нормального распределения. Если значение интеграла функции превышает 0,6, то принимается, что наступили массовые всходы.

Модель была реализована на ПК с помощью программы Microsoft Office Excel. Для идентификации параметров модели была выбрана одна из основных зерновых сельскохозяйственных культур – кукуруза. Большинство начальных параметров были получены в результате проведения эксперимента по проращивания семян кукурузы в лабораторных условиях. Проведен ряд численных экспериментов по исследованию чувствительности модели к изменению параметров окружающей среды во время прорастания семенами. При условии оптимального увлажнения и оптимальной температуры, лимитирующим фактором при образовании всходов является плотность почвы, а именно: с увеличением плотности почвы увеличивается и время появления всходов. Следует отметить, что даже при сохранении оптимального увлажнения, с понижением температуры почвы интенсивность прорастания семян также уменьшается. В условиях недостаточного увлажнения и температуры почвы, близкой к биологическому минимуму культуры, с увеличением плотности почвы возникает угроза гибели растения так и не достигшего поверхности почвы. В этом случае запасы эндосперма будут полностью исчерпаны на рост, росток не успеет выйти на дневную поверхность почвы и в связи с этим не произойдет переключения процесса питания ростка из гетеротрофного на автотрофное для поддержания дальнейшего роста.

### ***Список использованной литературы***

1. Антоненко В.С. 2002. Динамическое моделирование роста, развития и формирования продуктивности озимой пшеницы. - Киев: «АртЭк». – 64 с.
2. Павлова В.Н. 1983. Моделирование ростовых процессов в период прорастания зерна в рамках моделей «погода – урожай» // Труды ВНИИСХМ. - Вып. 8. - С. 28–36.
3. Польовий А.М. 2008. Динамічна модель проростання насіння та формування сходів зернових культур // Український гідрометеорологічний журнал. - № 3. - С. 75–84.
4. Forcella F. et al. 2000. Modeling seedling emergence. Field Crops Research. N 67. - P. 123–139.

## СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ОЦІНКИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ В ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

*Толмачова А.В., к.г.н.*

*Одеський державний екологічний університет*

Зернобобові культури мають важливе значення в зерновому і кормовому балансі господарств. Найпопулярнішою зернобобовою культурою на сьогоднішній день, є соя. Висока цінність сої визначається насамперед великим вмістом повноцінного білка. Вона потужно увійшла в світове землеробство, відіграє стратегічну роль у розв'язанні глобальної продовольчої проблеми.

Найбільш ефективним методом підвищення урожайності сої являється впровадження в практику сільськогосподарського виробництва сортового районування, при якому розміщення різних сортів стиглості сої проводиться з врахуванням відповідності агрокліматичних умов територій вирощування біологічним особливостям цих сортів.

Залежно від довжини дня, тепло- і вологозабезпечення регіону сорти сої будуть по-різному розвиватися і створювати врожай. При більш пізніх термінах посіву можливий посів пізньостиглої групи, при пізньому посіві - тільки висів ранньостиглих сортів районованих в даному регіоні. В якості вхідної інформації використовувалися середні обласні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій Управління гідрометеорології Державної служби по надзвичайних ситуаціях України.

Агрокліматичні ресурси території пріоритетно визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті. Незважаючи на відносну ідентичність клімату на території Степу, співвідношення тепла й вологи в різних зонах значно відрізняється.

На основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового, була виконана оцінка агрокліматичних умов формування врожаю сої в умовах Херсонської області для різних груп стиглості (ранньостиглі, скоростиглі, середньостиглі).

Була проведена оцінка продуктивності території Херсонської області стосовно культурі сої для різних груп стиглості. В результаті розрахунків була отримана щодакдна і осереднення за вегетаційний період інформація про агрокліматичні умови формування чотирьох розглянутих агроекологічних категорій урожайності, а саме: потенційна урожайність (ПУ), метеорологічно-можлива урожайність (ММУ), дійсно можлива урожайність (ДМУ), урожайність у виробництві (УВР).

На підставі виконаних розрахунків була зроблена оцінка узагальнених характеристик агрокліматичних умов вирощування і продуктивності сої різних груп стиглості в Херсонській області, розраховані дані наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування і продуктивності сої різних груп стиглості в Херсонській області

| №  | Загальні показники за період вегетації                            | Групи стиглості |             |                |
|----|-------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|----------------|
|    |                                                                   | Ранньостиглі    | Скоростиглі | Середньостиглі |
| 1. | Оцінка ступеня сприятливості агрокліматичних умов, відн.од. (СВУ) | 0,77            | 0,78        | 0,75           |
| 2. | Оцінка рівня використання агрокліматичних ресурсів, відн. од.(Со) | 0,30            | 0,31        | 0,29           |
| 3. | ПУ зерна, ц/га                                                    | 45              | 49          | 58             |
| 4. | ММУ зерна, ц/га                                                   | 34              | 38          | 43             |
| 5. | ДМУ зерна, ц/га                                                   | 22              | 24          | 27             |
| 6. | УВР зерна, ц/га                                                   | 10,4            | 11,6        | 12,1           |

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що найбільші значення (0,78 відн.од) ступеню сприятливості агрокліматичних умов (СВУ) відповідає групі скоростиглих сортів. Для групи ранньостиглих та середньостиглих сортів значення СВУ становить трохи менше – 0,77 та 0,75 відн.од. Найвищий рівень використання агрокліматичних ресурсів (Со) відповідає також групі скоростиглих сортів сої. Для групи ранньостиглих та середньостиглих сортів сої ефективності використання агрокліматичних ресурсів становить 0,30 та 0,29 відн. од. відповідно.

Розраховані значення дозволили оцінити розподіл різних агроекологічних категорій урожаю зерна при його стандартної 14 %-ної вологості. Найбільш значення ПУ зерна, ММУ зерна, ДМУ зерна спостерігається у середньостиглих сортів сої та становить 58, 43 та 27 ц/га, найменш значення цих показників для ранньостиглих сортів сої - 45, 34, 22 ц/га. Відповідно, найвищі урожаї сої у виробництві спостерігається у середньостиглих сортів та становить 12,1 ц/га, а найменші у ранньостиглих – 10,4 ц/га.

## АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА ПОСУШЛИВИХ ЯВИЩ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*\*Ярмольська О.Є., к.г.н., доцент, \*\*Трикоз Л.В.,  
\*Одеський державний екологічний університет  
\*\*Херсонський гідрометеорологічний центр*

Засухи і суховії є одними з найбільш несприятливих природних явищ і майже щорічно в різних районах України завдають великої шкоди сільському господарству, викликаючи істотне зниження врожаїв. Складні явища засух і суховіїв в перебігу багатьох років служать об'єктом вивчення.

Потреба рослин у волозі і реакція їх на посуху визначається багатьма факторами, що ще раз підкреслює складний, комплексний характер посух. До числа факторів слід віднести погодні умови, біологічні особливості культур, забезпеченість рослин поживними речовинами, рівень застосовуваної агротехніки. Особливу увагу серед них заслуговують біологічні властивості рослин.

Нами була проведена агрокліматична оцінка виникнення посушливих явищ на території Херсонської області з використанням показників зволоження, сум опадів і запасів продуктивної вологи, оцінка повторюваності суховіїв за теплий період в Херсонській області.

Таким чином, на підставі багаторічних даних ( 1983-2012 рр. ), ми провели оцінку виникнення посушливих явищ по Херсонській області та зробили такі висновки.

Нами були розраховані показники термічних ресурсів. Були побудовані криві річного ходу середньомісячної температури повітря за різну кількість років (10,20,30). Якщо провести порівняльну характеристику середньомісячної температури повітря з 1983 по 2012 рр., то можна побачити, що середньорічна температура повітря зросла в порівнянні з кліматичною нормою за 20 років на 0,2 °С, за останні 10 років на 1,2 °С.

У січні і лютому температура знизилася на 0,1-0,8 °С в інші місяці вона підвищилася на 0,2-2,7 °С. Це говорить про те, що йде зростання середньомісячної та середньорічної температури повітря.

Для Херсонщини характерні щорічні бездощові періоди різної тривалості. Багаторічна середня тривалість бездощових періодів перевищує 100 днів. Нами була побудована гістограма динаміки ходу середньорічних сум опадів і було встановлено, що найбільша кількість опадів (500-676 мм) випадало в 20 % років. З'ясували, що за останні 10 років (2003-2012 рр.) опадів випало в середньому 437 мм, що на 24 мм або на 6 % більше в порівнянні з попередніми 20-ма роками (1983-2002 рр.).

Середній коефіцієнт зволоження ГТК по Херсонській області за теплий період (квітень - жовтень) становить 0,5-3,3, максимальний - 2,0 і вище, мінімальний - 0,1. Починаючи з травня по вересень ГТК <1, що говорить про тривалість посушливого періоду. Але слід також зазначити, що в останні роки, в зв'язку з ростом тепла і відсутністю ефективних опадів, простежується тенденція настання посушливого періоду вже з кінця квітня.

Нами було встановлено, що весняна посуха зустрічається в 20% років, літня в 73% років, осіння - у 27% років. Ми з'ясували, що найбільш посушливий період на території Херсонської області припадає на червень-серпень. Саме в ці літні місяці переважає сильна і дуже сильна посуха.

При оцінці умов вирощування сільськогосподарських культур важливо знати розподіл суховіїв по окремих місяцях і міжфазним періодам, а також тривалість їх дії. У річному ході числа днів з суховіями найбільше їх число припадає на липень, тобто з ростом напруженості метеоумов і число днів з суховіями зростає. Нами було встановлено зв'язок дефіциту вологості повітря з числом суховійні днів.

Найбільше число днів з суховіями спостерігається в липні-серпні, найменше - в квітні і жовтні. У липні відзначаються суховії середньої, великої та дуже великої інтенсивності

Наше дослідження показало, що на території Херсонської області посухи і суховії спостерігаються порівняно часто. І з кожним роком, у зв'язку з потеплінням клімату, ці несприятливі явища збільшуються за тривалістю і повторюваністю.

Таким чином, результати досліджень можуть бути використані фахівцями для оцінки агрометеорологічних умов вирощування різних сільськогосподарських культур на території Херсонської області.

### ***Список використаної літератури***

1. Агроклиматические данные Херсонского ЦГМ (1983-2012гг.)
2. Божко Л.Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур.- Одеса «Екологія», 2013. – 238 с.
3. Чирков Ю. И. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 293 с.
4. Польовий А. М. Сельськогосподарська метеорологія. – Одеса, 2012. – 630 с.
5. Нетис И. Т. Засухи и их влияние на посевы озимой пшеницы. - Монография. – Херсон: Айлант, 2008. – 185 с.
6. IPCC. Climate Change 2001 <http://www.ipcc.ch>

**секція**  
**„ГІДРОЛОГІЯ”**

## ОЦІНЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ СЕРЕДНЬОРІЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ ТА ПОВІТРЯ В БАСЕЙНІ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ)

*Баужа Т.О., к. геогр. н.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Температура води є важливою фізичною властивістю річкової системи. Основним фактором, який обумовлює термічний режим річок є температура повітря. Однак однозначність залежності між температурою повітря та температурою води в річках порушується місцевими особливостями, які характерні для річки в цілому або для окремих її ділянок.

Актуальність даного дослідження визначається не лише тим, що в сучасних кліматичних умовах важливо досліджувати температуру води, тому що вона впливає на гідрологічні, гідрохімічні, гідробіологічні процеси та визначає використання річкових вод у промисловості, комунальному, сільському господарстві, рекреації і т. п. [1], а й тим, що більшість річок басейну, який було обрано для дослідження відчувають вплив господарської діяльності людини (скидання в річки промислового та побутового стоку, шахтних вод, зарегульованість річок ставками та водосховищами), що в свою чергу призводить до зміни термічного режиму. Значна роль також належить і ґрунтовим водам, які в зимовий час значно тепліші, а в літній інколи холодніші, ніж вода в річках.

Метою даної роботи є дослідження однорідності та стаціонарності багаторічних коливань середньорічної температури води та середньорічної температури повітря в басейні Сіверського Дінця, що надасть змогу виявити можливі зміни та проаналізувати їх причини.

Оцінку однорідності середньорічної температури виконано на основі гідролого-генетичного аналізу [2] за даними 33 гідрологічних пунктів та 14 метеостанцій, які знаходяться в межах басейну річки Сіверський Донець, за багаторічний період (з початку спостережень по 2013 р. включно). Найбільш тривалий період спостережень має пост р. Вільхова у м. Лисичанськ – 61 рік, а найменш тривалий – р. Лопань у с. Козача Лопань – 24 роки. Статистична обробка вихідних даних спостережень була виконана за допомогою програми Hydroparser, яка є проектом у вільному доступі на інтернет-ресурсі GitHub (розробник Заболотній О. Ю.).

За даними спостережень на різних гідропостах встановлено, що середня багаторічна температура води річок Сіверського Дінця коливається в межах від 8,5 °С (р. Лопань – смт Козача Лопань) до 13,9 °С (р. Уди – смт Безлюдівка), а середньорічна  $T_{\text{повітря}}$  – від 7,2 °С до 8,9 °С.

Аналіз сумарних кривих та інтегральних кривих відхилень середньорічної температури води та температури повітря показав, що ряди

спостережень є однорідні. Багаторічні коливання середньорічної температури повітря та середньорічної температури води в басейні Сіверського Дінця є синхронними. Однак, інтегральні криві відхилень температури води для 8 гідрологічних пунктів (рис. 1, а) (р. Лугань – м. Зимогір'я, р. Лугань – м. Луганськ, р. Вільхова – м. Луганськ, р. Кривий Торець – смт Олексієво-Дружківка, р. Сіверський Донець – с. Кружилівка, р. Сіверський Донець – с. Стародубівка, р. Сіверський Донець – м. Лисичанськ, р. Сіверський Донець – смт Станиця Луганська) є асинфазними по відношенню до кривих інших 25 гідропостів та  $T_{\text{повітря}}$  всіх 14 метеостанцій (рис. 1, б). В свою чергу, це свідчить про антропогенний

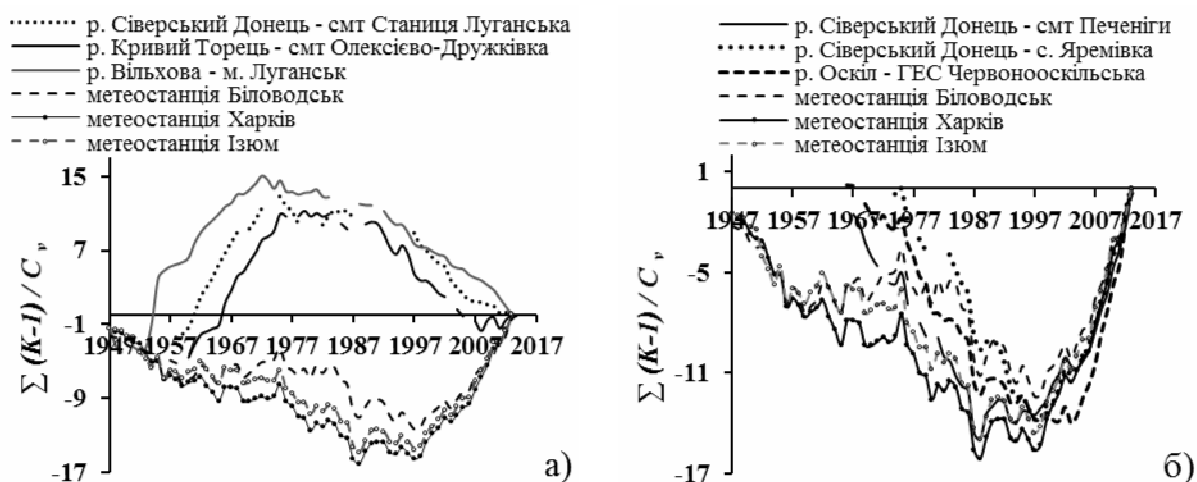


Рисунок 1 – Інтегральні криві відхилень багаторічних коливань середньорічної температури води річок (°C) та середньорічної температури повітря в басейні(°C) Сіверського Дінця.

вплив на температуру води даних річок, оскільки поблизу цих постів розміщені промислові підприємства. Підтвердженням такого висновку також є побудована матриця парних коефіцієнтів кореляції температури повітря та температури води, яка показала, що найменш тісний зв'язок між цими двома змінними спостерігається саме для, вищевказаних, 8 гідропостів. На цих пунктах з початку 90-х років відбувається помітне різке зниження середньорічної температури води, яке триває і до цих пір.

**Список використаної літератури:**

1. Bruce W. Webb. Long-term changes in river temperature and the influence of climatic and hydrological factors / Bruce W. Webb, F. Nobilis // Hydrological Sciences Journal. – 2007. – 52(1). – 74-85.
2. Горбачова Л. О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів спостережень / Л. О. Горбачова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т. 1 (32). – С. 22-31.



**ФОРМУВАННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ  
ПАВОДКІВ НА МАЛИХ ВОДОЗБОРАХ В УМОВАХ ВЕРХНЬОГО  
ПОДНІПРОВ'Я (ПО ДАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ПРИДЕСНЯНСЬКОЇ  
ВОДНОБАЛАНСОВОЇ СТАНЦІЇ)**

*Бояринцев Є.Л., к.геогр.н., доц., Гонченко Є.Д., д.геогр.н., проф.,  
Сербов М.Г., к.геогр.н., доц.*

*Одеський державний екологічний університет*

Придеснянська воднобалансова станція (ПДВБС) знаходиться в 40 км від м. Новгород-Сіверського, між селами Покошичі та Криски Коропського району Чернігівської області. Пункти спостережень станції розташовані на водозборах р. Головесні і частково р. Ліски – правобережних притоках р. Десни (приток р. Дніпро). Визначні паводки на досліджуваній території формуються, (за термінологією професора А.М. Бефані) за типом зливогого, або підвішеного схилового, умовність його описується співвідношенням:  $\alpha_t > k_t$ , тобто інтенсивність опадів  $\alpha_t$  перевищує інтенсивність вбирання води в ґрунт  $k_t$ . Аналіз матеріалів спостережень Придеснянської ВБС показав, що найбільший модуль дощового стоку за весь період спостережень сформувався в басейні струм. Липіне площею 0,13 км<sup>2</sup> 5 серпня 1982р. і становив 20500 л/с\*км<sup>2</sup>, що майже у два рази перевищив попередній у ранжованому ряду максимальних модулів за багаторічний період спостережень. Тривалість цього паводку від початку стоку й до його завершення становила 54 хвилини, тривалість підйому до максимальної ординати - 8 хвилин. Загальна кількість опадів за пловіографи дорівнювало 37 мм, причому 33 мм випали за чотири хвилини. Шар стоку становив 23 мм, а втрати, таким чином, дорівнювали 12 мм. Слід зауважити, що цей паводок сформувався на фоні тривалої посушливої погоди. По даних зливомірного кущу ПДВБС, на відстані одного кілометра кількість опадів зменшилась майже у двічі, а на відстані 5 км - не перевищували 20 мм, тому на інших водозборах цій паводок був незначним.

Для усіх дощів, які сформували значні (менш 20%-ой ймовірності перевищення) максимальні модулі стоку, по результатах розшифровки пловіографів, були побудовані залежності слою дощу на відстані від їх у центрі. Такі криві індивідуальні для кожного випадку індивідуальні, однак добре ілюструють значну неоднорідність кількості опадів в межах невеликих водозборів (близько 20 км<sup>2</sup>). Найбільша просторова редукція опадів на відстані від центру дощу характерна для короткочасних зливових дощів, значно менша – для дощів циклонічного походження. Значні тривалі дощі, , мають значно меншу інтенсивність, а поверхневий стік може сформуватися лише на суглинних ґрунтах, випасах, та прируслових ділянках схилів, де інтенсивність вбирання вологи значно нижча, ніж на супіщаних ґрунтах. В умовах широкого розповсюдження супіщаних

ґрунтів, які характеризуються значною інтенсивністю вбирання вологи, поверхневий стік може сформуватися лише за рахунок коротких потужних злив, особливістю яких є мала площа основного ядра опадів та значно більша інтенсивність опадів. У зв'язку з цим залежність між максимальним модулем стоку та загальним шаром зливоформуючих опадів для малих водозборів ПДВБС практично відсутня. Для подальшого аналізу була побудована залежність максимальних модулів стоку від максимального за 30 хвилин шару опадів (рис.1).

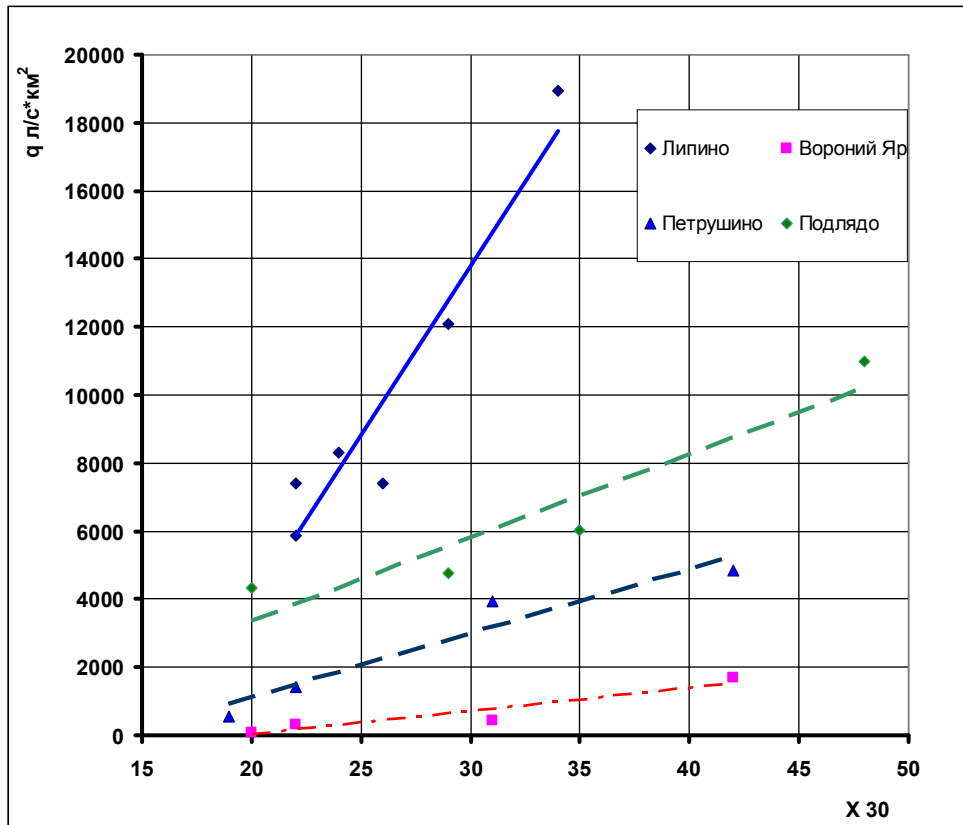


Рисунок 1 – Залежність максимальних модулів стоку дощових паводків малих водозборів Придеснянської воднобалансової станції від кількості опадів за попередні 30 хвилин.

Ця залежність для кожного водозбору індивідуальна, а розташування ліній в полі цього графіку визначається характером підстильної поверхні — ухилом схилів та характером ґрунтів. В басейні струм.Ліпине широко розповсюджені суглинні ґрунти, поверхня перерізана балками та ярами, що сприяє відносно малому вбиранню вологи за умовами концентрації схилового стоку. В басейні струм.Вороний Яр широко розповсюджені супіщані ґрунти, практично відсутні яри та менш похили схили, тому інтенсивність схилового припливу тут значно менша.

## ПРО ЗНАЧЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В РОБОТІ БАСЕЙНОВИХ УПРАВЛІНЬ ВОДНИХ РЕСУРСІВ (БУВР)

*Будз О.П., к.т.н., Галік О.І., к.с.-г.н., Холоденко В.С., к.геогр.н.,  
Косяк Д.С., к.геогр.н.*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування*

Пріоритетними напрямками розвитку водогосподарської галузі є реалізація нової водогосподарської політики в Україні – застосування концепції басейнового управління використання та охорони водних ресурсів.

Басейнові управління водних ресурсів (БУВР) – це є бюджетні неприбуткові водогосподарські організації, які знаходяться у підпорядкуванні Державного агентства водних ресурсів України (Держводагентство), реалізують державну політику у сфері управління, використання, збереження та відтворення водних ресурсів, розвитку водного господарства, експлуатації водних об'єктів, гідротехнічних споруд, державних меліоративних систем, а також вирішують разом з органами виконавчої влади та іншими організаціями, установами, підприємствами питання забезпечення населення і галузей економіки водними ресурсами даної області. Виконання покладених завдань та функції БУВР здійснює через міжрайонні управління водного господарства. Сьогодні в Україні нараховується 9 БУВР [2].

Структура та функції у всіх БУВР однотипні. У них працює 16 відділів і з них тільки два відділи функціонально направлені на виконання основного завдання Держводагентства – управління, використання, збереження та відтворення водних ресурсів. Зокрема, це відділ використання водних ресурсів та моніторингу вод і відділ водних об'єктів. На нашу думку, такий спеціаліст, як гідролог повинен працювати не тільки в Гідрометцентрах, а й мати можливість це робити у інших водогосподарських організаціях, управліннях та установах, зокрема БУВР. Так, як його кваліфікація згідно довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників це дозволяє, а також розширює можливість виконання БУВР їхніх безпосередніх функцій. Зокрема гідролог виконує такі основні завдання та функції [1]: організовує вивчення поверхневого стоку в басейнах річок; дренажного стоку на меліоративних системах; проводить вибір місць розміщення водомірних постів і гідрологічних створів на річках, магістральних каналах, гідротехнічних спорудах, організовує їх улаштування; складає на них паспорти. Здійснює гідрологічний контроль за правильністю ведення спостережень, виконує тарувальні роботи на водомірних постах та нівелювання. Бере участь у вибіркових гідрологічних вимірюваннях, виконує камеральне оброблення даних спостережень, проводить розрахунки, побудову графіків, аналізує та

систематизує результати гідрологічних польових робіт, розробляє заходи поліпшення гідрологічної обстановки на водних об'єктах. Також він розраховує балансові показники та витрати води по каналах, річках, водосховищах, аналізує режими рівня води на меліоративних системах, їх відповідність до проектних показників, бере участь у веденні моніторингу меліорованих земель та державного моніторингу вод з питань, що стосуються напряму його роботи. Впроваджує сучасні автоматизовані системи контролю і збору інформації про гідрологічний режим на водних об'єктах та її комп'ютерне оброблення. Складає звітність встановленої форми з питань, що стосуються його функціональних обов'язків, забезпечує дотримання робітниками правил та норм охорони праці і виробничої санітарії.

Спеціаліст такої кваліфікації повинен знати: Водний і Земельний кодекси України; Закон України «Про меліорацію земель»; положення, інструкції, методичні та інші керівні матеріали, які стосуються сфери його діяльності; призначення гідрологічних об'єктів; основи гідрології; гідрологічну характеристику та вимоги якості виконання робіт; технічне нівелювання; організацію ведення моніторингу меліорованих земель та державного моніторингу вод; правила обліку і зберігання картографічного матеріалу; технічні характеристики і паспортні дані гідрологічного обладнання, приладів та устаткування і правила їх експлуатації; правила і норми охорони праці та виробничої санітарії.

Сьогоднішнім БУВР обов'язково потрібно мати у себе такого працівника з кваліфікацією гідролог, так як він є спеціалістом широкого профілю, якого готують з відповідними базовими дисциплінами професійно-практичної підготовки, враховуючи [1]. Він зможе забезпечити не тільки попередження проходження небезпечних паводків та повенів, які сьогодні часто відбуваються у західних та інших регіонах України, а й зможе займатися розробкою заходів щодо запобіганням шкідливій дії вод, протипаводковим захистом цих територій, забезпеченням безаварійного пропуску льодоходу та паводкових вод тощо.

Отже, у водогосподарських організаціях необхідно, щоб працював гідролог. І чим більше та ширше буде охоплено спектр основних питань, якими займається гідролог його навчальними планами, тим кращі знання зможуть показати підготовлені фахівці на практиці у БУВР.

### *Список використаної літератури*

1. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Випуск 2. «Сільське господарство та пов'язані з ним послуги». Розділ: «Гідромеліоративні споруди, зрошувальні та осушувальні системи». – Рівне: НУВГП, 2004. – 155 с.
2. Електронний ресурс: [scwm@scwm.gov.ua](mailto:scwm@scwm.gov.ua)

## ОЦІНКА ОДНОРІДНОСТІ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МАКСИМАЛЬНИХ РІВНІВ ВОДИ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. СІВЕРСЬКИЙ ДОНЕЦЬ

*Василенко Є.В., к. геогр .н.*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України*

Статистична обробка гідрологічних рядів передбачає однорідність вихідних даних і їх випадкових характеристик. Часовий ряд відображає об'єктивність гідрологічного процесу при умові однорідності даних спостережень. Таким чином, в умовах активного антропогенного впливу на водний режим, важливе значення має аналіз однорідності вихідної гідрологічної інформації.

Для оцінки однорідності рядів максимальних рівнів води весняного водопілля річок басейну Сіверського Донця був сформований банк даних для 35 діючих гідрологічних постів в басейні з періодом спостережень від 89 (р. Сіверський Донець – м. Ізюм) до 44 років (р. Бахмут – м. Артемівськ).

Оскільки хронологічні ряди максимальних рівнів води весняного водопілля мають численні пропуски, то здійснювалась процедура відновлення рівнів води за допомогою методу парної лінійної регресії [2]. Так, у процесі обробки вихідної інформації відновлені дані по максимальним весняним рівням води по 31 гідрологічному посту у басейні р. Сіверський Донець. В основному аналогами для відновлення рівнів води брались гідрологічні пости, що розташовані безпосередньо на р. Сіверський Донець, оскільки вони мають найдовші ряди спостережень та гідрологічні пости, що були відкриті в 20-30-х роках минулого століття (на річках Бахмут, Лугань та ін.). Коефіцієнти кореляції зв'язку між рядами гідрологічних постів, для яких відновлювались максимальні весняні рівні води, та постами-аналогами становили  $\geq 0,8$ .

Для оцінки однорідності рядів спостережень максимальних рівнів води весняного водопілля в басейні р. Сіверський Донець використані гідролого-генетичні методи: побудова та аналіз сумарних кривих; інтегральних кривих відхилень, суміщених хронологічних графіків [1].

Аналіз інтегральних кривих відхилень максимальних рівнів води весняного водопілля показав наявність фази зниження рівнів води на всіх гідрологічних постах басейну Сіверського Донця. Для гідрологічних постів, що розташовані безпосередньо на р. Сіверський Донець, на правих і лівих притоках (рр. Харків, Оскіл, Казенний Торець, Сухий Торець) верхів'я цієї річки її початок припадає на 60-ті – 70-ті роки минулого століття. На притоках середньої та нижньої течій (рр. Уди, Кривий Торець, Бахмут, Айдар, Велика Кам'янка) басейну, що розглядається, та у басейні

р. Вовча фаза зниження максимальних весняних рівнів води розпочалась у 80-х роках ХХ століття (рис. 1). Для решти лівих приток (пр. Хотімля, Жеребець, Красна) басейну Сіверського Донця та у нижній течії р. Лугань початок цієї фази змістився на 2000-ні роки. У нижній течії р. Уди та в басейні річок Лопань та Вільхова фаза зниження максимальних рівнів води весняного водопілля триває ще з 50-х років минулого століття.

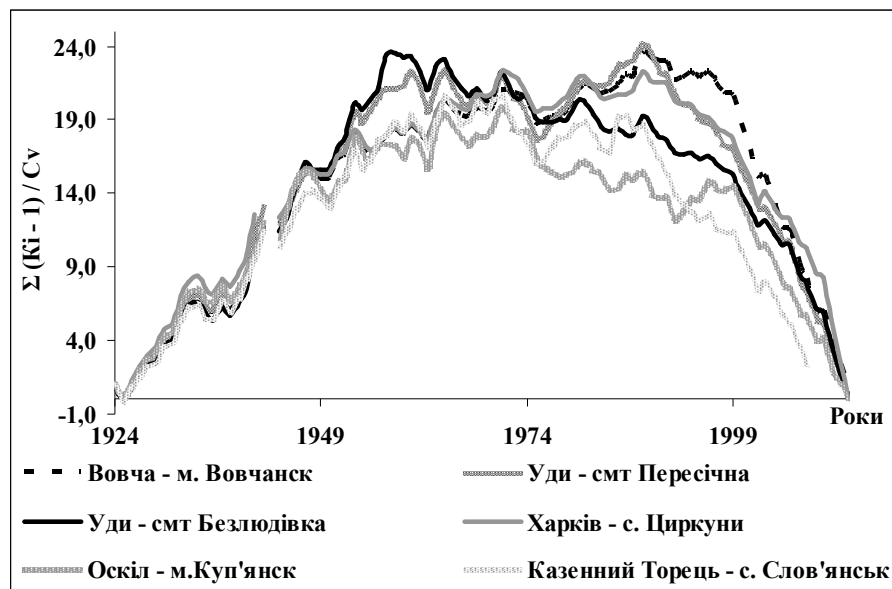


Рисунок 1 – Інтегральні криві відхилень максимальних рівнів води весняного водопілля за даними деяких гідрологічних постів у басейні р. Сіверський Донець.

Дослідження багаторічної динаміки максимальних весняних рівнів води та аналіз інтегральних кривих показали синхронність та синфазність коливань цієї характеристики в межах басейну р. Сіверський Донець.

Для отримання надійних та достовірних результатів щодо однорідності рядів, що досліджуються, був проведений сумісний аналіз сумарних кривих, хронологічних графіків та інтегральних кривих для всіх гідрологічних постів басейну. Проведений аналіз не виявив будь-яких суттєвих змін тенденцій у формуванні дослідженої характеристики. Таким чином, можна стверджувати, що ряди максимальних рівнів води весняного водопілля в басейні р. Сіверський Донець є однорідними і можуть бути використані для подальших статистичних розрахунків

### Список використаної літератури

1. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2016. – Вип. 268 – С. 73-81.
2. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.

## ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОЛОГО-ГЕНЕТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗМІН АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ В КОНТЕКСТІ ОЦІНКИ РЕСУРСІВ РІЧКОВОГО СТОКУ

*Галік О.І., к.с.-г.н., Будз О.П. к.т.н., Холоденко В.С. к.геогр.н.,  
Косяк Д.С. к.геогр.н.*

*Національний університет водного господарства та  
природокористування*

Оцінки зміни водного режиму річок в контексті сучасних кліматичних змін, повинні бути використані при розробці адаптаційних заходів для економіки та населення. На сьогодні залишається відкритим питання, щодо одержання достовірних оцінок змін водного стоку річок України. Актуальним є завдання, щодо виявлення періодів настання змін ресурсів річкового стоку. Зазначені періоди виділяють фактично тільки за одним кліматичним показником - середньою річною температурою повітря. Для території України найбільш узагальнюючі результати дослідження змін річкового стоку наведені в роботі Гребіня В. В. [1]. Тут виділено два періоди - від початку спостережень до 1989 р. та з 1989 р. до 2008 рр. Виявлений єдиний для території України момент між періодами настання змін річкового стоку, що відповідає 1989 р. - початку сучасних кліматичних змін. В той же час на водний стік річок найбільший вплив мають атмосферні опади - важлива кліматична характеристика, яка обумовлена, серед іншого, циркуляцією атмосфери. Нами запропоновано застосовувати різницеві інтегральні криві річних сум атмосферних опадів для виявлення періодів настання змін водного стоку річок.

Характеристика змін атмосферних опадів за рік була проведена для території Західного Полісся та північної частини Волино - Подільської височини із залученням даних восьми метеостанцій за періоди з 1945 - 1947 років по 2010 - 2011 роки.

Проведено аналіз часової структури рядів за наявністю зв'язків між суміжними членами ряду  $r(1)$  та за наявністю трендів середнього значення ( $\alpha$ ). Абсолютні значення  $r(1)$ , відповідають рядам із слабкими внутрішньорядними зв'язками, які сформовані з випадкових величин. В той же час, виявлені статистично значимі додатні тренди атмосферних опадів. Коефіцієнти асиметрії ( $C_s$ ), при відповідних значеннях критеріїв узгодженості ( $C_s$ ). Коефіцієнти ексцесу ( $C_E$ ) свідчать, про нормальний розподіл рядів атмосферних опадів за рік.

Різницеві інтегральні криві опадів побудовані у відносних величинах із урахуванням мінливості. Аналіз цих кривих показує, що для 5 метеостанцій можна виділити одну фазу зменшення опадів (з 1945 - 1947 рр. по 1965 - 1967 рр. ), за якою починається фаза їх збільшення (з 1966 -

1968 рр. по 2011 р.). Для трьох метеостанцій (Світязь, Луцьк, Рівне) виділено: фазу зменшення опадів (з 1945 - 1947 рр. по 1964 - 1965 рр.); фазу зростання опадів (з 1965-1966 рр. по 1981 р.); наступну фазу зменшення опадів (1982 р. по 1996 р.); фазу збільшення опадів (з 1997 по 2010-2011 рр.). Порівняння інтегральних різницевих кривих показує, що багаторічні коливання опадів є синфазними.

Оцінка однорідності рядів атмосферних опадів, які підпорядковані закону нормального розподілу проведена за параметричними критеріями Фішера (F) і Стюдента (t) для таких варіантів вибірок: 1-й варіант - половина рядів; 2-й варіант - від початку спостережень по 1996 р. та з 1997 р. по 2010 - 2011 рр.; 3-й варіант-від початку спостережень до 1981 р. та з 1982 по 2010-2011 рр.; 4-й варіант – від початку спостережень по 1996 р. та з 1997 р. по 2010-2011 рр. Однорідність вибірових дисперсій за F-критерієм із урахуванням  $g(1)$  виявлена тільки для трьох метеостанцій, для першого та третього варіанту вибірок. За t – критерієм, для другого варіанту вибірок для всіх метеостанцій виявлено, що за різницею середніх значень, ряди річних сум атмосферних опадів слід вважати неоднорідними.

На метеостанціях, де виділено по два цикли зменшення і зростання опадів, проводилася перевірка репрезентативності циклів. В результаті виявлено, що для даної території слід виділяти дві фази зміни опадів: фаза зменшення - від середини 1940-х років до середини 1960-х років; фаза зростання - від середини 1960-х років і до теперішнього часу.

Оцінка однорідності рядів за непараметричними критеріями проведена для вибірок з урахуванням виявленого моменту неоднорідності. Були застосовані: критерії Вілкоксона (W) та Ван дер Вардена (X), які виявляють відмінності в середніх значеннях вибірок; критерій Сіджела і Тьюкі (S), який показує відмінності у відхиленнях; критерії серій (Q) та Колмогорова - Смирнова ( $\lambda^2$ ), які оцінюють відмінності в характері розподілу. Виявлено, що за відмінностями середніх значень вибірок (X-критерій) та за відмінностями в характері розподілу ( $\lambda^2$ - критерій ) ряди річних сум опадів можна вважати неоднорідними.

Різницеві інтегральні криві, середніх за рік витрат води, які побудовані по даним 8 гідрологічних постах показують, що фази зменшення - зростання витрат співпадають з фазами зменшення - зростання опадів. Це дозволяє застосовувати різницеві інтегральні криві опадів для виявлення періодів настання змін річкового стоку.

### *Список використаної літератури*

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України ( ландшафтно-гідрологічний аналіз). - К.: Ніка — Центр, 2010. - 316.



## РОЗВИТОК НАУКОВОЇ ШКОЛИ ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОЛОГІЇ В ОДЕКУ

*Гопченко Є.Д., д.геогр.н., проф., Шакірзанова Ж.Р., д.геогр.н., проф.,*

*Овчарук В.А., к.геогр.н., доц.*

*Одеський державний екологічний університет*

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ сформувалася та існує відома в Україні та у зарубіжжі наукова школа в галузі теоретичної та прикладної гідрології. Засновниками цієї школи є проф.Бефані А.М., проф.Бефані Н.Ф., на теперішній час її очолює проф.Гопченко Є.Д.

Фундаментальні роботи професора А.М.Бефані присвячені теорії розрахунків максимального стоку річок, головним чином, паводочного. Перший досвід в застосуванні теорії паводочного стоку належить Н.Ф.Бефані. Нею розроблені науково-методичні підходи до складання територіально загальних прогнозів дощових паводків річок Карпат. Подальший розвиток теорія максимального стоку А.М.Бефані отримала в роботах його учнів, причому не тільки для паводків, а й для весняних водопіль.

Кафедра гідрології суші була заснована у 1932 році. Значний внесок у розвиток гідрологічної науки та кафедри зробили такі видатні вчені – викладачі, як: К.К.Кисельов, А.М. Басін, Я.Т. Ненько, М.П. Чеботарьов та інші. На кафедрі починав свою наукову діяльність молодий вчений-аспірант Г.П. Калінін, потім член-кореспондент АН СРСР, професор і завідувач кафедри гідрології суші Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова.

Впродовж 1946-1987 рр. завідувачем кафедрою гідрології суші Одеського гідрометеорологічного інституту був доктор технічних наук, професор Анатолій Миколайович Бефані. Починаючи з 1946 р., головні зусилля проф. А.М. Бефані були спрямовані на формування одеської школи теоретичної та прикладної гідрології. Основні науково-методичні питання в галузі гідрології суші – вчення про поверхневий стік – розроблені та опубліковані вченим у 1949 році в першій частині його праці «Основы теории ливневого стока» та у другій частині – «Основные положения теории речного стока». Під науковим керівництвом професора А.М. Бефані підготовлено та захищено більше ніж 100 дисертацій, 11 з яких – докторські.

У 1987 році кафедру очолив доктор географічних наук, професор, академік АН ВШ України Є.Д. Гопченко. Під його науковим керівництвом успішно захищене 40 кандидатських та докторських дисертацій аспірантами та здобувачами з України, країн СНД і зарубіжних держав, а також опубліковано понад 450 наукових праць. Значна частина наукових розробок професора Є.Д. Гопченко знайшла своє використання при

здійсненні водогосподарчих проектів на півдні України, при підготовці проекту нового нормативного документа Державні будівельні норми «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик».

Науково-дослідна робота випускової кафедри гідрології суші виконується в рамках навчально-дослідної роботи викладачів і студентів, аспірантури та докторантури, по науковому сектору за планами Міністерства освіти і науки, за заявками Державної гідрометеорологічної служби України (Держгідромету України), Державного агентства водних ресурсів України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища за основними напрямками:

- ❖ розробка теоретичних положень і реалізація моделей в галузі гідрологічних розрахунків максимального стоку паводків та водопіль;
- ❖ розробка і практична реалізація методу територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля;
- ❖ водне господарство України.

Магістральними на протязі декількох десятиліть у науковій діяльності кафедри гідрології суші залишаються дослідження процесів формування максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль у різних природних умовах та нормуванні їх розрахункових характеристик. Значне місце в Одеській науковій школі теоретичної і прикладної гідрології займають розробки, присвячені нормуванню характеристик гідрологічного режиму річок.

Починаючи з 90-х років минулого століття, проф. Є.Д. Гопченком було суттєво удосконалено розрахункову схему А.М. Бефані як у теоретичному, так само і методичному відношенні. Базові рівняння описують процес формування максимальних витрат води дощових паводків і весняних водопіль в операторній послідовності «схильовий приплив – русловий стік». Доопрацьована та реалізована модель максимального стоку у низці докторських і кандидатських дисертацій, студентських магістерських роботах і дипломних проектах.

З іншого боку, паралельно подальшого розвитку дістали дослідження пов'язані з прогнозуванням стоку річок. Так на кафедрі обґрунтований і доведений до практичного використання ансамблевий метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля - шарів стоку та максимальних витрат води, а також строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України.

Отримані результати науково-дослідної роботи впровадженні в діяльність Українського Гідрометцентру (УкрГМЦ), Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ), Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ), Державного агентства водних ресурсів України (Одеського обласного управління водних ресурсів), Регіонального центру розповсюдження екологічних знань (РЦРЕЗ).

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗАКОНОМІРНОСТІ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВОДИ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ РІЧОК УКРАЇНИ

*Горбачова Л.О., к.геогр.н., с.н.с.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Умови формування дощових паводків залежать від взаємодії метеорологічних чинників, які значно змінюються в часі та просторі і, які визначають характер випадіння зливових опадів (інтенсивність, тривалість, площа зрошення), а також чинників підстильної поверхні водозборів, які визначають величину втрат на інфільтрацію, швидкість та час добігання по схилах і руслу річок. Зрозуміло, що взаємодія цих чинників визначається фізико-географічними умовами території України.

Для більшості рівнинних річок України дощові паводки мають величини максимальних витрат води нижчими за весняне водопілля. Винятком є тільки малі водозбори річок [2]. Сприятливі умови для формування дощових паводків спостерігаються на правих притоках р. Прип'ять, у басейні Західного Бугу, верхів'ях Південного Бугу. У деяких басейнах річок дощові паводки взагалі не утворюються. Наприклад, у басейні р. Десна дощові паводки спостерігаються на невеликих водозборах, при умові випадіння інтенсивних зливових дощів, які охоплюють значну територію. Найбільш несприятливі умови для формування дощових паводків спостерігаються у південній частині країни. До таких регіонів відносять річки Причорномор'я, Приазов'я, Нижнє Подніпров'я. Разом з тим, в цих районах іноді формуються паводки катастрофічного характеру, які утворюються при випадінні інтенсивних зливових дощів. Такі паводки наносять значні матеріальні збитки.

Самим паводконебезпечним регіоном України є Карпати. Для цієї території характерні дуже різкі коливання інтенсивності дощів за короткий проміжок часу, які чергуються із тривалими обліжними дощами, що охоплюють значні площі. Все це разом призводить до утворення паводків, максимальні витрати яких можуть перевищувати максимальні витрати паводків змішаного походження. Характерною рисою гірських річок Криму є також паводковий режим. Дощові паводки на цих річках утворюються після випадіння інтенсивних зливових опадів, внаслідок чого річки перетворюються на бурхливі потоки з витратами води, які у багато разів перевищують середньорічні значення [2].

У роботі дослідження багаторічних тенденцій максимального стоку води річок дощових паводків виконано за гідролого-генетичним аналізом [1]. Вигляд сумарних кривих рядів спостережень показує, що вони є однорідними, оскільки на графіках не було виявлено будь-яких істотних точок перелому, що свідчить про відсутність однонаправлених змін. Разом з тим, такі сумарні криві мають звивистий вигляд, який пояснюється тим,

що дощові паводки характеризуються різким підняттям рівнів і, відповідно, витрат води на річках. Особливо помітно це проявляється на гірських річках, а також на рівнинних річках з невеликими площами водозборів. Крім того, звивистість сумарних кривих також обумовлюється відносно невеликою тривалістю фаз циклічних коливань максимального стоку води дощових паводків. Так, на інтегральних кривих відхилень максимального стоку води дощових паводків, які наведено на рис. 1, дуже добре простежуються циклічні коливання різної тривалості.

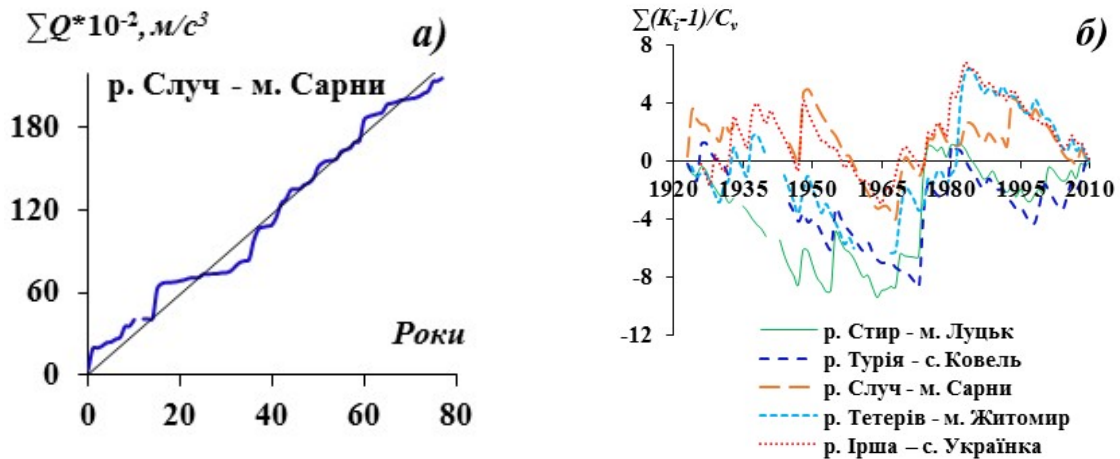


Рисунок 1 – Сумарні криві (а) та інтегральні криві відхилень (б) максимальних витрат води дощових паводків для деяких річок України

Ряди спостережень максимальних витрат води дощових паводків річок України є стаціонарними, оскільки їхні довготривалі циклічні коливання мають багатоводні та маловодні фази. Крім того, довготривалі циклічні коливання максимальних витрат води дощових паводків є синхронними та синфазними, окрім річок басейну Сіверського Дінця, річок Приазов'я та Криму. Для останніх простежується синхронність коливань, але відсутня синфазність. Переважна більшість річок басейну Сіверського Дінця, річок Приазов'я та Криму має зарегульований стік, а також інші види антропогенного навантаження тощо. Можливо це й призводить до порушення синфазності коливань стоку. Можна також припустити й наявність деяких природних особливостей в цих регіонах. Для річок Криму простежується синфазність коливань у південних районах кримських гір.

### Список використаної літератури

1. 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.
2. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.

## ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

*Гребінь В.В., д.г.н., професор, Жовнір В.В., аспірант  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Температура води є однією із важливих складових, що впливає на її якість, хімічний склад, кисневий режим, біохімічне споживання кисню і самоочищення води, перенесення завислих наносів. Актуальність досліджень термічного режиму водних об'єктів зростає останнім часом у зв'язку з глобальними змінами клімату. Метою роботи є дослідження характеристик термічного режиму річок басейну Південного Бугу в умовах сучасного клімату.

Зокрема, встановлено величину зростання середньої річної температури води річок басейну за останні 20-25 років на рівні 1,0 °C, зі змінами по окремих постах від 0,5 до 1,5 °C. Мінімальне зростання характерне для тих постів, що характеризуються більшою часткою підземного живлення. Найбільшим зростанням температури води (до 1,5 °C) характеризується весняний сезон.

Також розглядалися зміни дат настання характерних температур води порівняно із попереднім періодом. Характерними температурами води вважаються переходи її через 0,2 °C та через 10,0 °C навесні та восени.

Дата переходу температури води через 0,2 °C навесні є показником зникнення льодових явищ та початком процесу інтенсивного насичення киснем річкових вод. У зв'язку з підвищенням температури повітря в межах басейну в продовж останніх 20-25 років, обумовленим глобальними кліматичними змінами відбулися певні зміни в датах переходу температури води через 0,2 °C навесні та восени порівняно з попереднім періодом.

Перехід температури води через 0,2 °C навесні після 1989 року на гідрологічних постах басейну настає раніше на 10-20 діб ніж за попередній період, що обумовлено більш раннім початком весни. Якщо раніше середні дати переходу припадали на початок другої декади березня, то в останні десятиліття вони змістилися на третю декаду лютого. В той же час, в осінній період середня по басейну дата переходу температури води через 0,2 °C практично не змінилася (різниця становить лише 1 добу).

Після стійкого переходу температури води через 0,2 °C навесні починається її інтенсивне зростання. Переважно в другій декаді квітня температура води переходить другу характерну межу в 10,0 °C, яка характеризує початок швидкого росту водної рослинності, розвиток планктону, а також початок нересту риби та земноводних у водному середовищі.

Впродовж останніх десятиліть перехід температури води через 10,0 °C навесні настає на 10 – 12 діб раніше, ніж до 1989 року. Середні дати переходу змістилися з середини третьої на середину другої декади квітня.

Максимальних значень температура води річок басейну зазвичай досягає в другій половині липня. Дати настання максимальних річних температур води суттєво не відрізняються до 1989 р. та в сучасний період. В середньому по басейну різниця становить лише 2 доби, але по окремих гідрологічних постах вона є більш значною з відхиленнями в той чи інший бік. Максимальні значення температури води зазвичай становлять 26,0 – 28,0 °C; в теплі роки вони досягають 28,0 – 31,5 °C, а в холодні не опускаються нижче 22,0 - 25,0 °C.

З липня температура води починає знижуватися. Причому інтенсивність зниження від липня до серпня є незначною і складає лише 0,5 – 1,5 °C; від серпня до вересня вона зростає до 5,0 – 6,0 °C; від вересня до жовтня – до 5,0 – 7,0 °C. В другій – третій декадах жовтня температура води опускається нижче 10,0 °C, що призводить до припинення активної діяльності гідробіонтів. Зміщення впродовж останніх десятиліть дати переходу температури води через 10 °C в осінній період, так само як і для температури 0,2 °C, є не суттєвим і становить лише 2 доби.

Подальше зниження температури води від жовтня до листопада становить 5,5 – 6,0 °C, від листопада до грудня 3,0 – 4,0 °C. Наприкінці першої – протягом другої декади грудня на річках басейну зазвичай відбувається перехід температури води через 0,2 °C в бік зниження, що співпадає з початком утворення льодових явищ. По деяких гідрологічних постах басейну середні дати переходу температури води через 0,2 °C в бік зниження фіксуються вже на початку наступного календарного року, а в багатьох випадках (особливо в останні десятиліття) температура води не опускається взимку нижче 0,2 °C. Такі випадки відмічаються, в першу чергу, на постах, що знаходяться під впливом скидів підігрітих комунальних та промислових стічних вод або попусків з розташованих вище гідровузлів.

Середні багаторічні значення температури води окремих місяців змінюються по території басейну в незначних межах (0,3 – 0,9 °C) в зимові місяці; протягом перехідних сезонів (весна, осінь) амплітуда змін становить 1,0 – 3,0 °C, а впродовж літнього сезону досягає 3,4 – 3,8 °C. Вищі температури відмічено в створах гідрологічних постів, розташованих у південній та південно-східній частинах басейну.

Дещо вищі температури води фіксуються в створах постів, що знаходяться під антропогенним впливом. Перевищення середньої місячної температури води в створах цих постів у порівнянні з розташованими поруч постами, де антропогенний вплив менш помітний, особливо яскраво проявляється протягом холодного півріччя і становить від 0,5 до 2,5 °C.

## ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ ГІДРОГРАФІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ВІДПОВІДНО ДО НОВИХ ПОЛОЖЕНЬ ВОДНОГО КОДЕКСУ

*Гребінь В.В., д.г.н., професор, Коноваленко О.С., к.г.н., асистент  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Активне використання водних ресурсів зумовлює необхідність встановлення гідрологічних, соціальних, економічних та екологічних взаємозв'язків в басейнах річок. Ці взаємні залежності вимагають інтегрованих підходів до розвитку та управління водними ресурсами. Враховуючи багатовекторний характер управління водними ресурсами, більшість країн впроваджує інтегрований підхід до управління ними на басейновому рівні.

Україна здійснює процес реформування системи управління водними ресурсами, відповідно до вимог Водної рамкової Директиви Європейського союзу (ВРД ЄС). Підписана Угода про асоціацію між Україною та Європейським союзом зобов'язує привести у відповідність до ВРД ЄС національне законодавства у сфері водної політики, що передбачає визначення уповноваженого органу управління, закріплення на законодавчому рівні одиниць гідрографічного районування території України та розроблення Положення про басейнове управління. Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом», прийнятим Верховною Радою 4 жовтня 2016 р. закріплюються зміни у водній політиці держави.

До Водного кодексу України вводиться поняття «Плану управління річковим басейном», як стратегічного документу впровадження програми заходів, що створюють підґрунтя для інтегрованого, екологічно і економічно обґрунтованого та сталого управління водними ресурсами в межах річкового басейну на довгостроковий період; вводиться поняття басейнових рад, як консультативно-дорадчих органів у межах території річкового басейну, створених для вирішення питань з використання і охорони вод та відтворення водних ресурсів та визначається процедура їх створення.

Головним об'єктом управління стає "район річкового басейну", тобто площа суші і моря, що складається з одного або кількох сусідніх річкових басейнів разом з пов'язаними з ними підземними і прибережними морськими водами. Щодо визначення прибережних вод, то згідно внесених змін до Водного кодексу України, такими слід вважати «води, які знаходяться між береговою лінією та лінією у територіальному морі на відстані однієї морської милі від вихідної лінії, що використовується для визначення ширини територіального моря». За визначенням ст. 5 Конвенції ООН по морському праву від 10 грудня 1982 р. нормальною

вихідною лінією є лінія найбільшого відпливу уздовж берега, вказана на офіційно визнаних прибережною державою морських картах великого масштабу.

В статті 13 нової редакції Водного Кодексу України вказано основні гідрографічні одиниці. Згідно зі схемою гідрографічного районування території України (В.В. Гребінь та ін., 2013) відповідно до вимог ВРД ЄС в Україні встановлено 9 районів річкових басейнів: Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли, річок Криму, річок Причорномор'я, річок Приазов'я.

Кожна гідрографічна одиниця басейнового рівня (район річкового басейну) може бути поділена на гідрографічні одиниці суббасейнового рівня. Необхідність поділу району річкового басейну на суббасейни може бути обумовлена як гідрографічними особливостями, так і питаннями оптимізації управління окремими частинами району річкового басейну. Як окремі суббасейни обов'язково виділяються басейни великих річок, що впадають у головну річку району річкового басейну. Басейни малих і середніх річок, що впадають у головну річку району річкового басейну можуть об'єднуватися в одну гідрографічну одиницю суббасейнового рівня, якщо їх річки впадають в головну річку на одній і тій же ділянці головної річки району річкового басейну. Також слід враховувати транскордонний характер більшості районів річкових басейнів України та необхідність узгодження гідрографічного районування території району річкового басейну з аналогічними схемами районування держав-сусідів.

Такий підхід дозволив виділити в межах району річкового басейну Дунаю чотири суббасейни: Тиси, Пруту, Сірету та Нижнього Дунаю. Район річкового басейну Дніпра поділено на п'ять суббасейнів: Верхнього Дніпра, Прип'яті, Десни, Середнього Дніпра, Нижнього Дніпра. Два суббасейни (Сіверського Дінця та Нижнього Дону) виділено в межах району річкового басейну Дону. В межах району річкового басейну Вісли виділено два суббасейни - Західного Бугу та Сану. Район річкового басейну Дністра поділено на два суббасейни – суббасейн Верхнього та Середнього Дністра, суббасейн Нижнього Дністра. Райони річкових басейнів Південного Бугу, річок Причорномор'я, Приазов'я та річок Криму на суббасейни не поділяються.

### ***Список використаної літератури***

1. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук, В.К. Хільчевський та ін. – К. : Інтерпрес ЛТД, 2013. – 55 с.;
2. Закон України від 04.10.2016 р. №3603 «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом»



## МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМУ РІВНІВ І МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ПРИ НАДХОДЖЕННІ МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ

*Гриб О.М., к. геогр. н., доцент*

*Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ)*

В роботі представлені результати імітаційного моделювання та оцінки багаторічної мінливості рівнів і мінералізації води та кількості солей в Куяльницькому лимані при періодичному надходженні до водойми морської води з Одеської затоки трубопроводом «море-лиман» та гідрометеорологічних умовах і водогосподарських перетвореннях на басейні лиману, які фактично спостерігалися в XX-XXI ст. З метою оптимізації роботи трубопроводу «море-лиман» у майбутньому було проведене імітаційне математичне моделювання режимів рівнів та мінералізації води Куяльницького лиману за рівняннями водно-сольового балансу для періоду від 01.12.1992 до 01.12.2015 рр. [1]. Саме у жовтні-грудні 1992 р. мінералізація води у лимані перевищила граничне значення  $S_{гр.} = 200 \text{ г/дм}^3$ . Тобто необхідність роботи спроектованого ще у 1962 р. трубопроводу виникла ще у 1992 р. В розрахунках водно-сольового балансу лиману приймалось, що приплив морської води через трубопровід «море-лиман» відбувається самоплином з витратою  $Q_m = 1,00 \text{ м}^3/\text{с}$ . Розрахунки водно-сольового балансу лиману виконувалися з урахуванням рівнів і мінералізації води в лимані та температури води в Одеській затоці.

З порівняння середньомісячних значень рівнів і мінералізації води в Куяльницькому лимані при різних варіантах подачі морської води з Одеської затоки трубопроводом «море-лиман» [1] визначено, що найбільш оптимальним є **варіант 3** (рис. 1). Вибір цього варіанта пояснюється такими критеріями оцінки ефективності функціонування лиману:

- мінералізація води в лимані вже з середини п'ятого циклу подачі морської води була б менша гранично допустимого значення ( $200 \text{ г/дм}^3$ );
- рівні води в лимані навіть у дуже багатоводний 2003 р. не перевищували б максимально допустимої позначки (мінус 4,35 м БС);
- кількість солей в лимані за 23 роки збільшилася б на 3,9 млн. т (або на 45% відносно початкової кількості солей в лимані), що на 1,6 млн. т менше ніж при **варіанті 2** і лише на 1 млн. т більше ніж при **варіанті 1** [1].

При імітаційному моделюванні за **варіантом 3** (рис. 1) визначено, що за період з 12.1992 р. по 11.2015 р. поповнення лиману морською водою мало б відбуватися щорічно (в періоди, коли температура морської води була б  $\leq 8^\circ\text{C}$ ). За цією схемою рівні води в лимані поступово підвищуються і вже в лютому 1998 р. дорівнюють позначці  $\zeta_{НПР} = -5,50 \text{ м БС}$ , а в період з 2001 по 2015 рр. щорічно на 0,02-1,14 м перевищують позначку  $\zeta_{НПР}$  (від 0,02 м – у травні 2001 р., до 1,14 м – у червні 2003 р.).

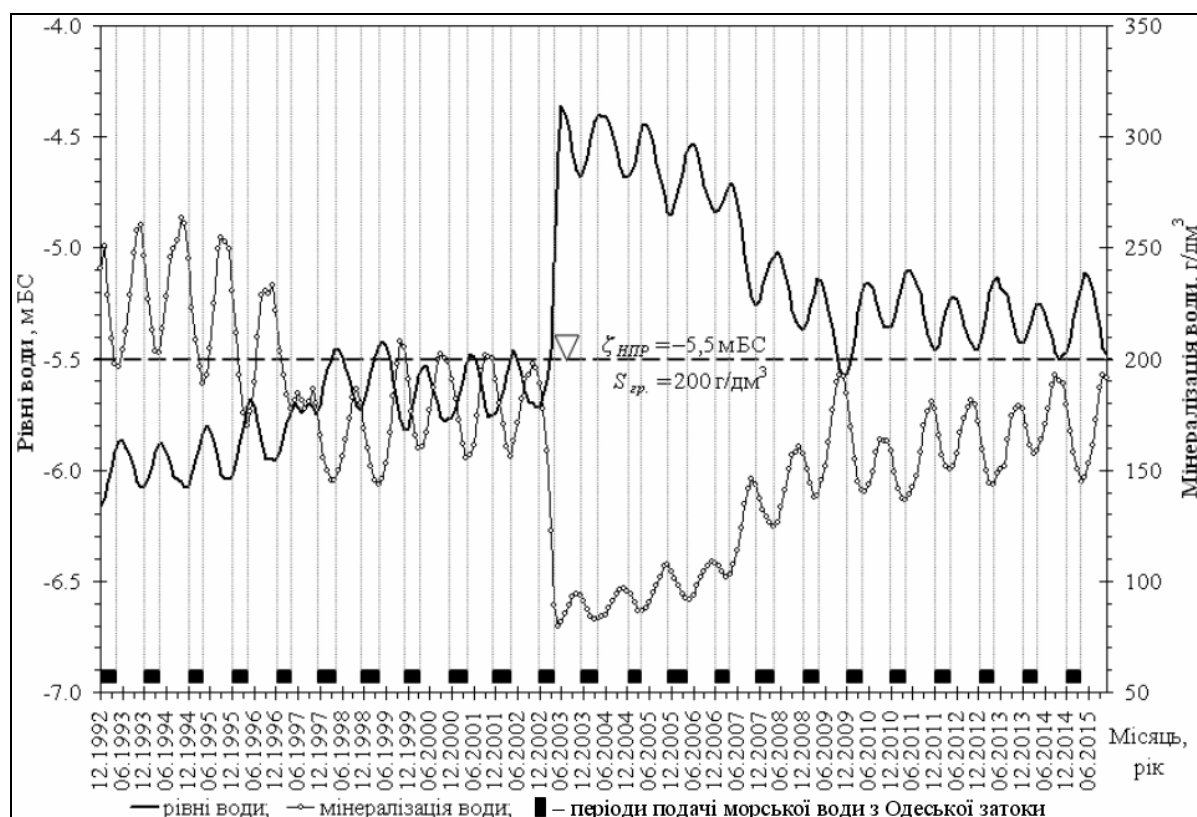


Рисунок 1 – Мінливість середньомісячних рівнів і значень мінералізації води Куяльницького лиману за період 12.1992-11.2015 рр. (варіант 3) [1].

Визначено, що мінералізація води за розрахунковим **варіантом 3** в лимані поступово зменшується і, починаючи з лютого 1997 р. (середина п'ятого циклу подачі морської води до лиману), по листопад 2015 р., стає майже постійно меншою ніж  $S_{ср.} = 200 \text{ г/дм}^3$ . В середньому за один період подачі морської води до лиману кількість солей у водоймі за рахунок їх надходження з моря збільшувалась на 0,157 млн. т.

Таким чином, для управління режимами рівнів і мінералізації води та кількістю солей в Куяльницькому лимані у майбутньому за умови, що поповнення об'єму лиману морською водою відбуватиметься трубопроводом «море-лимани», рекомендується організувати роботу трубопроводу за **варіантом 3**. Отже, пропонується внести відповідні зміни у вимоги умов подачі морської води до лиману, які зазначені в «Правилах експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки», розроблених у 2015 р. ДП «Укрпівдендінпроводгоспом».

### Список використаної літератури

1. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: Монографія / за ред. Н.С. Лободи, Є.Д. Гопченка. Од. держ. екол. ун-т, – Одеса: ТЕС, 2016. – 332 с.

## УТОЧНЕННЯ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ РЕЧОВИННОГО БАЛАНСУ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

*Гузієнко І. А., Осадча Н. М. д. з. н.*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України, м. Київ*

Створення водосховищ – найбільш активна форма регулювання та розподілу у часі річкового стоку в інтересах різних галузей промисловості. Гідрологічний режим таких водних об'єктів, тісно прив'язується до гідрометеорологічних умов навколишнього середовища, які у свою чергу визначають основні водно-балансові співвідношення та найбільш оптимальний режим регулювання річкового стоку. У контексті екологічних проблем, такі масштабні зарегулювання стоку річок, зазвичай, впливають на хімічний склад їх води, гідробіологічні умови, а також на зміщення процесів у бік інтенсивного формування твердого стоку та перерозподілу хімічних елементів у бік акумуляції.

Описані явища повною мірою характерні для каскаду Дніпровських водосховищ, головним із яких є верхнє, Київське водосховище, яке приймає понад 60 % стоку усього каскаду та відіграє бар'єрну функцію, оскільки у межах його акваторії під дією гравітаційних сил осаджується найбільша кількість хімічних компонентів, сорбованих завислими речовинами та асимільованих гідробіонтами.

Метою нашої роботи було вивчення трансформаційної ролі Київського водосховища відносно різних груп хімічних компонентів, для чого був застосований розрахунок їх масового балансу. Прибуткова частина балансу визначається привнесенням речовин із головними притоками водосховища (річки Дніпро, Прип'ять, Тетерів, Ірпінь та Уж), а також із атмосферними опадами. Встановлено, що частка атмосферних випадіннь у прибутковій частині не перевищує для різних компонентів 0,1-0,6 %, внаслідок чого надалі вказана складова не враховувалась.

Витратна частина балансу оцінювалась за скидами через греблю Київської ГЕС.

Хімічний стік тісно пов'язаний з водним стоком. Річкові води, як найбільш активна частина гідросфери відіграють основну роль у переносі речовин. Речовинний стік Київського водосховища розраховували за різні гідрологічні фази. Для отримання найкращого співпадіння між опадами і стоком під час річного циклу розвитку гідрологічних процесів узагальнення результатів проводили у межах не календарного, а гідрологічного року. За початок гідрологічного року було прийнято 1 листопада.

Для прикладу на рис. подається 2006 середній за водністю рік, для річок Дніпро та Прип'ять. Початок гідрологічного року припадає на 1 листопада 2005 року, закінчення – на 1 листопада 2006 року.

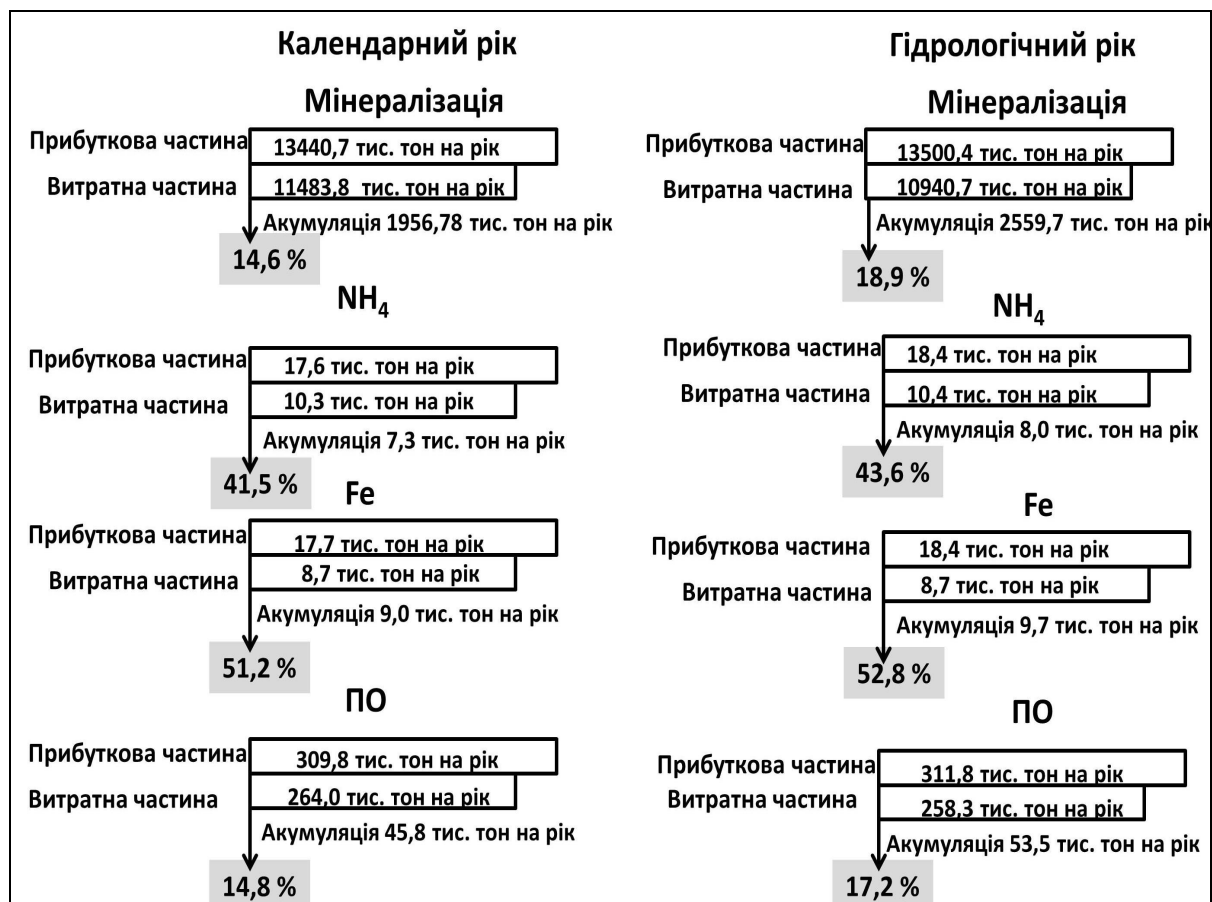


Рисунок – Речовинний баланс Київського водосховища за календарний та гідрологічний роки

У гідрологічний рік акумуляція була більш активною для усіх показаних компонентів: на 4,3 % було більше акумульовано солей, на 2,1 % - азоту амонійного, на 1,6 % заліза, на 2,4 % органічних речовин. Це є свідченням того, що Київське водосховище є потужною біогеохімічною системою, направленою на виведення значної кількості хімічних речовин із водного розчину.

Метод розрахунку речовинного балансу з використанням гідрологічних років, на нашу думку, є більш методично репрезентативним, оскільки він враховує повний цикл розподілу водних мас, які активно надходять у водойму під час водопілля, не перериваючи гідрологічний рік. Подібні розрахунки, виконані для років різної забезпеченості, повністю підтвердили твердження.

## ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНКИ ГІДРОХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ (НА ПРИКЛАДІ МАЛИХ РІЧОК НИЖНЬОГО ДНІСТРА)

*Даус М.Є., к.геогр.н.,доц.*

*Одеський державний екологічний університет*

Особливістю гідрологічних явищ є їх обумовленість складними і різноманітними процесами, які відбуваються впродовж коротких і довготривалих інтервалів часу та зазнають впливу багатьох чинників. Врахувати вплив кожного з природних та антропогенних чинників на формування стоку і гідрохімічних показників неможливо, а якщо прийняти, що вибірки їх характеристик, є випадковими величинами, то можна використати методи математичної статистики. Тому *метою* роботи було надати статистичну характеристику гідрохімічних показників малих річок Нижнього Дністра та, використовуючи метод сумісного аналізу даних, виконати їх просторове узагальнення.

Малі річки Нижнього Дністра – Білочі, Окна, Кучурган та Ягорлик – мають сприятливе фізико-географічне положення, тому з середини минулого століття широко використовуються людиною з метою задоволення своїх потреб. За останні роки через стрімкий розвиток промисловості, сільського господарства та створення каскаду водосховищ у руслах річок, антропогенне навантаження на них стрімко зросло, а стан якості води - через відсутність комплексних заходів з покращення даної ситуації та трансформації водного режиму річок в результаті водогосподарської діяльності та змін глобального клімату значно погіршився.

Річки Кучурган, Ягорлик, Окна, Білочі є лівими притоками першого порядку р.Дністер у його нижній частині. За своїм режимом річки відносяться до річок східно - європейського типу. Живлення їх переважно снігове, участь дощового та ґрунтового стоку невелика. Вода річок відноситься до гідрокарбонатного класу. Протікають річки територією Одеської області та частково територією Молдови.

При виконанні статистичних досліджень аналізувалися дані спостережень Одеського обласного управління водного господарства за хімічним складом води на постах р. Білочі – с. Шершенці, р. Окна – с. Лабушне, р. Кучурган – с. Степанівка, р. Ягорлик – с. Артирівка за період з 2000 по 2014 рр.

Для надання статистичної оцінки гідрохімічних показників річок була використана методика знаходження початкових, центральних та основних моментів розподілу випадкових величин, досліджені закони їх розподілу та виконаний метод сумісного аналізу даних, запропонований С.М. Крицьким та М.Ф. Менкелем.

На першому етапі були розраховані основні характеристики та значення статистичних оцінок моментів розподілу для гідрохімічних показників: гідрокарбонати, рН, азот амонійний, азот нітратів, БСК<sub>5</sub>, калій, кальцій, магній, натрій, нафтопродукти, нітрати, нітрити, СПАР, сульфати, фосфати, хлориди, ХСК та мінералізація. Приклад результатів розрахунків наведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Основні характеристики та значення статистичних оцінок моментів розподілу фосфатів на посту р. Кучурган- с. Степанівка

| $n$ | $k$ | $x_{\max}$ | $x_{\min}$ | $c$  | $\hat{\nu}_1 = \bar{x}$ | $\hat{\nu}_2$ | $\hat{\nu}_3$ | $\hat{\nu}_4$ |
|-----|-----|------------|------------|------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 33  | 8   | 1,06       | 0,00       | 0,13 | 0,294                   | 0,1587        | 0,1161        | 0,096         |

Продовження таблиці 1

| $\mathcal{A}_2$ | $S_x^2$ | $S_x$ | $\hat{\mu}_3$ | $\hat{\mu}_4$ | $\hat{r}_3$ | $\hat{r}_4$ | $E$  |
|-----------------|---------|-------|---------------|---------------|-------------|-------------|------|
| 0,076           | 0,079   | 0,28  | 0,025         | 0,022         | 1,14        | 3,28        | 0,28 |

На другому етапі здійснено перевірку статистичної гіпотези про відповідність емпіричного розподілу до теоретичного за допомогою критерію Пірсона і порівняння його із критичним значенням. За результатами розрахунків встановлено, що більшість показників описуються нормальним розподілом, законом розподілу Пірсона III типу апроксимуються: кальцій та ХСК – р. Кучурган; СПАР – р. Білочі; водневий показник рН – р. Білочі і р. Окна.

Також, використовуючи метод сумісного аналізу, гідрохімічні показники були перевірені на відповідність умові.

Метод сумісного аналізу показує, що незважаючи на близьке розташування водозборів досліджуваних річок, переважно снігове живлення та однаковий тип режиму (східно-європейський), поєднати їх у єдиний район, для осереднення характеристик не можливо для більшості досліджуваних показників: мінералізація, кальцій, магній, фосфати, натрій, нітрати, водневий показник, сухий залишок, розчинений кисень, сульфати, хлориди, ХСК, азот амонійний та азот нітратний. Оскільки у розрахунках для даних показників переважає географічна складова, то просторові узагальнення можна наводити у вигляді карти ізоліній. Осереднити значення по всіх водозборах і розповсюдити дані значення на всю територію можливо для СПАР, нітритів, нафтопродуктів, гідрокарбонатів та БСК<sub>5</sub>.

Статистичні характеристики і закони розподілу гідрохімічних показників дають можливість знайти особливості сучасного гідрохімічного складу досліджуваних водойм та, при необхідності, робити висновки про можливі зміни показників якості води незалежно від кількості чи наявності відібраних проб на відповідних постах спостереження та проводити їх просторове узагальнення.

## ЕКОЛОГО-ГІДРОЛОГІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧИСЕЛЬНОЇ МОДЕЛІ SWIM

*Дідовець Ю.<sup>1,3</sup>, Сніжко С.<sup>1</sup>, д.з.н., професор, Krysanova V.<sup>2</sup>, Dr.,  
Bronstert A.<sup>3</sup>, Dr. Prof., Лобанова А.<sup>2</sup>  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка<sup>1</sup>,  
Potsdam Institute for Climate Impact Research<sup>2</sup>,  
University of Potsdam<sup>3</sup>*

Водно-тепловий баланс річкових басейнів є надто чутливим до кліматичних змін. Підвищення температури повітря, зміна в характері опадів впливають на гідрологічний режим річок, збільшують частоту повеней та засух, що робить вразливим сільське господарство, енергетику, транспорт та соціальну сферу, які залежать від водних ресурсів.

В умовах зміни клімату з'являється потреба в зменшенні потенційно можливих ризиків та збитків, в створенні стратегії адаптивних заходів в управлінні водними ресурсами. Для цього інформація про зміни водних ресурсів у майбутньому, яка може бути отримана лише з використанням сучасних кліматичних та гідрологічних моделей.

В Україні виконано ряд оцінок зміни водного стоку в майбутньому [1,2], проте більшість з них не використовує сучасних чисельних гідрологічних моделей і отримані результати вимагають подальшого уточнення.

В даному дослідженні за допомогою чисельної еколого-гідрологічної моделі SWIM (Soil and Water Integrated Model) [9] було оцінено можливі зміни водних ресурсів у різних регіонах України на прикладі трьох гідрологічних басейнів: р.Тетерев, р.Самара та р.Західний Буг.

Модель SWIM – тривало-часова просторова модель, яка включає в себе гідрологічні процеси, вегетативні процеси, рух донних відкладів кругообіг азоту та фосфору в межах річкового басейну [4]. SWIM включає також додаткові модулі для покращення якості моделювання в умовах значного впливу на гідрологічний режим басейну - водойм, боліт, іригації тощо.

Для моделювання було використано ряд просторових даних: цифрова модель рельєфу басейну, карти ґрунтів з відповідною класифікацією та землекористування.

Необхідні для моделювання метеорологічні дані були отримані з європейського проекту WATCH-Forcing-Data-ERA-Interim (щоденні дані середньої, мінімальної, максимальної температури повітря, вологості, опадів та радіації).

Калібрація моделі була здійснена з використанням даних щоденних спостережень Гідрометеорологічної служби України. Для оцінки

результатів отриманих в результаті калібрації та валідації в SWIM використовувались коефіцієнти Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) та Percent Bias (Pbias).

Для моделювання річкового стоку за допомогою моделі SWIM було використано регіональні кліматичні сценарії з європейського міждисциплінарного проекту IMPRESSIONS (Impacts and Risks from High-End Scenarios: Strategies for Innovative Solutions) [3] та 7 кліматичних проєкції з RCP 4.5 та RCP 8.5.

Результати моделювання водного стоку для трьох часових періодів та місяців гідрологічного року представлені на рис 1.

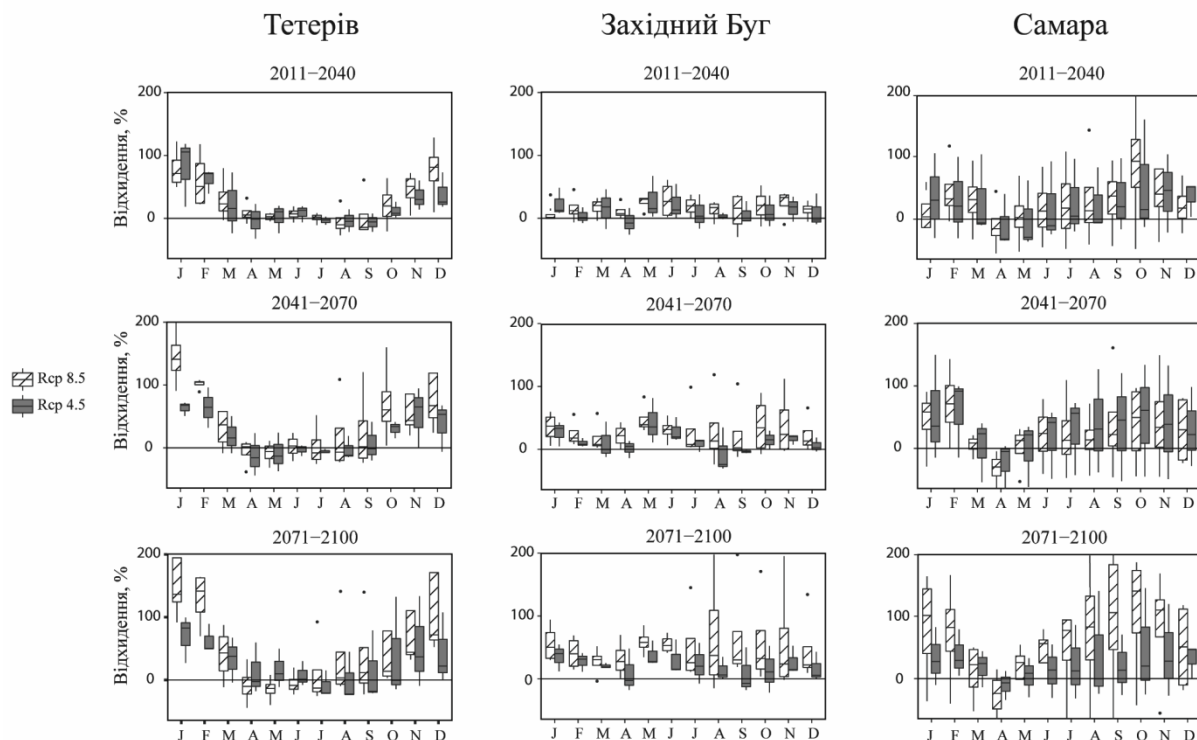


Рисунок 1 - Результати моделювання водного стоку досліджуваних річок

### Список використаної літератури

1. Сніжко С., Яцюк М., Купріков І., Шевченко О., Струтинська В., Краковська С., Паламарчук Л., Шедеменко І. Оцінка можливих змін водних ресурсів місцевого стоку в Україні в XXI столітті.-Водне господарство України, №6 (102), 2012. – 8-15 с. 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. Impacts And Risks From High-End Scenarios: Strategies For Innovative Solutions <http://www.impressions-project.eu/>. 4. Krysanova. V., Hattermann F., Wechsung F. Development of the ecohydrological model SWIM for regional impact studies and vulnerability assessment/ Hydrol. Process. 2005. 19, P.763–783.



## ПРОГНОСТИЧНА ОЦІНКА ЩОРІЧНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ПІВДЕННОГО БУГУ

*Докус А.О., асп.2 р.н., Шакірзанова Ж.Р., д.геогр.н., проф.  
Одеський державний екологічний університет*

Поняття «ризик» з'явилося у XIV ст., проте спроби оцінки і управління ризиками відомі досить давно, ще 4 тис. років тому в Месопотамії намагались оцінити ризики та управляти ними. На сьогоднішній день проблема оцінки і управління ризиками перетворилася в загальносвітову задачу. Економічний, промисловий та технологічний прогрес у XX ст. призвів до виникнення цілої низки проблем, які людство поки що не в силах подолати. Через надмірне використання природних ресурсів в останні десятиріччя різко підвищилась кількість джерел ризику, що несуть загрози екологічного характеру. Ці загрози продовжують зростати та ускладнюватися.

Ризик є складним поняттям і містить у собі як категорії наслідків, так і ймовірність виникнення небажаних небезпечних подій. Ризик – це можливість виникнення несприятливих наслідків, що викликані антропогенними чи природними явищами [2]. Гідрологічний ризик в свою чергу може бути викликаний річковими повеннями (паводками та водопіллями), які виникають під час тривалих злив і внаслідок танення снігу та при заторах, швидким затопленням узбереж, повільними, але масштабними коливаннями рівня озер, зміщенням русла річки, підвищенням рівня ґрунтових вод та ін.

Для попередження гідрологічного ризику постає необхідність просторового моніторингу гідрологічного стану водних об'єктів в басейні, прогностичної оцінки щорічних гідрологічних ризиків, а особливо в період найбільш багатоводної фази річного режиму рівнинних річок України – проходженні весняного водопілля, стік за яке сягає 60-80% від річного і є переважно небезпечним природним явищем.

Як відомо, наслідки під час весняного водопілля можуть бути катастрофічними: спостерігаються підйоми рівнів води в річках, вихід води на заплаву, затоплення сільськогосподарських угідь, господарських об'єктів, доріг, руйнування гідротехнічних споруд, що тягне за собою і екологічні небезпеки.

Басейн Південного Бугу розміщений в межах 7 областей (Хмельницької, Вінницької, Кропивницької, Черкаської, Миколаївської, Одеської) та характеризується високим рівнем господарської освоєності території [1]. Тут розміщено 70 адміністративних районів, 35 міст, 65 селищ, 2 878 сіл, в яких проживає 4,2 млн. чоловік, що складає близько 8% всього населення України. Це один з потужних аграрних регіонів України

з високим рівнем промислового виробництва, річкового транспорту, водопостачання та іригації. Південний Буг є однією з найбільш зарегульованих річок України, тому виникає потреба оперативного інформування про стан річки для своєчасного реагування та попередження виникнення небезпечної ситуації на об'єктах ГЕС та АЕС.

Прогнозування щорічних гідрологічних ризиків під час проходження весняних водопіль на річках та планування заходів захисту в зонах затоплення можливе при просторовому моніторингу стану водних об'єктів в цей період. Дана задача виконується в рамках Паводкової Директиви 2007/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2007 року про оцінку і управління ризиками затоплення, яка спрямована на запобігання, захист та зменшення негативного впливу повеней на довкілля.

Метою роботи є використання методу територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля рівнинних річок, розробленого в ОДЕКУ при складанні щорічних прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля в басейні річки Південний Буг. В роботі передбачається розроблення методики попередньої оцінки ризиків затоплення, їх класифікація та підготовка карт загроз та ризиків затоплення.

Для представлення результатів щорічної прогностичної оцінки ризиків в басейні Південного Бугу авторами пропонується використання географічної карти (побудованої ГІС-засобами) з зображенням ізоліній, тобто ліній рівних величин прогнозованих за методикою значень модульних коефіцієнтів (безрозмірних комплексів) максимально стоку весняного водопілля. Цей метод доволі наглядний та дає змогу попередити виникнення катастрофічно високого водопілля, надати кількісну оцінку характеристикам та строків проходження весняного стоку в цілому для великих регіонів, у тому числі й для річок недостатньо вивчених у гідрологічному відношенні. При цьому при побудові таких карт через певні інтервали часу є змога спостерігати розвиток ризику під час формування весняного водопілля річок та проводити аналіз гідрометеорологічної ситуації в басейні і регіоні. Важливою технологією в прогностичному методі є можливість встановлення й ймовірності настання гідрологічних ризиків у багаторічному розрізі.

Сучасні технології дають змогу оперативної дистанційної передачі прогнозу від виконавця до споживача для своєчасного попередження та запобігання небезпечної ситуації.

### ***Список використаної літератури***

1. Мокін В.Б., Крижановський Є.М., Марушевський Г.Б. Розробка екологічного атласу басейну річки Південний Буг. – Вінниця, 2009. – 19 с.
2. Музалевский А.А., Карлин Л.Н. Экологические риски: теория и практика. – СПб.: РГГМУ, ВВМ, 2011. – 448 с.

## ЕКОЛОГО-ГІДРОМОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ БІОТОПІЧНОЇ СТРУКТУРИ ВОДООХОРОННОЇ ЗОНИ ВОДОСХОВИЩА

*Дубняк С.С., к.г.н., доцент*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Водоохоронна зона водосховища, як уже неодноразово зазначалось в наших роботах [1, 2], об'єднує зони впливу водосховища на прилеглу сушу. До неї входять зони: формування (переробки) берегів водосховища; підтоплення прилеглих до водосховища земель; ерозійної активності. Утворення цих зон пов'язане з підвищенням рівня води при наповненні водосховища. За екологічною сутністю водоохоронна зона є прибережним екотонем водосховища, тобто екосистемою перехідного типу між екосистемами водойми і прилеглої суші. В цьому вона схожа на прибережні зони лиманів в гирлах річок. Водночас, як показують еколого-гідроморфологічні дослідження водоохоронних зон, для них характерні специфічні провідні фактори і особливості біотопічної структури.

Найбільш чітко водоохоронні зони ідентифікуються вздовж глибоководної озероподібної частини водосховища, бо тут вплив водойми на прилеглі ділянки суші найбільший, оскільки величини підвищення рівня води і відповідного базису ерозії тут найбільші, а сама водоохоронна зона виникає заново. Натомість навколо річкоподібної ділянки водоохоронна зона практично ідентична такій же зоні річки в побутових умовах.

На ділянках поширення мілководь водосховища у зв'язку зі значними сезонними коливаннями рівня води та утворенням осушених ділянок, водоохоронна зона може мігрувати, якщо дотримуватись тих підходів, які внесені у водне і земельне законодавство України. Внутрішня, акваторійна межа водоохоронної зони визначається при рівні води в межень, тобто при рівнях мертвого об'єму, а отже при вищих рівнях значна частина водоохоронної зони буде перетворена в мілководну зону водосховища і втратить своє водоохоронне значення. Найбільш тривалим стоянням рівнів води на водосховищах є літньо-осіннє, яке за часом близьке до вегетаційного періоду, тому акваторійну межу прибережного екотону пропонується встановлювати за рівнем навігаційного спрацювання, відносячи зони осушки до акваторії водосховища.

Специфічна особливість прибережного екотону – накладання зон формування берегів, підтоплення земель та ерозійної активності одна на одну біля урізу води. В бік суші найбільше поширюється зона ерозійної активності, потім – зона підтоплення, найвужча – зона переробки берегів.

Провідні фактори формування берегової зони водосховища диференційовані по його акваторії. У верхній річкоподібній частині водосховища – це стокові течії і пов'язана з ними ерозія берегів у поєднанні з водно-гравітаційними процесами на схилах. В зоні поширення мілководь переважають нейтральні біогенні береги, що заростають вищою

водяною рослинністю. В глибоководній частині водосховища берегові процеси набувають максимального розвитку. Основними факторами тут є вітро-хвильові процеси, геолого-геоморфологічна будова, гідродинаміка і літодинаміка берегових уступів і відмілин, різні види течій, виходи ґрунтових вод. Ширина зони формування берегів на дніпровських водосховищах складає в середньому – 300-500 м.

Зауважимо, що функціонування берегової зони тісно пов'язане з мілководною (мілководно-осушною) зоною. Обидві можна розглядати як два послідовні ландшафтні екотони, розташовані нижче і вище середніх рівнів води у водосховищі.

Формування зони підтоплення пов'язане з підвищенням рівнів ґрунтових вод на прибережних територіях. Її ширина складає від 3-5 км на Канівському і Дніпровському водосховищах до 25 км – на Каховському. У природних умовах ділянки підтоплення перетворюються у водно-болотні угіддя, що ми спостерігаємо у верхів'ях та в середніх частинах водосховищ. В нижніх частинах водосховищ підтоплення як правило обмежене комбінованим захистом (захисні дамби, обвідні канали, насосні станції). Зону підтоплення можна розглядати як ландшафтний екотон аквально-терального походження на межі між водосховищем і сушею. Рівень поверхні цього екотону в цілому вищий, ніж рівень берегової зони.

Завершується зона безпосереднього впливу водосховищ на прилеглі території зоною ерозійної активності на схилах приток, ярів і балок, що пов'язано з загальним різким підвищенням базису ерозії в басейні водосховища. При цьому гальмуються врзи в підстильну поверхню (глибинна ерозія), але посилюється бокова ерозія. Провідними процесами, які формують біотопічну структуру цього екотону є водно-гравітаційні процеси на схилах (розмив, змив, транспорт) і акумуляція в пониженнях рельєфу (руслах, заплавах річок, днищах ярів і балок). Найбільш чітко виражена ця зона в гирлах приток водосховища в межах його глибоководної частини.

Отже водоохоронна зона водосховища – це трьохярусний ландшафтний екотон, який включає екотони берегової зони, зони підтоплення земель і зони ерозійної активності. Ці зони фіксують ареали поширення процесів, викликаних створенням водосховища.

### ***Список використаної літератури***

1. Дубняк С.С. Основні положення еколого-гідроморфологічного напрямку досліджень екосистем крупних рівнинних водосховищ // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – Т.14. – С.62-74.
2. Дубняк С.С. Эколого-гидроморфологический анализ биотопической структуры крупных равнинных водохранилищ // Географический вестник. – Пермь, 2013. - №3 (26). – С.107-120.

**УДОСКОНАЛЕННЯ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ  
ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ  
ПАВОДКІВ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

*Кічук Н.С., к.г.н., доцент, Гопченко Є.Д., д.г.н., професор,  
Овчарук В.А., к.г.н., доцент  
Одеський державний екологічний університет*

В Україні визначення розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків здійснюється на базі СНіП2.01.14-83. Але з періоду його використання пройшло більше 30 років і удосконалення параметрів на сучасному етапі є актуальною проблемою в галузі розрахунку характеристик паводків і водопіль. Крім того, важливим залишається і розвиток науково-методичної бази, оскільки використання різних структур при розрахунку характеристик максимальних витрат води і шарів стоку паводків на водозборах з площами  $F < 200 \text{ км}^2$  і  $F > 200 \text{ км}^2$  залишається недостатньо обґрунтованим.

Авторами виконані дослідження по удосконаленню як теоретичної бази, так і уточнення параметрів розрахункової методики з використанням матеріалів спостережень до 2010 року включно. Обґрунтування розрахункової схеми стосується характеристик максимального стоку дощових паводків на території Півдня України. Вихідні дані по максимальному стоку охоплюють 55 водозборів з площами від  $28,2 \text{ км}^2$  до  $9280 \text{ км}^2$ . Розрахункові характеристики по максимальних добових опадах теплового періоду визначені з використанням 72 метеорологічних пунктів.

Базова формула, що пропонується для нормування максимальних витрат води паводків на території Півдня України основана на операторній структурі вигляду

$$q_p = q'_{1\%} \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F \lambda_p, \quad (1)$$

де  $q_p$  – максимальний модуль забезпеченістю  $P\%$ ,  $\text{м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ;

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

$\psi(tp/T_0)$  – коефіцієнт трансформації паводків під впливом руслового добігання;

$\varepsilon_F$  – коефіцієнт русло-заплавного зарегулювання паводків;

$\lambda_p$  – коефіцієнт забезпеченості;

Розрахункові модулі схилового припливу  $q'_{1\%}$  визначаються за допомогою рівняння

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} H_{1\%} \eta_0, \quad (2)$$

де  $(n+1)/n$  - коефіцієнт часової нерівномірності схилового стоку, який осереднений по території і приймається на рівні 3.5;

$\hat{O}_0$  – тривалість схилового припливу, яка у межах розглядуваної території осереднена на рівні 2,5 год.;

$H_{1\%}$  – добові максимуми дощових опадів забезпеченістю  $P=1\%$ , які обґрунтовані для всієї території на рівні 100 мм;

$\eta_0$  – коефіцієнт паводкового стоку, який районований, причому у першому районі він становить 0,40, а у другому – 0,70 ;

Трансформаційна функція  $\psi(tp/T_0)$  розраховується за допомогою рівнянь:

- при  $t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m+1}{(m+n+1)(n+1)} \left( \frac{t_p}{T_0} \right)^n; \quad (3)$$

б) при  $t_p \geq T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = \frac{n}{n+1} \frac{T_0}{t_p} \left[ \frac{m+1}{m} - \frac{n+1}{m(m+n+1)} \left( \frac{T_0}{t_p} \right)^m \right], \quad (4)$$

де  $t_p$  – тривалість руслового добігання (год.), обчислюється за гідрографічною довжиною водотоку  $L$ (км), середнім зваженим ухилом  $I_{зв}$  (‰) і площею водозбору  $F$ (км<sup>2</sup>) за регіональною формулою:

$$t_p = \frac{L}{1,19 \cdot I_{\zeta\hat{a}}^{0,33} F^{0,14}}; \quad (5)$$

$m$  – степеневий показник у рівнянні руслових ізохрон;

$$m_1 = 2,0 - 0,26 \lg(F + 1). \quad (6)$$

$n$  - степеневий показник у рівнянні часової нерівномірності схилового припливу, який для регіону степової зони осереднений на рівні 0,4.

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання  $\varepsilon_F$  визначається за його залежністю від площі водозборів або за таблицею залежно від району.

Запропонована методика розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків на території Півдня України доведена до рівня практичного використання. Її точність становить  $\pm 18,5\%$ .

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПАВОДКОВОГО РЕЖИМУ Р. ДНІСТЕР – М. ЗАЛІЩИКИ

*Кожем'якін Д. В.*, студент, *Чорноморець Ю. О.* к.геогр.н., асистент  
кафедри гідрології та гідроекології

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Басейн річки Дністер розташований в зоні розвитку інтенсивної зливової діяльності. Характерною особливістю гідрологічного режиму гірської частини річки є утворення паводків протягом всього року. Такі паводки досить часто набувають катастрофічного характеру і призводять до значних руйнувань житлових будинків, доріг та інших об'єктів інфраструктури регіону. Метою досліджень є вивчення максимального стоку на річці Дністер за даними гідрологічного поста в м. Заліщики для оцінки та порівняння параметрів паводкового режиму в теплий та холодний періоди року.

До паводків, в даному випадку, відносяться ті підйоми, за яких найбільші витрати води перевищували найменші річні максимальні характеристики за багаторічний період[1]. Таким чином, критерієм відбору паводків для теплового періоду була витрата води  $304 \text{ м}^3/\text{с}$ . Для холодного періоду цей критерій відбору склав  $486 \text{ м}^3/\text{с}$ . Дощові паводки теплового періоду вибирались від дати кінця останнього піку періоду сніготанення на межі квітня та травня до дати появи осінніх льодових утворень. Дати початку та кінця паводку визначались за гідрографами стоку. В процесі визначень характеристик паводків базисний стік був виключений. За дату перед паводковою витрати бралась дата, яка передувала помітному підйому кривої на гідрографі. За дату закінчення паводку бралась дата, яка відповідала витраті води на спаді паводку, близькій до перед паводковою витрати. Всі обчислення проведено за гідрологічний рік, визначення початок якого кожного разу різний, однак для території України він приймається переважно за 1 листопада. До основних характеристик паводків, що визначались в даній роботі відносяться: максимальний модуль стоку за паводок, сумарний шар стоку за період проходження паводку, та тривалість паводку у днях.

Паводки Дністра нерівномірно розподілені протягом всього року з певними, сезонними піками і спадами. Критерій відбору паводків теплового періоду на 37% нижчий за критерій відбору холодного періоду. Це відбувається за рахунок того, що паводки холодного періоду мають переважно змішане походження, що обумовлює вище значення базисного стоку в нижній частині амплітуди, за якою власне і визначається критерій відбору паводку. Всього до розрахунку прийнято 422 паводки за період від початку безперервних спостережень на р.Дністер – м. Заліщики (1948 р.) до 2013 року включно. Оцінка характеристик паводків здійснювалася

окремо для теплого та холодного періодів року, а також спільна оцінка всіх паводків разом за гідрологічний рік. Вихідні послідовності перевірено на однорідність за критеріями Стюдента Фішера та Вількоксона. Оцінюючи всі паводки разом, незалежно від їх генетичних особливостей, виявлено порушення однорідності більшості критеріїв для кожної з їх характеристик, за виключенням критерію Стюдента у випадку абсолютного максимального модулю стоку та критерію Фішера для сумарного шару стоку за паводок та його тривалості. Натомість при виділенні окремо дощових та сніго-дощових паводків для абсолютного максимального модулю стоку порушення однорідності має місце лише у холодний період, тоді як паводки теплового періоду за всіма критеріями є однорідними. Такий висновок свідчить про доцільність виділення паводків за генетичними ознаками.

Відповідно до проведених розрахунків можна зробити висновок, що максимуми паводків теплового періоду переважно вищі відповідних характеристик холодного періоду і це перевищення в середньому за період спостережень становить 35%. Тривалість паводків холодного періоду на 22% вища, ніж тривалість паводків теплового. Середній шар стоку паводків теплового періоду на 20% нижчий за ту ж характеристику холодного періоду. Шар сумарного паводкового стоку все ж переважає у паводків теплового періоду на 17%, оскільки середня багаторічна кількість паводків в теплий період (4-5 паводків) більша ніж в холодний (3 паводки). Найбільше значення модулю стоку теплового періоду, а також розмах варіювання, коефіцієнти варіації і асиметрії приблизно у 1,5 рази вищі для паводків теплового періоду.

Запропонована оцінка характеристик паводкового режиму може бути використана в рамках реалізації окремих положень Директиви Європейського Союзу [2] для басейну Дністра, зокрема розділу II, який має на меті попередню оцінку ризиків, пов'язаних із затопленнями територій, оскільки свідчить про значне підвищення ймовірності формування високих паводків у теплий період, особливо в липні місяці.

### ***Список використаної літератури***

1. Сусідко М.М., Полякова С.О., Щербак А.В. Каталог характеристик дощових і сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону за 1989-2002 роки // Наук. пр. УкрНДГМІ.-2006, вип. 255. – С. 299-310.
2. Директива 2007/60/ЄС Європейського Союзу і Ради Європи від 23.10.2007 р. Офіційний журнал Європейського Союзу. L288/77 від 6.11.2007р.



## ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЧЁРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

*Колесник О.Н. магистр гидрологии*

*Заведующий сектором речных и гидрологических прогнозов*

*Жемчужникова О.Б. магистр гидрологии, гидролог I категории*

*Шаменкова О.И. к.геор.н., старший преподаватель кафедры*

Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей является оперативно-производственной и методической организацией Государственной гидрометеорологической службы Украины, головной организацией по морскому оперативно-прогностическому обслуживанию морских отраслей хозяйства Украины на Азово-Черноморском бассейне. Ныне это солидное учреждение, насчитывающее около 300 сотрудников, оснащенное сложной современной аппаратурой и средствами связи.

**В состав ГМЦ ЧАМ входят следующие отделы:**

- метеорологических прогнозов,
- морских и речных гидрологических прогнозов,
- метеорологии, архивации данных наблюдений,
- агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов,
- гидрометеорологии моря порт Одесса,
- автоматизации,
- комплексная лаборатория наблюдений за загрязнением окружающей среды и группы.

**Сектор речных гидрологических прогнозов относится к отделу морских и речных гидрологических прогнозов.**

**Главные задачи сектора:**

1. Постоянный анализ фактического гидрологического режима р.Южный Буг и Причерноморья(в первую очередь уровневого, температурного, ледового) через получение и обработку соответствующими техническими и технологическими способами результатов наблюдений государственной гидросети. В обработке информации нам помогает АРМГ. Комплекс основан на современных

компьютерных технологиях общесистемного географического подхода к регистрации и анализа гидрометеорологических данных и явлений, основными признаками которых являются территориальность, комплексность, конкретность, глобальность. АРМГ - обеспечивает выполнение в автоматическом режиме комплекс работ по декодированию, анализу, обработке, визуализации и накоплению в виде базы данных гидрометеорологической информации, поступающей в соответствии со стандартами действующих кодов и необходимую для гидрологического прогнозирования и обеспечения потребителей.

2. Оценка возможной тенденции изменения гидрологической ситуации, прогнозирование показателей водного и ледового режима рек и водохранилищ за определённые промежутки времени на основании использования гидрологических прогностических моделей и систем таких как:

**Sloj2**-это комплекс для долгосрочного прогнозирования весеннего стока. Он оценивает слой поверхностного задержания талой и дождевой воды при долгосрочном прогнозировании весеннего стока с помощью коэффициентов (Ю.Буга и Ингульца).

**BUN3**-система для краткосрочного прогнозирования стока в бассейне Ю.Буга и Ингульца во время половодья в оперативных условиях, совместно с базой Укр ГМЦ(это система новая для нас и мы будем проверять её эффективность в оперативных условиях).

**ICE\_COMPLEX** - это система прогнозирования ледовых явлений (прогнозируются сроки появления ледовых явлений, образование ледостава, нарастание ледового покрытия, вскрытие льда на реке, очищение водохранилищ).

3. Предупреждение о вероятном развитии гидрологической опасности и стихийных явлений – паводки и половодье, заторы и зажоры, и возможные негативные последствия проявления этих процессов на объекты хозяйства, населённые пункты, территории и т.д.

ГМЦ ЧАМ сотрудничает и обменивается информацией с другими гидромет центрами такими как УкрГМЦ, Николаевский, Кировоградский, Днепропетровский, Винницкий, Житомирский, Дунайская гидромет обсерватория. Нашей информацией и прогнозами пользуются МЧС, Облводхоз, управление ТЕБ та НС, Управление охраны окружающей среды, Управление ЧС в Одесской области и многие другие.

## БАГАТОРІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ У БАСЕЙНІ Р. ДЕСНА

**Кошкіна О.В.**

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України*

Серед природних умов істотний вплив на формування водного режиму мають клімат, рельєф місцевості, ґрунтовий покрив, характер рослинності. Температура повітря та атмосферні опади є одними із основних метеорологічних величин, які визначають характер та режим погоди та відіграють велику роль у формуванні гідрологічного режиму річок та водойм [2].

Основна зона живлення р. Десни розташована на Середньоруській і Смоленсько-Московській височинах, де спостерігаються багатосніжні зими, саме тому для аналізу багаторічних тенденцій мінливості кліматичних чинників у басейні р. Десна використано метеорологічні станції Брянськ та Курськ (так як знаходяться в основній стокоформуючій частині басейну). Досліджувалися середня багаторічна температура повітря та кількість опадів за рік, середня кількість опадів за теплий період (з квітня по жовтень) та холодний період (з листопада по березень).

Аналіз мінливості кліматичних чинників відбувався на основі порівняння кліматологічної стандартної норми за 30-річний період (період з 1 січня 1961 р. до 31 грудня 1990 р. ВМО визначила за стандартний, що відображає сучасні кліматичні умови [1]) з кліматологічною нормою за весь період спостережень.

Порівняння кліматологічної стандартної норми середньої місячної температури повітря за 30-річний період з кліматологічною нормою за весь період спостережень показало, що січень місяць став теплішим на 0,7 та 1,1 °С (метеостанції Курськ та Брянськ відповідно), що призвело до зменшення снігозапасів та частіших відлиг. Середньобагаторічна температура повітря за стандартний період майже не змінилась порівняно з кліматологічною нормою (вона нижча на 0,1-0,25 °С) (рис. 1).

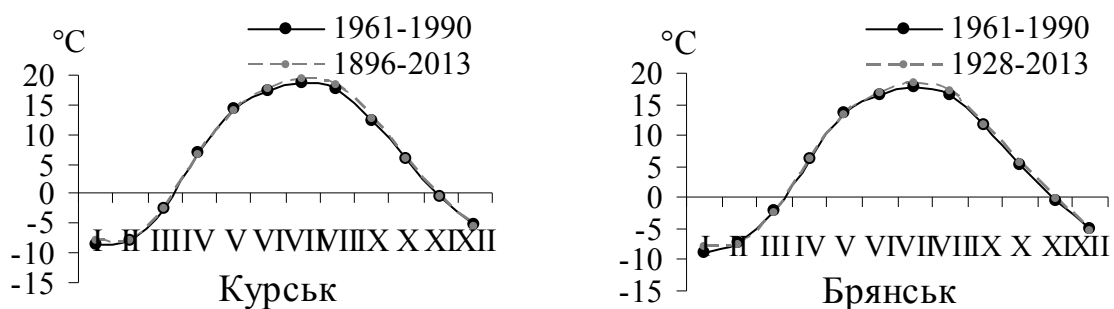


Рисунок 1 – Річний хід температури повітря (°С) за різні періоди

Опади одна із важливих характеристик формування весняного водопілля. Залежно від виду атмосферних опадів рік прийнято розділяти на два періоди: холодний (листопад-березень), коли випадають як тверді, так і рідкі опади; теплий (квітень-жовтень) – з переважанням рідких опадів. Розподіл опадів має складний і неоднорідний характер. На метеорологічній станції Брянськ у червні місяці кліматологічна стандартна норма на 5 мм більша за період 1936-2013 рр. (рис. 2).

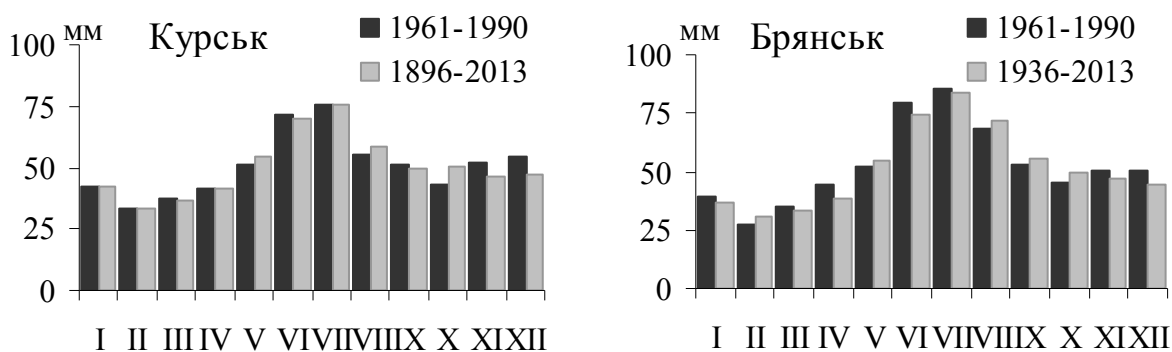


Рисунок 2 – Річний хід кількості опадів (мм) за різні періоди

За рік кліматологічна стандартна норма кількості опадів більша кліматологічної норми за весь період спостережень (на метеорологічній станції Брянськ на 9 мм, Курськ – 2 мм) (табл. 2).

Таблиця 1. – Зміна атмосферних опадів (мм) за різні періоди (1961-1990 рр. та за весь період спостережень)

| Метеорологічна станція | За рік | За теплий період | За холодний період |
|------------------------|--------|------------------|--------------------|
| Брянськ                | 9      | 11               | -2                 |
| Курськ                 | 2      | 12               | -10                |

Отже в басейні р. Десна спостерігається підвищення температур повітря в зимовий період та незначне зменшення кількості опадів. Це призводить до частіших відлиг взимку та відповідно зменшенню стоку в весняний період.

### Список використаної літератури

1. Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс] / Державна гідрометеоролог. служба, [та ін.]. – Київ : Б.в., 2006. – 2 електрон. опт. диск. (CD-ROM 58).
2. Ліпінський В. М. Клімат України: Моногр. / В. М. Ліпінський, В. А. Дячук, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

**ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ РАЦІОНАЛЬНОГО  
ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИДУНАЙСЬКИХ  
ОЗЕР (НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРА КАТЛАБУХ)**

*Кулібабін О.Г., к.т.н., проф., Шакірзанова Ж.Р., д.геогр.н., проф.,  
Романова Є.О., асп.*

*Одеський державний екологічний університет*

Група заплавних озер, розташованих в нижній течії річки Дунай, таких як: Кагул, Картал, Ялпуг з Кугурлуєм, Сафьян, Катлабук і Китай, до 1950 – 60-х років минулого століття були зв'язані з Дунаєм природними протоками, які з'єднували озера з річкою, шляхом вільного надходження і спрацювання води в залежності від рівнів води в Дунаї. Динаміка рівнів води у водоймах відповідала їхній динаміці в р. Дунай.

З 50-х років минулого століття шляхом будівництва захисних дамб і регулюючих споруд – шлюзів, Придунайські озера перетворилися у водосховища з дотриманням необхідного режиму спрацювання і наповнення їх протягом року. Утворення таких водосховищ із значною площею дзеркала призвело до зміни екологічного стану цих водойм. Перш за все погіршилася якість води за рахунок зменшення можливостей регулювання водообміну. На протязі з 60 – 90 – х років минулого століття була проведена низка водогосподарських заходів для регулювання водообміну у Придунайських водоймах. Перш за все, були побудовані зрошувальні системи, які збирали з водойм значні об'єми води і тим самим давали можливість звільнити достатній об'єм в водоймі для заповнення її в період весняного водопілля на Дунаї. Такими заходами вдавалося підтримувати більш-менш задовільний стан якості води відносно сольового складу (завдяки заборам води на зрошення). При зменшенні об'ємів зрошення і забору води з водойми, погіршився водообмін води в озеро і це призвело до підвищення мінералізації води.

У зв'язку з цим актуальним при вирішенні цілої низки проблем, пов'язаних з відновленням раціонального використання природних ресурсів Придунайських озер, у тому числі й оз.Катлабук, є аналіз складових водного і сольового балансів, розробка моделі водно-сольового режимів за сучасних умов. Ще однією важливою задачею постає розробка рекомендацій, спрямованих на відновлення оптимальних умов функціонування водойми, враховуючи можливі економічні та технічні заходи.

Основні параметри водосховища: довжина 21 км, максимальна ширина – 6,0 км, середня – 3,3 км, максимальна глибина - 2,7 м, середня – 1,92 м, площа дзеркала водної поверхні при НПР – 68,5 км<sup>2</sup>, повний об'єм – 131 млн. м<sup>3</sup>, корисний – 68,5 млн.м<sup>3</sup>, довжина берегової лінії водосховища – 75,4 км. Відмітки рівнів: НПР = 1,70 мБС, РМО = 0,70 мБС,

ФПР = 3,00 мБС. Територія басейну озера відноситься до степової та південної частини лісостепової географічних зон. Клімат характеризується сукупністю помірно континентального із середземноморським з недостатнім зволоженням, короткою м'якою зимою і тривалим жарким літом. Невеликі степові річки Великий та Малий Катлабух, Ташбунар та Єніка, які впадають в озеро і живлять його прісною водою є маловодними і пересихають в межінь. У зв'язку із скороченням існуючої раніше системи гідрометричних спостережень дані регулярних стокових вимірювань на річках практично відсутні.

Приходну частину водних балансів за 1999 – 2014 рр. у найбільшій мірі визначають опади на водну поверхню озера (від 21 і до 58 %) і надходження води з р. Дунай (від 30 до 75 %). Значний відсоток складає і поверхневий стік (річковий від 1 і до 39 %, бічний приплив – від 1 і до 9 %). Надходження ґрунтових і дренажних вод є незначним (менше 6%).

У витратній частині більшості водних балансів 1999 - 2014 рр. складає випаровування разом з транспірацією водною рослинністю (від 41 і до 74%), менше скиди води до р. Дунай (від 9 до 36 %), за виключенням 2002, 2007, 2008, 2011 рр., коли не було скидів до р. Дунай зовсім, забори води на зрошування, риборозведення, комунально-побутові потреби та ін. склали від 3 до 24%, об'єми води на фільтрацію до 8,9 %.

Приходну частину сольових балансів о. Катлабух у 1999 – 2014 рр. складає надходження солей з поверхневим стоком річок ( від 10 до 65 %), надходження солей разом з дунайською водою складає від 10 до 62 %, з опадами – 5,5 – 24 %. Приплив солей разом з іншими складовими незначний і складає не більш за 10 % (за винятком 2011 р.). За розрахунками, мінералізація води в оз. Катлабух в період 1999-2014 рр. змінювалась від 1,56 до 3,42 г/дм<sup>3</sup> в залежності від водності і пори року.

Екологічні зміни на території озера Катлабух вказують на ознаки деградації екосистеми. Щорічне надходження солей, які приносяться річковим стоком і ґрунтовими водами, складає від 2 до 3 тис. тон. Середня мінералізація в озері по проектних розрахунках за умов глибокого водообміну повинна була коливатися від 1,0 до 1,47 г/дм<sup>3</sup>. Порушення процесів водообміну озера за даними моніторингу привели до накопичення солей і погіршення якості води: у північній частині до 3,0 г/дм<sup>3</sup>, в центральній – до 1,6 г/дм<sup>3</sup>, в південній – до 0,90 г/дм<sup>3</sup>.

Для детальної проробки всіх факторів, що впливають на екологічні зміни, потрібні детальні наукові дослідження з аналізом водного і сольового балансів і з розробкою моделі водно-сольових режимів за сучасних умов існування водойми і клімату. Тільки після виконання низки цих заходів можливо дати обґрунтування технічних рішень по поліпшенню екологічного стану на водоймі Катлабух.

## ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ДОВГОСТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ВОДНОГО СТОКУ ГІРСЬКИХ РІЧОК

*Купріков І., к.г.н., Сніжко С., д.г.н., професор, Ободовський О.,  
д.г.н., професор*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Необхідною умовою успішного використання будь-якої моделі природного процесу є її параметризація. Зазвичай ця процедура здійснюється шляхом калібрування та валідації моделі з використанням даних регулярних спостережень. Цей процес є важливим етапом прогнозування. На даний момент не існує загальноприйнятої процедури щодо параметризації моделі, хоча й існує безліч методичних підходів [3].

Для довгострокового прогнозування водного стоку гірських річок Українських Карпат [2] використовувалась водно-балансова модель Турка [4]. Її калібрування досягається шляхом розрахунку спеціально передбаченого розробниками калібрувального коефіцієнта  $C$  на основі наявних фактичних даних про стік, опади та температуру за калібрувальний період (1991-2010 рр.) тривалість якого обумовлена використаною у моделі вхідною кліматологічною інформацією [1]. Для валідації моделі виконувався її «запуск» з відкаліброваними вхідними параметрами базового періоду. За цими параметрами для кожного річкового басейну здійснювався ретроспективний прогноз на весь існуючий період спостережень, тобто від його початку і до наших днів.

Приклад отриманих результатів калібрування параметрів моделі за даними базового кліматичного періоду для річок з різними умовами формування стоку Прут (Яремче) та Сірет (Сторожинець) наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Результати калібрування параметрів моделі Турка за даними базового кліматичного періоду (1991-2010 рр.).

| Річка | $T_a$ | $P_a$  | $Q_a$ | $L_a$ | $C$  |
|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| Сірет | 7,79  | 771,3  | 386,5 | 518,4 | 1,81 |
| Прут  | 7,53  | 1046,4 | 733,0 | 509,5 | 6,93 |

Де  $T_a$  – середня річна температура (°C)  $P_a$  – середня річна сума опадів,  $L_a$  – коефіцієнт регресії для залежності стоку від температури,  $c$  – калібраційний коефіцієнт.

Ці параметри були використані у розрахунках ретропрогнозу від сучасного періоду і до початку спостережень на обраних річках з метою валідації моделі. Результати розрахунків представлені нижче у вигляді суміщених графіків часового ходу фактичних витрат води ( $Q$  факт) і змодельованих ( $Q$  прогн) за водно-балансовою моделлю Турка (рис. 2).

Порівняння норм водного стоку за весь наявний період спостережень розрахованих за даними гідрологічних спостережень (Qa факт) із змодельованими (Qa прогн) представлено в табл. 2; наведені також значення абсолютної та відносної похибок розрахунків.

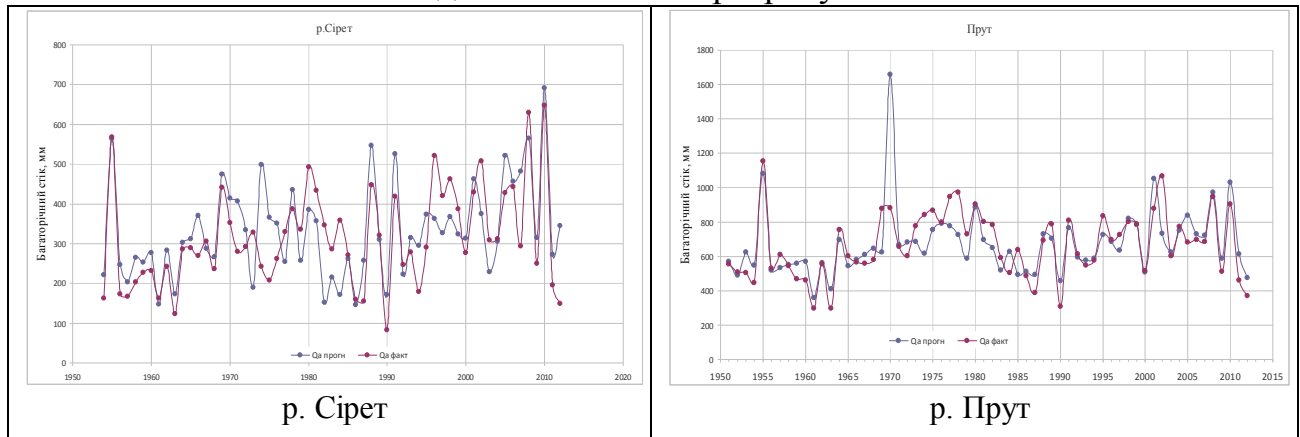


Рис. 1. Результати порівняння фактичних і змодельованих середніх річних витрат води річок Сірет і Прут.

Таблиця 2. Результати валідації водно-балансової моделі Турка (ретропрогноз середньої річної витрати води вибраних річок за багаторічний період).

|       | Qa факт | Qa прогн | $\Delta Q$ | $\Delta Q\%$ |
|-------|---------|----------|------------|--------------|
| Сірет | 314,2   | 331,9    | 17,6       | 13,2         |
| Прут  | 666,5   | 671,0    | 4,5        | 3,39         |

Отримані результати свідчать, що застосовані процедури параметризації розрахункової моделі дозволили отримати задовільну точність наближення змодельованих рядів водного стоку до фактичних. Величина помилки в більшості випадків набагато менша, або не перевищує величину природної варіації норми стоку досліджуваних річок.

### Список використаної літератури

1. Краківська С.В., Паламарчук Л.В., Шедеменко І.П. та ін. Дослідження регіональних особливостей зміни клімату в Україні у XXI столітті на основі чисельного моделювання. (Заключний звіт). № держ. реєстрації 0111U001571. - 2013. - 59 с. 2. Сніжко С.І. Довгостроковий прогноз водного стоку річок басейнів Пруту і Сірету / Сніжко С.І., Ободовський О.Г., Купріков І.В. // Від географії до географічного українознавства: еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків (до 140-річчя започаткування географії у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича) (Чернівці, 11-13 жовтня 2016р.) 3. Refsgaard, J., StormB. Construction, calibration, and validation of hydrological models // Distributed Hydrologic Modeling, 41-54, 1996. 4. Turc L. Water balance of soils: Relationship between precipitations, evapotranspiration and runoff. Annales Agronomiques. – 1954. – Vol. 5. – P. 491 – 595 and Vol. 6. – Pp. 5 – 131.



**ДОСЛІДЖЕННЯ РОЛІ АТМОСФЕРНИХ ПРОЦЕСІВ У  
ФОРМУВАННІ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ  
БАГАТОВИМІРНОГО СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ**

*Лобода Н.С., д.геогр.н., Божок Ю.В., к.геогр.н., Куза А.М., к.геогр.н.  
Одеський державний екологічний університет*

Водні ресурси території та просторово-часовий розподіл гідрологічних характеристик визначаються характером атмосферних процесів, які діють над досліджуваною територією. Для аналізу взаємозв'язків між атмосферними та гідрологічними процесами необхідні стиснення та фільтрація досить великого об'єму вихідної гідрометеорологічної інформації, зведення отриманих характеристик до ряду узагальнюючих показників, які відображають найбільш значущі та закономірні властивості. Шлях до досягнення цієї мети полягає у застосуванні методів багатовимірного статистичного аналізу, які базуються на дослідженнях внутрішньої структури та статистичних властивостей коваріаційних або кореляційних матриць. Ці методи дозволяють значно розширити та уточнити відоме уявлення про об'єкти, які досліджуються. У гідрометеорологічній практиці фізична інтерпретація результатів застосування різних методів багатовимірного статистичного аналізу (факторного, регресійного, кластерного, компонентного та дискримінантного) наведена у роботах Д. Лоулі, А. Максвелла (1967); А.В. Мещерської та інш. (1970); Ch. Obied & J.Creuten (1986); Н.П. Смірнова, В.Л. Складенко (1986); В.А. Жука, В.М. Євстигнєєва (1987); І.Ф.Карасьової, Л.Н. Савельєвої (1992); I.Krasovskaia, L. Gottshalk (1998) та інших. Вагомий внесок у розвиток та прикладне застосування методів багатовимірного статистичного аналізу у гідрометеорології зроблений д.техн.н., проф. ОДЕКУ Є.П. Школьним (1999). Для оцінки відгуку водних ресурсів та гідрологічних характеристик на зміни клімату, які пов'язані із великомасштабними атмосферними процесами, авторами у ряді наукових досліджень установлювалися закономірності формування гідрологічних полів в залежності від кількісних показників атмосферної циркуляції та клімату.

Застосування методів факторного аналізу та головних компонент дозволило виявити зв'язки між статистичною структурою полів стоку та атмосферних процесів на території України. Розкладанню за природними ортогональними функціями були піддані кореляційні та коваріаційні матриці річного стоку, за якими визначалися закономірності його просторового та часового розподілу, установлювалися зв'язки із певними показниками атмосферних процесів (індекси атмосферної циркуляції). Такого роду дослідження дозволили установити суттєвий вплив Північно-Атлантичного коливання (ПАК) на формування річного стоку західної

частини України та вплив Скандинавського коливання (Лобода Н.С., 2011) на формування річного стоку північної частини України (верхня течія Дніпра, Десна та Прип'ять). Надалі індекси ПАК та СКАНД осінніх місяців було залучені до випуску прогнозів дат появи льодових явищ на річках Дністер та Десна, відповідно. Сама ж прогнозна методика була побудована на основі дискримінантного аналізу, який широко застосовується при вирішенні задач класифікації та альтернативних прогнозів (Лобода Н.С., Куза А.М., 2010).

Стік, як відомо, перш за все є результатом взаємодії кліматичних чинників його формування, до яких відносяться опади та температури повітря. Опади визначають зволоженість території, температури повітря – його випарну здатність. Температура повітря є головним предиктором під час визначення теплоенергетичних ресурсів клімату. Співвідношення ресурсів вологи та тепла обумовлює формування водних ресурсів території. На основі результатів розкладання полів річних опадів, максимально можливого випаровування та річного стоку було розроблено методику відновлення рядів стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок, де застосовувалися узагальнені у просторі вагові коефіцієнти перших трьох компонент розкладання та амплітудні (часові) функції, які змінюються лише у часі і є однаковими для усіх об'єктів (Лобода Н.С., 2001). Необхідні для відновлення рядів дані про середні арифметичні значення та дисперсії досліджуваних річок встановлювалися за моделлю “клімат-стік”, розробленою проф. Є.Д. Гопченко та проф. Н.С. Лободою. Методика передбачає визначення статистичних параметрів природного та побутового річного стоку на базі використання метеорологічних даних та наступного стохастичного моделювання (Лобода Н.С., Гопченко Є.Д., 2005). В умовах змін глобального та регіонального клімату на півдні України почала зростати посушливість клімату, що вплинуло на водність річок, призводячи до гідрологічної посухи. Як кількісний показник атмосферної посухи був використаний стандартизований індекс опадів та сумарного випаровування (SPEI). За методом покрокової множинної регресії встановлено, що після 1989 року (переламний рік, з якого починається суттєва зміна температурного режиму в Україні) індекс SPEI може розглядатися як статистично значущий предиктор при визначенні середнього місячного стоку та мінімального добового стоку за кожен місяць періоду межені для річок Північно-Західного Причорномор'я (Лобода Н.С., Божок Ю.В., 2015).

На основі застосування методів багатовимірної статистичної аналізу у гідрологічних дослідженнях виконано районування територій за синфазністю та синхронністю коливань стоку; проведено виділення статистично однорідних районів для параметрів стоку, що визначаються за даними спостережень із недостатньою точністю; виконано наукове обґрунтування ряду розрахункових та прогностичних методик.

**ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УСТАНОВЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК  
ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИ ВІДСУТНОСТІ ДАНИХ  
СПОСТЕРЕЖЕНЬ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ,  
ВКЛЮЧАЮЧИ ЗМІНИ КЛІМАТУ, НА БАЗІ МОДЕЛІ  
«КЛІМАТ–СТІК»**

*Лобода Н.С., д.геогр.н., проф., Гонченко Є.Д., д.геогр.н., проф.,  
Отченаш Н.Д., к.геогр.н., Божок Ю.В., к.геогр.н., Пилип'юк В.В., к.геогр.н.*

Водні ресурси України значно перетворені водогосподарською діяльністю, а її південна частина характеризується нестачею даних спостережень або повною їх відсутністю: на картах, наведених в СНіП 2.01.14–83 ізолінії норм стоку проведені пунктирною лінією через малу їх надійність та достовірність. З метою розроблення методів оцінки водних ресурсів України при недостатності або відсутності даних спостережень, а також в умовах значної їх трансформації водогосподарською діяльністю в Одеському державному екологічному університеті під керівництвом **проф. Гонченка Є.Д. та проф. Лободи Н.С.** з 80-х років минулого сторіччя розроблялася модель «клімат-стік», яка мала б забезпечити можливість оцінки водних ресурсів за метеорологічними даними, оскільки метеорологічна вивченість територій була значно вища за гідрологічну, особливо на півдні. Стік, визначений за метеорологічними даними, не включав до себе дію водогосподарських перетворень, а отже дозволяв виконувати базисну оцінку природних (непорушених водогосподарською діяльністю) водних ресурсів.

Математична модель «клімат-стік» розглядає кліматичні чинники формування стоку та вплив підстильної поверхні, включаючи водогосподарську діяльність. Послідовність роботи моделі являє собою такий ланцюг: «клімат → кліматичний стік → підстильна поверхня → природний стік → водогосподарські перетворення → побутовий стік». Пізніше (90-ті роки та початок ХХІ сторіччя) така структура моделі дозволила ефективно використовувати її для визначення водних ресурсів за сценаріями змін клімату.

Модель «клімат-стік» складається з двох частин. Перша частина дозволяє виконувати оцінку природного річного стоку на основі метеорологічних даних, друга – оцінку побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю) стоку. На вході у першу частину моделі використовуються метеорологічні дані. Норми річних опадів розглядаються як середні багаторічні характеристики ресурсів зволоження території; норми максимально можливого випаровування – як теплові ресурси території, що забезпечують процес випаровування з поверхні суші. Математичною основою є рівняння водно-теплогового балансу водозбору. Стік, розрахований за метеорологічними даними, отримав назву

кліматичного. Норми річного кліматичного стоку річок, визначені за побудованою картою ізоліній (для рівнинної території) або за регіональними залежностями від висоти (для гірської місцевості), ототожнюються з зональним. Стік з малих та середніх водозборів із нестійким (за А.М. Бефані) підземним живленням може відрізнятися від зонального. Для врахування впливу чинників підстильної поверхні розроблені методики визначення перехідних коефіцієнтів від кліматичного (зонального) стоку, отриманого за картою ізоліній, до місцевого. Для різних зон і водозборів підстильна поверхня та її показники змінюються в залежності від ролі підземного живлення у формуванні стоку, співвідношення між поверхневою та підземною складовими, суттєвим може бути внесок інтразональних та а зональних чинників формування стоку (карст, лісистість, болота, безстічні поверхні та інше). Отже методики визначення перехідних коефіцієнтів мають регіональний характер. Вихідними даними першої частини моделі є характеристики природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку. Входом у другу частину моделі слугують статистичні параметри природного річного стоку та кількісні показники рівня водогосподарських перетворень на водозборах. Установлення закономірностей впливу водогосподарської діяльності на стік та побудова розрахункових методик для визначення характеристик побутового стоку відбувалися на базі імітаційного стохастичного та нейромережевого моделювання для різних водогосподарських ситуацій на водозборі: забір води з місцевого стоку на зрошування сільськогосподарських угідь; наявність на водозборі штучних водойм та втрати на додаткове випаровування і заповнення цих водойм; наявність скидних вод з сільськогосподарських масивів, які зрошуються за рахунок річок-донорів; осушування боліт та заболочених земель; водоспоживання води населенням та інше. Результати імітаційного стохастичного або нейромережевого моделювання були узагальнені у вигляді «функцій відгуку» статистичних параметрів річного стоку на водогосподарські перетворення. Калібрування та валідація моделі «клімат-стік» виконувалась на базі багаторічних гідрометеорологічних даних водозборів різних розмірів (малі, середні, великі) та географічних зон України. Установлено, що точність визначення статистичних параметрів річного стоку за моделлю «клімат-стік» знаходиться у межах точності розрахунків цих параметрів за даними гідрометричних спостережень.

Розроблені методики розрахунків характеристик природного та порушеного водогосподарською діяльністю річного стоку при недостатності та відсутності даних спостережень увійшли до ДБН (Державних будівельних норм) республіки Молдова та включені до нової редакції Державних будівельних норм України (2015). Модель успішно використовується для оцінки водних ресурсів України в умовах змін клімату та обґрунтування оптимального управління ними у майбутньому.

## ОЦІНКА САМООЧИСНОЇ ЗДАТНОСТІ Р. ДЕСНИ

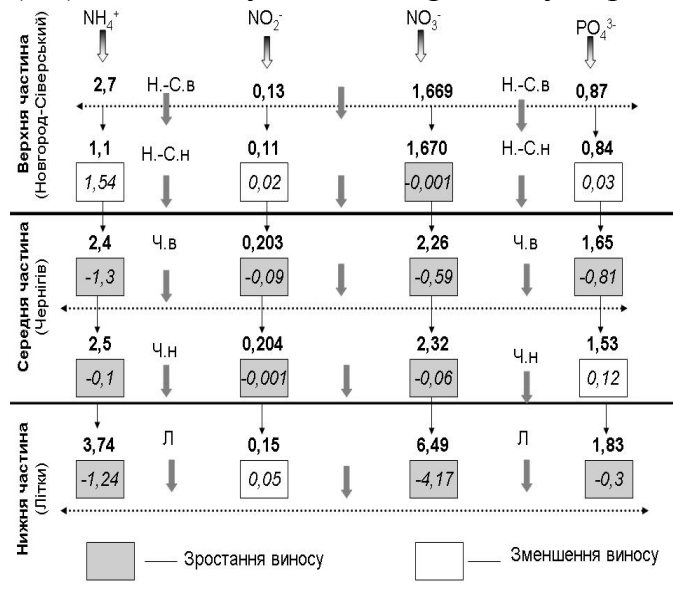
Лузовіцька Ю.А., Осадча Н.М., д.г.н

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

Ступінь забруднення річкових вод на різних ділянках суттєво відрізняється і визначається речовинним балансом між прихідною і витратною частинами. Надходження елементів пов'язано з дією точкових та розподілених джерел. Витратна частина обумовлена відбором води, дією фізичних, хімічних та біологічних внутріводоємових процесів.

Потенціальна здатність водних мас об'єкта до зменшення вмісту розчинених і завислих речовин визначає його самоочищення.

Для дослідження самоочищення вод р. Десна від біогенних елементів (БЕ) її басейн у межах України було розділено на три ділянки (Рис.).



Н.-С.в, Чернігів в. – Новгород-Сіверський вище міста, Чернігів, вище міста

Н.-С.н, Чернігів н. – Новгород-Сіверський нижче міста, Чернігів нижче міста

Рисунок – Просторова трансформація самоочисної здатності води р. Десни щодо мінеральних форм азоту і фосфору

Перша ділянка знаходилась у верхній частині басейну, де вплив антропогенних чинників мінімальний, а бічний притік незначний (м. Новгород-Сіверський). Друга ділянка відноситься до середньої частини басейну, для кількісної оцінки якої використовували пункт м. Чернігів. Нижня частина басейну характеризувалась замикальним створом с. Літки. Дослідження виконані на прикладі 2001 р.

Методологія розрахунку полягала у різниці хімічного стоку між верхнім та нижнім створами. У разі від'ємного значення говорили про зростання виносу досліджуваних сполук, зокрема забруднення ними вод р. Десни.

Просторова закономірність виносу мінеральних сполук азоту та фосфору в басейні р. Десна, показала, що найменші значення виносу БЕ спостерігаються у верхній частині водозбору поблизу м. Новгород-Сіверський. Найбільші значення відзначені у замикальному створі річки, с. Літки. Це пов'язано із збільшенням водного стоку та зростанням водозбірної площі. А величина водного стоку є домінуючим чинником виносу розчинених речовин.

Для формалізації здатності води до самоочищення був використаний коефіцієнт ефективності самоочищення води ( $E_c$ ):

$$E_c = \frac{R_n - R_v}{R_v} * 100, \quad (1)$$

де  $E_c$  – коефіцієнт ефективності самоочищення води,  $R_n$  – прибуткова частина стоку, має більший показник виносу в порівнянні з верхнім створом;  $R_v$  – витратна частина стоку, має менший показник виносу в порівнянні з верхнім створом. Від'ємні значення свідчать про забруднення води.

Результати обрахунку коефіцієнта ефективності самоочищення води р. Десни наведено у таблиці.

Таблиця. – Ефективність самоочищення води р. Десна

|                                 | $E_c, \%$ |          |          |             |
|---------------------------------|-----------|----------|----------|-------------|
| Ділянка басейну р. Десна, створ | $NH_4^+$  | $NO_2^-$ | $NO_3^-$ | $PO_4^{3-}$ |
| Верхня, м. Новгород-Сіверський  | 59        | 15       | -0,06    | 34          |
| Середня, м. Чернігів            | -4        | -0,5     | -3       | 7           |
| Нижня, с. Літки                 | -50       | 25       | -180     | -20         |

Згідно рівняння (1) у верхній ділянці р. Десна – **м. Новгород-Сіверський**, лише для нітратних іонів  $E_c$  набуває від'ємного значення, що свідчить про забруднення цієї ділянки на 0,06 %. На середній ділянці, яка характеризується створом м. **Чернігів**, спостерігається інтенсивне забруднення водних мас сполуками азоту. Лише для фосфору коефіцієнт  $E_c$  набуває позитивного значення. На нижній ділянці річки, яка розташована нижче м. Чернігова, спостерігається інтенсивне забруднення амонійними та особливо нітратними сполуками азоту, фосфором мінеральним. Надходження цих сполук води р. Десни зумовлений переважно дифузними джерелами, оскільки великих підприємств, які б мали істотний вплив на надходження БЕ на цій ділянці немає.

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ СУДОХОДСТВА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ДЕЛЬТЕ ДУНАЯ

*Морозов В.Н., к. геогр. Н., Корнилов М.В.  
Дунайская гидрометеорологическая обсерватория*

В 2005 г. специалистами Дунайской ГМО были выполнены научно-исследовательские работы по теме «Гидрологические аспекты проблемы выбора трассы глубоководного судового хода (ГСХ) Дунай - Черное море», целью которых являлась объективная оценка всех рассматриваемых вариантов проектируемого судового хода через украинскую часть дельты.

Был проведен всесторонний ретроспективный анализ гидролого-морфологических процессов в дельте Дуная, установлены тенденции развития ее гидрографической сети. Дана оценка возможных изменений водоносности отдельных рукавов и частных русловых систем, в том числе с учетом гидротехнических мероприятий, запланированных к проведению в дельте Дуная в ближайшем будущем. На основе проведенных исследований были сделаны следующие выводы.

1. Перераспределение стока воды в вершине дельты Дуная будет зависеть от соотношения двух противоположно действующих факторов – продолжающегося размыва Георгиевского рукава после его спрямления и планируемых дноуглубительных работ на трассе ГСХ Дунай-Черное море.

2. Планируемое углубление перекатов в Килийском рукаве несколько замедлит процесс перераспределения стока в пользу рукавов Тульчинский – Георгиевский.

3. Ожидается дальнейшее увеличение доли стока Георгиевского рукава (до 28,3%) под влиянием продолжающегося размыва русла на его спрямленных участках.

4. Доля стока Сулинского рукава в ближайшие 10 лет существенно не изменится и составит около 20% водного стока Дуная

5. Несмотря на ожидаемое снижение водоносности морской Килийской дельты (с 50.2 до 48.5%), сток её правого ответвления – рукава Старостамбульского – будет оставаться относительно стабильным (34,7%).

6. В вершине морской Килийской дельты продолжится уменьшение расходов воды по Очаковскому рукаву, доля стока которого составит не более 11,1%.

7. Наиболее активным в частной системе Старостамбульского рукава будет, как и прежде, оставаться рукав Быстрый. К 2010 г. доля стока этого

рукава составит 18.8%, а к 2015 г. достигнет 19.2% стока Дуная в вершине его дельты.

8. Доля стока воды по Старостамбульскому рукаву (ниже истока Быстрого) сократится к 2015 г. с 19.1 до 18.2%. Таким образом, рукав Быстрый станет самым крупным водотоком морской Килийской дельты Дуная.

Как и предполагалось, локальные гидротехнические мероприятия по улучшению условий судоходства на баре рукава Быстрого не оказали никакого практического влияния на интенсивность и направленность процесса перераспределения стока воды в вершине дельты Дуная. Ожидавшийся эффект замедления этого процесса не наступил, так как дноуглубительные работы на десяти перекатах Килийского рукава не были выполнены.

В результате в 2010 году водоносность Килийского и Тульчинского рукавов сравнялась, а к 2015 г. доля стока Килийского рукава уменьшилась до менее половины водного стока Дуная. Такая ситуация возникла впервые за более чем 150-летнюю историю инструментальных наблюдений за стоком воды в устьевой области Дуная.

### ***Список использованной литература***

1. Алешкин С.А., Корнилов М.В. Математическое моделирование распределения стока воды по рукавам дельты / Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2001. №5. С. 9-14.
2. Гидрология дельты Дуная / Под ред. В.Н. Михайлова. М.: ГЕОС, 2004. 448 с.
3. Петреску И.Г. Дельта Дуная. Происхождение и развитие / Пер. с румынского. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 279 с.
4. Morozov V.N. Hydrological aspects of the navigable channel restoration problem in the Ukrainian Danube delta. XXIIIth Conference of the Danubian Countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management. Belgrade, 2006. P. 138-139.
5. Morozov V.N. Transboundary impact of engineering works on the hydrological processes in the Danube delta. XXIVth Conference of the Danubian Countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management. Slovenia, Bled, 2–4.06.2008. Conference E-papers. P. 1-4.



## МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РІЧОК

*Ободовський О.Г. д. геогр. н., проф., Данько К.Ю. к. геогр. н.,*

*Почаєвець О.О., Ободовський Ю.О.*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Актуальність тематики.** Законом України Про альтернативні джерела енергії визначено, що гідроенергія є одним з ключових альтернативних різновидів енергії. Це робить гідроенергетику одним з пріоритетних напрямків на шляху до енергонезалежності та енергобезпеки України. Гідроенергетичні потужності об'єднаної енергетичної системи України становлять 6063,3 МВт, з яких на малу гідроенергетику приходить 150 МВт, тобто лише 2,47%, що говорить про надзвичайно слабку освоєність гідроенергетичних ресурсів середніх та малих річок [3]. Враховуючи, що в Україні з 63119 річок, до малих відносять 63029 річок [2], тому їх гідроенергоресурси є потенційним джерелом електроенергії.

**Виклад основного матеріалу.** У цьому контексті, при визначенні потенційних гідроенергоресурсів варто застосовувати науково обґрунтовану методику встановлення гідроенергетичного потенціалу річок [1]. Дана методика спрямована на отримання найбільш точної та об'єктивної інформації, щодо перспективних показників гідроенергетичного потенціалу (по 4 категоріях): загальний (природний теоретичний), екологічний, технічно можливий та економічно ефективний гідроенергетичні потенціали.

Загальний гідроенергетичний потенціал (ЗГП) є узагальнюючим показником, що характеризує гідроенергетичну потужність водотоку, як характеристику повної теоретичної енергії річкового стоку. Найбільш репрезентативним методом встановлення ЗГП є метод сумарного поділянкового обліку. Даний підхід дозволяє визначити ЗГП водотоку враховуючи зміни гідравлічних показників (напір, водність) протягом всієї довжини водотоку. Критеріями для вибору ділянок є однорідний похил та зміни бокової приточності. Для кожної ділянки визначається її потужність ( $N$ , кВт) за формулою (1):

$$N = g \cdot ((Q_1 + Q_2) / 2) \cdot (H_1 - H_2), \quad (1)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння ( $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ),  $Q_1$  і  $Q_2$  – витрати води на початку та в кінці ділянки  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $H_1$  і  $H_2$  – абсолютні відмітки на початку та в кінці ділянки, м. Сумарна потужність усіх ділянок складає ЗГП річки і визначається як (2):

$$N_{\text{заг}} = N_1 + N_2 + N_3 + N_i \quad (2)$$

де  $N_1, N_2, N_3, N_i$  – потужності кожної з ділянок.

Під екологічним гідроенергетичним потенціалом (ЕкГП) розуміється така частина ЗГП, яка виключає енергетичну потужність тих ділянок річки, які відзначаються високою екологічною цінністю і не можуть бути використані в господарсько-енергетичних цілях (ділянки водотоків з малою відносною водністю та ті, які протікають територією об'єктів ПЗФ). ЕкГП - це складова ЗГП, яка є важливою, доцільною та необхідною при визначенні енергетичних потужностей водотоків конкретних регіонів (районів річкових басейнів, їх суббасейнів географічних зон, областей тощо). Частина ЗГП з виключенням ЕкГП та потенційних втрат гідроенергетичної потужності водотоку за рахунок природно-антропогенних особливостей території, яка реально може бути використана в гідроенергетичних цілях називається технічно можливий гідроенергетичний потенціал (ТМГП). Втрати гідроенергетичної потужності водотоків визначаються експертною оцінкою враховуючи відносні показники впливу різноманітних природно-антропогенних особливостей території де протікають водотоки для яких визначається ТМГП (карст, ерозія ґрунтів, зарегульованість стоку). Економічно ефективний гідроенергетичний потенціал (ЕЕГП) це показник, який показує величину гідроенергопотужності, яка може бути вироблена в кінцевому випадку, враховуючи показники ЗГП, ЕкГП та ТМГП, а також технологічні, конструктивні та інфраструктурні особливості ГЕС.

Важливим з огляду на перспективи використання гідроенергії річок є здійснення прогнозу змін їх енергетичного потенціалу, враховуючи багаторічні коливання водності водотоків.

**Висновки.** Представлена комплексна методика оцінки гідроенергетичного потенціалу річок. Методика полягає у послідовному обчисленні чотирьох категорії гідроенергетичного потенціалу: загального, екологічного, технічно можливого та економічно ефективного. Даний підхід дозволяє оцінити потенційні енергоресурси водотоків, а також врахувати потенційні втрати енергопотужності, що сприятиме ефективному використанню гідроенергоресурсів.

**Список використаної літератури.** 1. Ободовський О. Методика встановлення гідроенергетичного потенціалу річок (на прикладі річок Ураїнських Карпат) / О. Ободовський, К. Данько, О. Почаєвець, Ю. Ободовський // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2016 - Вип. 1 (64), С. – 5-12. 2. Паламарчук М. М. Водний фонд України. Довідковий посібник / М. М. Паламарчук, Н. Б. Закорчевна ; за ред. В. М. Хорева, К. А. Алієва. – К. 2001. 3. Розпорядження Кабінету міністрів України Про схвалення Програми розвитку гідроенергетики на період до 2026 року від 13 липня 2016 р. № 552-р / Офіційний вісник України від 09.08.2016 — 2016 р., № 60, стор. 175, стаття 2065.

## РОЗПОДІЛ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ СЕРЕДНЬОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК ПРАВОБЕРЕЖНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРА В МЕЖАХ УКРАЇНИ

*Ободовський О.Г., д.геогр.н., професор, Лук'янець О.І., к. геогр.н., доцент,  
Рахматулліна Е.Р., к. геогр. н, Корнієнко В.О.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Особливості гідрологічного режиму водних об'єктів істотно впливає на господарську діяльність, безпеку та умови життя населення. Для ефективного використання річок необхідна оцінка водних ресурсів території або конкретних водних об'єктів. Для вивчених річок водні ресурси визначаються за даними гідрометричних спостережень в залежності від середніх багаторічних витрат води. Зональність умов формування стоку створює передумови для картування їх характеристик. Найбільш часто для цього використовуються модулі стоку витрат води.

Для дослідження просторових змін, розподілу та узагальнення середнього річного стоку води річок правобережної частини Дніпра в межах України було відібрано 48 гідрометричних постів з тривалістю спостережень 50 років і більше. Аналіз стокових характеристик для досліджуваної території виявив відомі закономірності про те, що зі збільшенням площі водозборів витрати води ( $Q_{\text{сер}}, \text{м}^3/\text{с}$ ) збільшуються, а модулі стоку ( $M_{\text{сер}}, \text{л/с}\cdot\text{км}^2$ ) мають тенденцію до зменшення.

Середній багаторічний модуль стоку для досліджуваної території складає  $3,1 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , найбільше його значення  $6,0 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , а найменше –  $0,77 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ . В просторовому аспекті прослідковується їх зменшення з півночі на південь – в басейні р. Прип'ять модулі стоку води є вищими і в середньому складають  $3,9 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ , змінюючись в діапазоні від  $2,1$  до  $6,0 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ . В нижньої частині досліджуваної території модуль стоку змінюється в межах  $0,8 \div 2,9 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$  і в середньому становить біля  $2,0 \text{ л/с}\cdot\text{км}^2$ . Коефіцієнти варіації середнього річного стоку води в основному знаходяться в межах  $C_v=0,25 \div 0,55$ . Коефіцієнти асиметрії  $C_s$  мають невисокі додатні значення, а узагальнене для річок правобережної частини Дніпра в межах України співвідношення  $C_s/C_v \approx 2$ .

В практиці гідрологічних розрахунків певний інтерес має уявлення про розподіл досліджуваної характеристики в певному діапазоні ймовірностей перевищення. За кривими забезпеченостей середнього річного стоку води по всім пунктам і за весь період спостережень оцінені значення витрат води 50%-ої забезпеченості, а також відповідні величини модулів стоку води. Лінія зв'язку між багаторічними значеннями стокових характеристик річок правобережної частини Дніпра в межах України та їх розрахованими значеннями 50%-ої забезпеченості проходить майже по

лінії рівних значень (під кутом 45°), про це свідчать й рівняння регресії. (рис. 1).

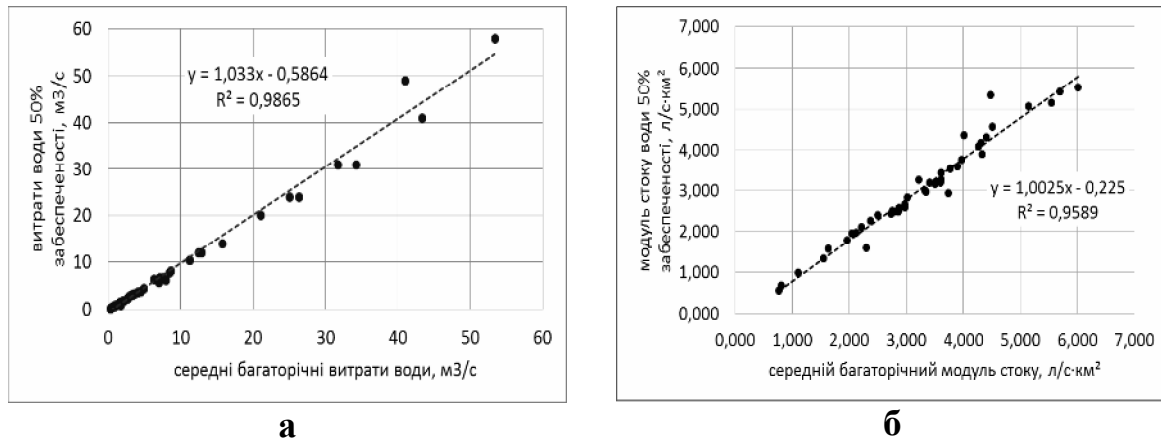


Рисунок 1 – Залежність між багаторічними значеннями середньорічних витрат (а) та модулів стоку води (б) річок правобережної частини Дніпра в межах України та їх розрахованими значеннями 50%-ої забезпеченості

Досить значимими виявилися зв'язки й між значеннями середньорічних витрат води 50%-ої забезпеченості та їх величинами забезпеченостей  $p = 1, 3, 5, 10, 25, 75, 90, 95, 99\%$  (коефіцієнти парної кореляції  $r = 0,93 \div 0,99$ ). Це дало змогу отримати перехідні коефіцієнти  $k_p$  від стокових характеристик води 50%-ої забезпеченості до їх величин інших забезпеченостей (табл. 1).

Таблиця 1. – Перехідні коефіцієнти  $k_p$  від середніх річних витрат води 50%-ої забезпеченості до їх величин інших забезпеченостей для річок правобережної частини Дніпра в межах України

| Ймовірність перевищення, %                                                        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1%                                                                                | 3%   | 5%   | 10%  | 25%  | 75%  | 90%  | 95%  | 99%  |
| Середнє значення перехідних коефіцієнтів $k_p$                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 2,9                                                                               | 2,4  | 2,1  | 1,8  | 1,4  | 0,7  | 0,6  | 0,5  | 0,4  |
| Середнє квадратичне відхилення у значеннях перехідних коефіцієнтів, $\sigma_{kp}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 0,62                                                                              | 0,40 | 0,32 | 0,24 | 0,10 | 0,14 | 0,15 | 0,16 | 0,16 |

Величини  $k_p$  для різних гідрологічних постів змінюються у вузьких межах, тому для річок правобережної частини Дніпра в межах України можна використовувати середні значення коефіцієнтів  $k_p$ .

### Список використаної літератури

1. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. –Л.: Гидрометеоиздат. – 1984. – 447с. 2. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации/ А.В. Сикан. – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – 278 с.

## МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ КАТАСТРОФІЧНИХ ВОДОПІЛЬ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

*Овчарук В.А., к.геогр.н., доц., Гонченко Є.Д., д.геогр.н., проф.  
Одеський державний екологічний університет*

В якості базової для визначення максимального стоку весняного водопілля річок рівнинної України пропонується операторна модель, яка в розрахунковому вигляді задовольняє таким вимогам:

- Формула є універсальною з погляду її використання як для паводків, так і для повеней.
- Область її застосування - від окремих схилів до крупних розгалужених річкових систем.
- В рівній мірі формулу можна будувати як з використанням шарів стоку  $Y_m$  (паводки і повені), так і снігозапасів  $S_m$  (весняна повінь) і дощових опадів  $H_m$  (дощові паводки).

Для обґрунтування параметрів методики розрахунку максимального стоку весняного водопілля були прийняті дані стокових спостережень по 340 гідрологічних станціях і постах Державної мережі Гідрометслужби в межах рівнинної території України, а також невеликої частини території Росії, на якій розташовані частини басейнів Десни, Сейму і Сіверського Дінця. Також для просторового узагальнення факторів весняного водопілля були використані дані спостережень 229 метеорологічних станцій і постів, по яких зібрані дані про максимальні снігозапаси на початок весняного водопілля та опади за період водопілля.

Проаналізувавши хронологічний хід стокових величин весняного водопілля на території рівнинної України в цілому можна відмітити, що, незважаючи на зачну кількість неоднорідних рядів, практично всі вони мають повні цикли коливань водності.

Висновки відносно наявних трендів в рядах максимального стоку весняного водопілля на річках рівнинної України не можуть бути остаточними, і повинні уточнюватися по мірі накопичення нових даних спостережень, оскільки маловоддя, так же як і багатоводдя, можуть складати досить тривалі періоди, і в подальші роки тенденції можуть бути зворотними.

Тем не менш, на сучасному етапі глобальні та регіональні зміни клімату все більше проявляються у всіх сферах, в тому числі й у гідрологічному режимі річок. Для врахування можливого впливу змін клімату пропонується значна кількість моделей і сценаріїв, результати розрахунку за якими можуть суттєво відрізнятися між собою. Операторна модель дає можливість безпосередньо враховувати вплив зміни кліматичних факторів, зокрема, через максимальні снігозапаси та стокоформуючі опади під час весняного водопілля та паводків, а також

коефіцієнти стоку. З цією метою розраховується відповідний коефіцієнт за формулою:

$$k_{зм} = \frac{(\bar{S}_m + \bar{X})_{прогн.} \eta_{прогн.}}{(\bar{S}_m + \bar{X})_{2010} \eta_{2010}} \quad (1)$$

де  $(\bar{S}_m + \bar{X})_{прогн.}$  та  $\eta_{прогн.}$  – прогнольні значення максимальних снігозапасів, опадів під час водопілля та коефіцієнти стоку, відповідно;

$(\bar{S}_m + \bar{X})_{2010}$  та  $\eta_{2010}$  – значення максимальних снігозапасів, опадів під час водопілля та коефіцієнтів стоку, які розраховані станом на 2010 р.

Розрахунок коефіцієнтів кліматичних змін для рівнинних річок України виконаний за сценаріями RCP 4.5 (для періодів: 2011-2016рр., 2017-2020рр., 2021-2035рр., 2036-2039рр. та 2040-2059рр.) та RCP 8.5 (для періодів: 2011-2014рр., 2015-2020рр., 2021-2036рр., та 2037-2050рр.) для моделі RASMO2 представлені у вигляді графіків (рис.1).

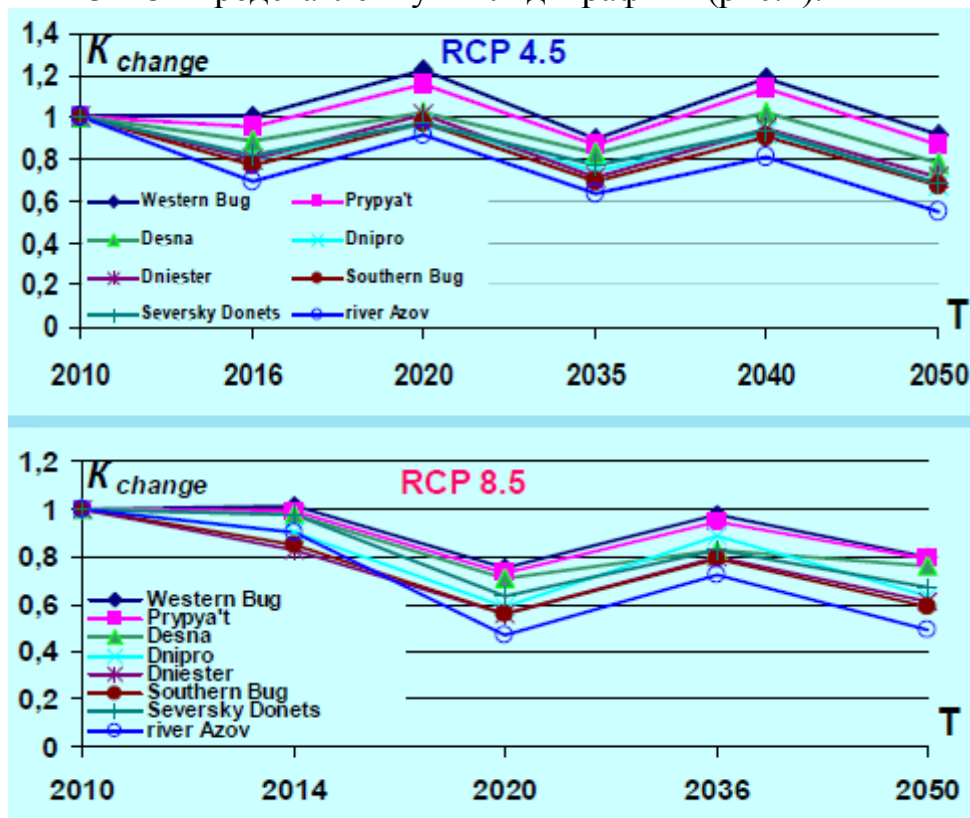


Рисунок 1- Коефіцієнти прогнозованої зміни стоку весняного водопілля рівнинних річок України.

Аналізуючи отримані результати можна відмітити, що згідно з обома сценаріями коливання стоку носять циклічний характер, але на кінець розглядуваного періоду (2050 р.) в середньому можливе зменшення стоку весняного водопілля від 10% (Зах.Буг, Прип'ять) до 45% (річки Приазов'я) за сценарієм RCP 4.5. Якщо розглядати більш жорсткий сценарій (RCP 8.5), то зменшення стоку буде становить від 20% до 50%, відповідно.

## СТРУКТУРА І ПАРАМЕТРИ РЕДУКЦІЙНИХ ФОРМУЛ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ І ВЕСНЯНИХ ВОДОПІЛЬ

*Овчарук В.А. к.геогр.н.доц., Гонченко Є.Д. д.геогр.н.проф.,  
Романчук М.Є. к.геогр.н.доц. Бурлуцька М.Е. к.геогр.н.доц.  
Одеський державний екологічний університет*

У статті розглядаються структурні особливості формул максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль, заснованих на геометричних моделях їх гідрографів.

Формули редукційної структури мають поширене використання в практиці нормування розрахункових характеристик максимального стоку річок. Більше того, на їх основі запропоновані державні рекомендації для визначення максимальних витрат води дощових паводків і весняних водопіль за відсутності гідрологічних спостережень. В Україні до цього часу чинним є СНіП 2.01.14-83, що базується головним чином на структурі редукційної моделі.

Враховуючи, що з прийняттям цього державного документу пройшло більше, ніж 40 років, з одного боку, і наявності суттєво подовжених періодів спостережень, з іншого, вельми важливим є уточнення не лише часових рядів, а також і наукові бази.

По даних Д.Л. Соколовського [1], першою розрахунковою формулою, яка введена в дію для визначення характеристик зливого стоку, була саме редукційна формула.

На сучасному етапі редукційна формула використовується у двох редакціях:

- для дощових паводків

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}}; \quad (1)$$

- для весняних водопіль

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (2)$$

де  $q'_m$  - максимальний модуль схилового припливу;  $k_0$  - коефіцієнт дружності паводків (водопіль);  $Y_m$  - шар паводкового (повеневого) стоку.

Для набуття (1) і (2) фізичного змісту, скористаємось аналізом їх, виходячи з рекомендацій [2]. Гідрографи схилового припливу і стоку річок описуються в них рівняннями:

- схиловий гідрограф

$$q_t = q'_m \left[ 1 - \left( \frac{t}{T_0} \right)^n \right]; \quad (3)$$

- русловий гідрограф

$$q_t = q_m \left[ 1 - \left( \frac{t}{T_n} \right)^m \right], \quad (4)$$

де  $T_0$  - тривалість схилового припливу;  $T_n$  - тривалість руслових гідрографів паводків (водопіль).

В результаті інтегрування (3) і (4), відповідно по  $T_0$  і  $T_n$ , отримаємо шари схилового припливу  $(Y_m)_{cx}$  і руслового стоку  $(Y_m)_{cm}$ , тобто:

$$(Y_m)_{cx} = \int_0^{T_0} q'_t dt = \frac{n}{n+1} q'_m T_0; \quad (5)$$

$$(Y_m)_{cm} = \int_0^{T_n} q_t dt = \frac{m}{m+1} q'_m T_m; \quad (6)$$

Без значних похибок можна допустити, що  $(Y_m)_{cx} = (Y_m)_{cm} = Y_m$ , а

$$\frac{n}{n+1} q'_m T_0 = \frac{m}{m+1} q'_m T_n; \quad (7)$$

$$q_m = \left( \frac{m}{m+1} / \frac{n}{n+1} \right) q'_m \frac{T_0}{T_n}, \quad (8)$$

де  $\frac{m}{m+1} / \frac{n}{n+1} = k_m$  - коефіцієнт трансформації гідрографів паводкового стоку;  $\frac{m}{m+1}$  - коефіцієнт часової нерівномірності руслового стоку;  $\frac{n}{n+1}$  - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;  $q_m$  - максимальний модуль руслового стоку в період паводків (водопіль);  $\frac{T_0}{T_n} = k_n$  - коефіцієнт русло – заплавного зарегулювання паводків (водопіль)

$$k_n = \frac{T_0}{T_n} = \frac{T_0}{T_n + t_p + \Delta t} = \frac{1}{1 + \frac{t_p}{T_0} + \frac{\Delta t}{T_0}}; \quad (9)$$

$t_p$  - тривалість руслового добігання паводкових (повеневих) хвиль.

В загальному вигляді рівняння (8) можна записати наступним чином

$$q_m = q'_m k_m k_n. \quad (10)$$

Максимальний модуль паводкового (повеневого) припливу  $q'_m$  дорівнює, виходячи з (5)

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m \quad (11)$$

Розрахункова структура (11) авторами доведена до практичного використання. Вона однаковою мірою може бути застосованою як для дощових паводків, так і для весняних водопіль.

#### Література:

1. Соколовський Д.Л. Речной сток. Л., Гидрометеиздат, 1968, 538 с.
2. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки. Одеса, ТЕС, 2014, 438 с.



## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ SWAT ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С АГРАРНОГО ВОДОСБОРА

**Осипов В.В.,** Осадчая Н.Н., д.г.н.

*Украинский гидрометеорологический институт*

Охрана водных ресурсов требует оценки поступления загрязняющих веществ в речные системы от различных источников. Учитывая большую долю аграрного сектора в экономике Украины, пристальное внимание должно быть уделено выносу биогенных веществ, к которым в первую очередь относятся соединения азота и фосфора.

В настоящее время в развитых странах неотъемлемой частью для оценки и прогноза биогенного загрязнения является физико-математическое моделирование. Детальный анализ существующих моделей показал, что SWAT также является наиболее оптимальной моделью для использования на территории Украины [1]. SWAT совместим с ГИС-системами, использует входные параметры, доступные в национальной системе наблюдения, обладает внешней программой для авто-калибровки SWAT-CUP.

Объект исследования – малый водосбор р. Головесни (30,4км<sup>2</sup>), расположенный в лесной зоне Украины на территории Придеснянской водно-балансовой станции, что обеспечило наличие многолетних рядов наблюдений за гидрологическими, гидрогеологическими и метеорологическими параметрами, используемых SWAT. Около 48% территории обрабатывается, почти вся остальная часть территории – лес (35%) и луга (13%).

В ходе анализа наблюдений за водным стоком с 1983 по 2013гг для калибровки было выделено 2 различных периода: полноводный (1985-1988) и маловодный (2007-2012). Пример калибровки и верификации модели по ежедневным данным речного стока представлен на рисунке 1.



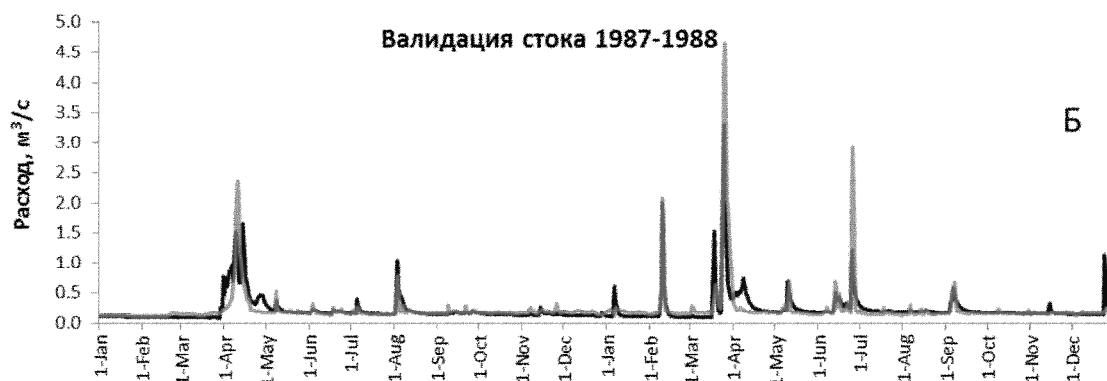


Рисунок 1 – Результаты калибровки стока р.Головесни за период 1985-1986гг (А) и верификации за период 1987-1988гг (Б).

В соответствии с общепринятыми критериями оценки качества результатов моделирования, калибровка и верификация показали хорошие результаты для речного стока ( $NS$ ,  $R^2 > 0.6$ ,  $PBIAS < 4\%$ ), и удовлетворительные для соединений азота и фосфора ( $NS > 0.6$ ,  $RSR < 0.6$ ,  $PBIAS < 43\%$ ). Причем результаты верификации, как правило, ниже результатов калибровки. Это обусловлено чувствительностью критериев оценки к экстремальным расходам, наблюдающимся в период снеготаяния, ливневых дождей. Величина данных пиков на гидрографе обусловлена большим количеством факторов, не все из которых может учитывать модель: мокрый снег, степень промерзания почвы, дождь в момент снеготаяния, скорость ливня, территориальная неоднородность осадков и т.п. Суммарная величина неопределенности обуславливает разницу между критериями оценки качества калибровки/верификации одного года к другому. Существенным недостатком при калибровке выноса биогенных веществ было небольшое количество наблюдений в течение года (4-16).

Установлено, что характер вымывания нитратов ионов и минеральных соединений фосфора, имеет различные черты, обусловленные химическими свойствами данных соединений. Нитратные соединения в связи с их высокой растворимостью вымываются в первый месяцы после внесения удобрений. Соединения минерального фосфора в связи с высокими сорбционными свойствами последнего хорошо удерживаются почвой и попадают в русла рек только во время обильных дождей и, особенно, весенних половодий.

В результате проведенных работ получена возможность определения уязвимости водного объекта к биогенному загрязнению, а также обоснования методов ведения сельскохозяйственных работ.

### Список использованной литературы

1. Осипов В.В., Осадчая Н.Н. Выбор имитационной компьютерной модели для анализа выноса соединений азота и фосфора и ее апробация на малом речном водосборе. *Наук. Пр. УкрГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 66-72

## МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДЕСНА

*Погорелова М.П., к.геогр.н., ст. викл., Гонченко Є.Д., д.геогр.н., проф.,  
Одеський державний екологічний університет*

На даний час характеристики максимального стоку весняного водопілля на території України здійснюються у відповідності з рекомендаціями нормативного документу СНіП 2.01.14-83 [2]. За відсутності тривалих рядів спостережень за гідрологічним режимом річок розрахункові максимальні витрати (модулі) води весняного водопілля ймовірністю перевищення  $P\%$  визначаються за формулою:

$$q_{P\%} = k_0 Y_{P\%} / (F + b)^{n_1} \quad (1)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт трансформації схилового припливу [1]:

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} \quad (2)$$

$Y_{P\%}$  – розрахунковий шар сумарного весняного стоку забезпеченістю  $P\%$ ;  
 $\frac{n+1}{n}$  –

коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;

$T_0$  – тривалість схилового припливу;

$F$  – площа водозборів;

$b$  – емпіричний параметр для врахування зменшення редукції в області невеликих водозборів;

$n_1$  – степеневий показник редукції відношення  $q_{P\%}/Y_{P\%} = f(F)$ .

Розрахункові параметри формули (1) спираються на матеріали спостереження за період до 1975 року.

З метою підвищення розрахункової структури максимального стоку водопілля за базову приймається модель геометричного формату

$$q_t = q_m \left[ 1 - \left( \frac{t}{T_n} \right)^m \right] \quad (3)$$

Після інтегрування (3) по  $T_n$  отримаємо шар стоку за період водопілля:

$$Y_m = \int_0^{T_n} q_t dt = \frac{m}{m+1} T_n q_m, \quad (4)$$

де  $T_n$  – тривалість водопілля;

$\frac{m+1}{m}$  – коефіцієнт часової нерівномірності руслового стоку, тобто

$$\frac{m+1}{m} = k_p q_m T_n / Y_m \quad (5)$$

З урахуванням (5)

$$q_m \frac{m+1}{1} \frac{Y_m}{T_n}, \quad (6)$$

де  $T_n = T_0 + t_p + \Delta t$  ;

$t_p$  – тривалість добігання повеневих хвиль;

$\Delta t$  – ємність русло-заплавного зарегулювання повеневого стоку.

Якщо чисельник і знаменник (6) помножити на  $k_0$  , то

$$q_m = \left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) q'_m k_n, \quad (7)$$

де  $\left( \frac{m+1}{m} / \frac{n+1}{n} \right) = k_m$  , а  $k_n = \frac{T_0}{T_0 + t_p + \Delta t}$  .

З урахуванням  $k_m$  і  $k_n$  формула (7) набуває вигляду

$$q_m = q'_m \cdot k_m \cdot k_n, \quad (8)$$

де  $q'_m$  – максимальний модуль схилового стоку

$$q'_m = k_p \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m \quad (9)$$

Формула вигляду (8) рекомендується для нормування максимальних модулів весняного водопілля в басейні р. Десна.

### Список використаної літератури

1. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеськ. Державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2014. – 484 с.
2. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.

## ПРИНЦИПИ ПРОСТОРОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗМИВ-АКУМУЛЯЦІЇ НАНОСІВ НА СХИЛІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ГІС

*П'яткова А. В., к. г. н., доцент, Світличний О. О., д. г. н., професор  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова*

Поточного часу базу проектування та створення ерозійно-стійких агроландшафтів складають математичні, частіше емпіричні, моделі. Більшість з них мають мультиплікативну структуру і є по суті добутком основних факторів схилового процесу – кліматичного, ґрунтового, рельєфного, рослинності та господарської діяльності.

Найбільш слабким місцем як фізико-статистичних так і формально-статистичних моделей водної ерозії ґрунту є фактор рельєфу. Про це перш за все свідчить досить великий діапазон значень параметрів рельєфного фактору емпіричних моделей змиву ґрунту, а також незадовільна відповідність розрахованих та фактичних значень втрат ґрунту на схилах більш-менш значущої довжини. Ця проблема вирішується, якщо процес намулоутворення розглядати з одного боку як суттєво нестационарний, обумовлений яскраво вираженою нестационарністю перш за все випадіння зливових опадів, а з іншого боку, якщо розглядати процес ерозії як діалектичну єдність процесів руйнування, транспорту та акумуляції наносів, що безперервно змінюють один одного у часі та просторі.

Перший аспект проблеми вирішений у [2], де запропоновано розглядати на схилах ділянки із повним та неповним стоком, для яких повинні використовуватись різні моделі ерозійних втрат. У верхніх частинах схилів (довжиною у середньому у залежності від природно-господарських умов 50-200 м), що прилягають до вододілів, має місце наростання інтенсивності намулоутворення і можна говорити про пропорційність модулю змиву довжині схилу, а нижче цих ділянок глибина, швидкість і сила потоків вже не залежать від довжини схилу.

Другий аспект полягає у вирішенні задачі врахування складної поздовжньої форми схилів, яка є результатом взаємодії безлічі факторів: кліматичних умов, довжини, ухилу, макроформи схилу, ґрунтових умов, господарської діяльності. Більш того, зміна хоч одного з цих факторів викликає зміну характеру хвилястості схилу. Врахування цієї особливості схилової морфометрії можливе, якщо структура математичного виразу матиме багаточленний характер [2].

Ще одним слабким місцем моделей водної ерозії ґрунтів є нехтування значною просторовою мінливістю всіх факторів намулоутворення, у тому числі гідрометеорологічних умов, які найчастіше приймаються незмінними вздовж всього схилу. У моделях, які враховують формування поверхневого стоку, таке припущення не є очевидним, адже, якщо водопроникність ґрунтів визначається заляганням еродованих різностей і неявно

враховується через ґрунтовий фактор, то вологість верхнього шару ґрунтів змінюється у значному діапазоні вздовж схилу і визначається як кліматичними умовами, так і рельєфними особливостями схилів [4].

Ця проблема отримала своє вирішення у [1, 3].

У зв'язку із непростим алгоритмом оцінки змиву-акумуляції ґрунту постає наступна задача – реалізація моделі та її доступність для практичного використання. Інструментом для вирішення цієї проблеми є сучасні технології геоінформаційних систем (ГІС-технології). Причому в даному випадку схема інтеграції ГІС і моделі змиву-акумуляції ґрунту полягає у максимально повному використанні можливостей ГІС-пакету, включаючи підготовку вхідних даних, повну реалізацію моделі мовними, аналітичними та програмними засобами ГІС-пакету та вивід результатів моделювання.

Спроба вирішення означених вище проблем, а також урахування просторової концентрації схилового стікання, виконані у рамках сучасного модифікованого варіанту логіко-математичної моделі змиву-акумуляції ґрунту, розробленої на кафедрі фізичної географії та природокористування Одеського національного університету імені І. І. Мечникова. Просторова реалізація основних обчислювальних процедур моделі (побудова карт ухилів, експозицій схилів, ліній току і т. д.) виконана з використанням операторів ГІС-пакету *PCRaster*, а загальна організація процесу обчислення – з використанням мови програмування *Basic* [1].

### **Список використаної літератури**

1. П'яткова А. В. Просторове моделювання водної ерозії ґрунту як основа наукового обґрунтування раціонального використання ерозійно-небезпечних земель: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: спец. 11.00.11. – Конструктивна географія і раціональне використання природних ресурсів [текст] / А. В. П'яткова – Одеса: ФОП Попова Н. М., 2011. – 20 с.

2. Светличный А. А. Принципы совершенствования эмпирических моделей смыва почвы [текст] / А. А. Светличный // Почвоведение. – 1999. – № 8. – С. 1015 – 1023.

3. Світличний О. О. Принципи просторового моделювання гідрометеорологічних умов зливогого змиву ґрунту [текст] / О. О. Світличний, А. В. Іванова // Вісник ОНУ. Серія географічні та геологічні науки. – 2004. – Том 8. – Вип. 5. – С. 77-82.

4. Степовая О. Ю. Пространственное распределение элементов теплового и водного баланса в ландшафтах: методы оценки с использованием ГИС [текст] / О. Ю. Степовая // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. – 2001. – Серия: География – Т.14. – №1. – С. 117-120.

## СЕРЕДНЬОМАСШТАБНЕ ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ В РАМКАХ ЕМПІРИЧНОГО ПІДХОДУ

*Світличний О.О., д.г.н., професор*

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова*

Представлені результати апробації в природно-господарських умовах Одеської області регресійної моделі виносу азоту поверхневим стоком і просочуються крізь ґрунт водами, отриманої в Університеті Аристотеля з м Салоніки, Греція, шляхом апроксимації детальної динамічної моделі, яка описує формування якості поверхневих і підземних вод на сільськогосподарських землях GLEAMS версії 3.0, щодо застосування якої накопичений великий позитивний міжнародний досвід. В умовах відсутності достатнього інформаційного забезпечення для реалізації для великих за площею територій детальних динамічних математичних моделей, така модель, що зв'язує так звані «індекси втрат» води і азоту з кліматичними, ґрунтовими, топографічними і господарськими факторами, які легко визначаються, в поєднанні з можливостями сучасних геоінформаційних технологій, потенційно може бути основою вирішення широкого спектра завдань, пов'язаних з середньомасштабною просторово-розподіленою оцінкою поверхневого стоку.

Для території Одеської області площею 33,3 тис. км<sup>2</sup> створена цифрова база просторово-розподілених цифрових даних, що включає растрові карти позначок топографічної поверхні (цифрова модель рельєфу, ЦМР), типів землекористування, гідрографічної мережі, масивів зрошення, ґрунтового покриву, вмісту гумусу в верхньому 30-ти сантиметровому шарі ґрунту, середньорічної температури приземного повітря, середньорічного шару атмосферних опадів, середньорічного шару випаровування. Цифрова модель рельєфу є основою для побудови програмними засобами ГІС карти ухилів земної поверхні, а ґрунтова карта - гідравлічної проникності ґрунтової товщі, які доповнюють набір вхідних просторово розподілених даних емпіричної моделі.

Всі інформаційні шари просторово координовані з використанням системи координат WGS-84 і картографічна проекція UTM, мають однаковий розмір растра - 3710 рядків на 3632 стовпчиків і комірок растра - 92,6 x 92,6 м.

Виконані розрахунки з використанням створеної геоінформаційної бази даних по рівнянням множинної регресії емпіричної моделі показали добре виражену в межах області просторову диференціацію поверхневого стоку різного масштабу, яка показує не тільки зменшення шару поверхневого стоку з півночі на південь, а і його зміни при переході від вододілів до схилів, в межах схилів і при переході від схилів до днищ балок і річкових долин.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

*Тимченко В.М., д.г.н., профессор, Гуляева О.А. к.г.н., Холодько О.П.,  
Батог С.В., Иванова Н.А.*

*Институт гидробиологии НАН Украины*

Важной задачей экологической гидрологии, признанной в качестве самостоятельного научного направления (ЮНЕСКО), является разработка научно обоснованных методов управления состоянием водных экосистем, их биопродуктивностью и качеством водной среды путём регулирования гидрологических процессов. Решение этой задачи предусматривает определение ключевых (экологически наиболее значимых) элементов гидрологического режима и изучение механизмов их влияния на биотические и абиотические компоненты экосистем. При этом принципиально необходим также поиск адекватных интегральных показателей состояния водных экосистем.

Практика исследований на многих пресноводных объектах Украины и зарубежья [1] показывает, что в большинстве случаев в качестве таких показателей правомерно использование концентрации в воде легкоокисляемого органического вещества (по БПК) или содержания растворенного кислорода ( $O_2$ ). Динамика БПК и  $O_2$  отражает соотношение основных процессов функционирования водных экосистем – первичного продуцирования органического вещества непосредственно в водном объекте плюс загрязнения им извне, с одной стороны, и его деструкцией, с другой. Если в водоёме или водотоке происходит увеличение БПК, т.е. накопление органического вещества – экосистема загрязняется. Если наоборот – в экосистеме доминируют процессы самоочищения. Увеличение содержания  $O_2$  свидетельствует об улучшении состояния экосистемы. Важно, что величины БПК и  $O_2$  характеризуют трофосапробиологическое состояние водных экосистем и нормируются.

В отдельных случаях в качестве интегральных показателей состояния экосистем водных объектов могут (и должны) выступать иные характеристики. Так, при хроническом антропогенном загрязнении водотоков и водоёмов растворёнными или взвешенными формами металлов, радионуклидов и других химических элементов именно их концентрация должна быть принята в качестве интегрального показателя. Сама мутность воды, если она оказывает определяющее влияние на функционирование водной экосистемы, может быть интегральным показателем. Для водоёмов-охладителей энергетических объектов, несомненно, показательным является теплосодержание водных масс.

Итак, для оценки состояния той или иной водной экосистемы



достаточно выбрать интегральный показатель, установить его численно и сопоставить с нормативными значениями. Обычно количественно этот показатель можно установить путём натурных измерений.

Задача серьёзно усложняется в случае необходимости регулирования, прогнозирования и управления состоянием водных экосистем. Тут необходим комплекс расчетных способов определения интегральных показателей. Для водохранилищ днепровского каскада ГЭС и низовьев Днепра такой комплекс для БПК и  $O_2$  разработан и успешно применяется [2-3]. В его основе лежит определение баланса указанных компонентов в водоёме или водотоке. При этом учитываются процессы их формирования как внутри исследуемой экосистемы, так и в водных объектах, с которыми экосистема имеет активный водообмен.

В Институте гидробиологии НАН Украины проблема определения интегральных показателей состояния и качества водной среды решается сейчас в рамках поиска концептуальных подходов к разработке методов управления состоянием водных техно-экосистем. Так, при разработке метода оценки, прогноза и управления состоянием водоёма-охладителя Хмельницкой АЭС и водоёмов Днестровского энергокомплекса достаточно оценивать динамику теплосодержания водной массы в процессе её перемещения. На Днепре, Днестре и их водохранилищах в качестве интегрального показателя можно также успешно применять концентрацию в воде растворённого кислорода и взвешенного вещества. Исследования малых водоёмов (в частности городских) свидетельствует о том, что интегральным показателем их экологического состояния может быть содержание и динамика растворённого кислорода. Этот показатель, как показывает практика многочисленных исследований у нас и за рубежом, применим к большинству пресноводных экосистем.

Общим для расчётов каждого из показателей состояния водных экосистем является учёт гидрологических характеристик водоёмов – внешнего водообмена и внутриводоёмной динамики.

### *Список использованной литературы*

1. Тимченко В.М. Экологическая гидрология водоемов Украины. – Киев: Наук. думка, 2006. – 383 с.
2. Тімченко В.М., Оксіюк О.П. Методичні засади управління станом екосистем та якістю води зарегульованих ділянок річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – Том 2. – К.: Ніка-Центр, 2001. – С. 66–75.
3. Fashchevski B., Timchenko V., Oksiyuk O. Ecohydrological Management of Impounded Large Rivers in the Former Soviet Union / Ecohydrology: Processes, Models and Case Studies. An approach to the sustainable management of water resources. – Mixed Sources, 2008. – P. 247– 275.

**ПРО МОЖЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ПІДСТИЛЬНОЇ  
ПОВЕРХНІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ МАКСИМАЛЬНИХ МОДУЛІВ  
СХИЛОВОГО ПРИПЛИВУ (НА ПРИКЛАДІ РІЧОК  
ГІРСЬКОГО КРИМУ)**

*Тодорова О.І., асп., Овчарук В.А., к.геогр.н., доц.  
Одеський державний екологічний університет*

На досліджуваній території суттєвий вплив на формування стоку має підстильна поверхня водозборів, а саме - карст. Тим не менш при розрахунках максимального стоку річок виділити окремо цей фактор, враховуючи відсутність його кількісних показників, доволі важко. З іншого боку, суттєвий вплив на характеристики максимального стоку паводків теплої періоду, зокрема шар стоку та тривалість схилового припливу, оказує висота місцевості, але на інтегральний параметр - максимальний модуль схилового припливу  $q'_{1\%}$  - практично не впливає.

Відповідно до моделі Гопченка Є.Д. (2000р.) максимальний модуль схилового припливу визначається за рівнянням:

$$q_{1\%} = 0,28 \frac{n}{n+1} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}, \quad (1)$$

$\frac{n+1}{n}$  – коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;  
 $T_0$  - тривалість припливу води зі схилів під час паводків;  $Y_{1\%}$  – шар стоку за паводок 1-ої забезпеченості.

З метою врахування впливу підстильної поверхні та висоти місцевості на складові схилового припливу (шар стоку та тривалість схилового припливу) спочатку виконаний розрахунок цих характеристик за рівняннями, які описують вплив висоти місцевості. Розрахункові рівняння мають такий вигляд:

$$Y_{1\%} = 95,5 + 0,19(H_{сер} - 600) \quad (2)$$

та

$$T_0 = 53,2 + 0,10(H_{сер} - 600). \quad (3)$$

де  $H_{сер}$  – середня висота водозборів.

Використовуючи рівняння (2) та (3), визначені максимальні модулі схилового припливу. Оскільки розрахункові рівняння отримані без врахування впливу карсту, отже відхилення в розрахункових величинах можна віднести до впливу саме цієї характеристики.

Далі, враховуючи попередній аналіз стокоформуючих факторів на досліджуваній території, отримано інтегральний коефіцієнт впливу підстильної поверхні, як відношення розрахункових та фактичних модулів схилового припливу:

$$k_n = q'_{1\%_{H_{сер}}} / q'_{1\%}, \quad (4)$$

де  $q'_{1\%_{H_{сер}}}$  - максимальний модуль схилового припливу, розрахований з урахуванням впливу висоти місцевості.

Отримані величини змінюються від 0,06 (р.Салгир-с.Листв'яне) до 3,20 (р.Ворон-с.Ворон) та, на нашу думку, відображують інтегральний вплив карсту та особливостей підстильної поверхні, яка може бути пов'язана з водогосподарською діяльністю на водозборах.

Отже, коефіцієнти, які наближуються до 1,0, свідчать про відсутність впливу підстильної поверхні на досліджувану величину  $q'_{1\%}$ .

Для невивчених у гідрологічному відношенні річок  $k_n$  представлений у вигляді карти (рис.1).

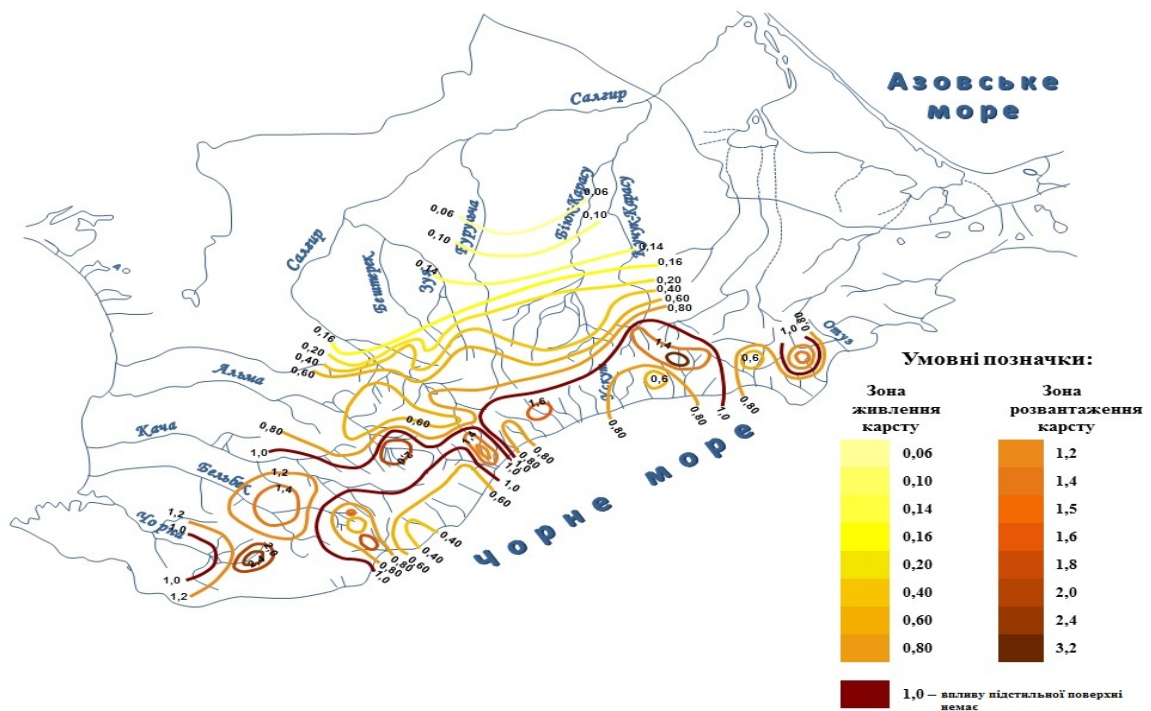


Рис.1. Карта-схема розподілу  $k_n$  по території Гірського Криму

Аналізуючи карту-схему розподілу  $k_n$ , можна відмітити, що коефіцієнти впливу підстильної поверхні, як і граничні модулі схилового припливу в цілому збільшуються з північного сходу на південь від 0,06 до 1,0. Максимуми ( $k_n=2,4$  та  $k_n=3,2$ ) спостерігаються на річках Чорна та Ворон відповідно. В межах водозборів цих річок знаходиться зона розвантаження карсту. Мінімальне значення  $k_n=0,06$  відповідає річці Салгир, в межах якої може знаходитися зона живлення карсту та спостерігається активна водогосподарська діяльність (забір води на зрошення).

## МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ ДНІСТРА

*Траскова А.В., к.геогр.н., Овчарук В.А., к.геогр.н., доц.,  
Одеський державний екологічний університет*

Досліджуваний басейн знаходиться в різко мінливих кліматичних і орографічних умовах, у зв'язку з чим процеси формування стоку на різних його частинах складні і обумовлюють істотні відмінності у водному режимі. Враховуючи фізико-географічне районування території, особливості водного режиму та живлення річок, в монографії басейн Дністра розглядається в межах трьох частин: гірської правобережної (Карпатської), середньої лівобережної (Подільської) та нижньої (Причорноморської).

Для визначення розрахункових характеристик максимального стоку весняного водопілля на даний час існує достатньо велика кількість формул та методів, що запропоновані вітчизняними та закордонними вченими.

Формули граничної інтенсивності, зокрема, й ті, що увійшли свого часу до нормативних документів СН 435-72 і СНіП 2.01.14-83, мають штучну будову замість процесу «опад - схиловий стік - русловий стік» використовується ланцюг «опад - русловий стік».

Перевірні розрахунки переконливо свідчать, що розраховані за СНіП 2.01.14-83 максимальні витрати 1%-ої забезпеченості суттєво відрізняються від таких же величин, отриманих за результатами статистичної обробки часових рядів станом до 2010 року. Різниця в розрахункових величинах має різні знаки, але переважно за нормативним документом вони завищені у 1,5 і більше разів.

В якості базової для нормування розрахункових характеристик весняного водопілля прийнята формула граничної інтенсивності, запропонована Е.Д.Гопченком, у двох редакціях: з використанням шарів стоку та максимальних снігозапасів у сумі з опадами за час водопілля.

В результаті перевірки часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку на однорідність, яка передувала їх статистичні обробці, виявлено що в басейні р. Дністер характеристики максимального стоку весняного водопілля у більшості випадків однорідні у часі.

При розрахунках статистичних параметрів часових рядів стоку річок, вперше для весняного водопілля, окрім стандартних методів (моментів та найбільшої правдоподібності), використано метод забезпеченості забезпеченостей, який дозволяє враховувати особливості просторового розподілу тих чи інших стокових величин.

Дослідження можливого впливу на величину розрахункових шарів стоку  $Y_{1\%}$  місцевих факторів засвідчили, що у гірській Карпатській частині басейну Дністра вони підпорядковані висотній закономірності. Доведено

також, що вплив залісенності на величину максимальних снігозапасів у басейні р. Дністер є суттєвим; просторове узагальнення середньобаторічних величин максимальних запасів води у сніговому покриві на початок весняного водопілля на відкритій місцевості представлено у вигляді карти для рівнинної території та у вигляді залежності від висоти місцевості - для гірської.

Для річок басейну Дністра визначені та узагальнені невимірювальні характеристики схилового припливу. Так, коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу  $(n+1)/n$  рекомендується приймати рівним 8,45, а показник степені у рівнянні схилового припливу  $n=0,13$ .

Тривалість схилового припливу в період весняного водопілля в басейні Дністра визначена чисельним шляхом з використанням програмного комплексу «Caguar» та уточнена за допомогою комплексного методу. Для невивчених річок досліджуваної території пропонується розрахункове рівняння, яке враховує середню висоту водозборів.

Коефіцієнт стоку в період весняного водопілля  $\eta$  для середньої – Подільської і нижньої – Причорноморської частин басейну представлений у вигляді карти. Що стосується Карпатської частини басейну (праві притоки), то, як максимальні снігозапаси, коефіцієнт стоку узагальнений в залежності від висоти місцевості.

Трансформацію хвиль водопілля під впливом руслового добігання в рамках формули граничної інтенсивності враховується за допомогою трансформаційної функції  $\tilde{\varphi}(t_p/T_0)$ , а вплив русло-заплавного регулювання на максимальний стік визначається за допомогою коефіцієнта  $\varepsilon_F$ , який узагальнений в залежності від площі водозборів  $F$ .

Наявність водосховищ і ставків проточного типу враховується окремим параметром  $r$ , передбаченим нормативним документом СНіП 2.01.14-83 з урахуванням залежності середнього багаторічного шару стоку весняного водопілля від висоти місцевості.

Пропонований варіант розрахунку з використанням даних по максимальних снігозаписах й опадах в період водопілля відкриває можливості моделювання впливу регіональних та глобальних змін клімату на максимальний стік весняного водопілля. З використанням моделей *CCSM3* та *HADCM3* наведені приклади розрахунку коефіцієнтів змін клімату для різних сценаріїв та періодів часу.

Перевірочні розрахунки, виконані для двох варіантів (з використанням шарів стоку і максимальних снігозапасів та опадів під час весняного водопілля), показали задовільну збіжність з вихідною інформацією.

## ОЦІНКА ГІДРОГРАФІЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНСЬКОЇ ЧАСТИНИ БАСЕЙНУ ВІСЛИ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

*Хільчевський В.К., д.г.н., професор, Гребінь В.В., д.г.н., професор,  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка;  
Забокрицька М.Р., к.г.н., доцент, Східноєвропейський національний  
університет імені Лесі Українки; Tatiana Solovey, dr hab., prof., Państwowy  
Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy (Warszawa), Polska*

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (ЄС), підписана у 2014 р., передбачає застосування європейських стандартів та нормативів зокрема у сфері використання та охорони вод. Водні відносини у Європейському Союзі регулюються низкою водоохоронних директив, серед яких основним документом є Водна рамкова директива (ВРД), прийнята у 2000 р.

У прийнятому 4 жовтня 2016 р. Верховною Радою України Законі «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управлінні водними ресурсами за басейновим принципом» виділяється дев'ять районів річкових басейнів: Дніпра, Дністра, Дунаю, Південного Бугу, Дону, Вісли, річок Криму, річок Причорномор'я, річок Приазов'я. У зазначеному законі наголошується на необхідності розробки планів управління річковими басейнами, що виконуються з метою досягнення екологічних цілей – зокрема, високої якості вод. Для цього необхідно здійснити оцінку екологічного стану масивів поверхневих вод (поверхневих водних об'єктів або їхніх частин), що передбачено методиками ВРД ЄС. Проведення такої оцінки вимагає попередньої типізації водних об'єктів в межах всіх дев'яти районів річкових басейнів.

Метою даного дослідження є апробація абіотичної типології річок і озер за водозбірною площею та площею водного дзеркала згідно вимог ВРД на прикладі української частини басейну Вісли та узгодження отриманих результатів з дослідженнями, виконаними у Польщі. На жаль, на цьому шляху для української сторони постає низка перепон. Вони пов'язані з тим, що гідрологи сусідніх європейських країн у своїй практиці застосовують методи і методики, обумовлені низкою водоохоронних директив Європейського Союзу, зокрема ВРД ЄС2000/60.

Район річкового басейну Вісли охоплює територію трьох держав - України, Польщі та Білорусі. Міжнародний інтерес до української частини басейну Вісли зумовлює необхідність дотримання принципу компатибільності (узгодженості) типології водних об'єктів, що вивчаються на території різних країн, але у межах одного району річкового басейну. Здійснена типізація базується на вимогах ВРД ЄС та типологічній системі прийнятій в Польщі.

На території України в басейні Вісли налічується 3112 річок. Найбільшими притоками Вісли тут є річки Західний Буг і Сан.

Всього у межах української частини басейну Західного Бугу нараховується 2045 річок, з яких 2010 ( 98,3 %) – це малі річки. Довжина переважної більшості з них (1966 малих річок) не перевищує 10 км. Лише 1,45 % річок басейну становлять середні річки. Частка великих та дуже великих річок від загальної кількості річок басейну становить, відповідно, 0,2 та 0,05 %. До дуже великих річок належить, власне, Західний Буг, до великих річок – Полтва, Рата, Луга і Рита.

З наявних в українській частині басейну Західного Бугу 68 озер - переважна більшість (48 озер або близько 71 %) згідно вимог ВРД ЄС відноситься до категорії дуже малих. Малих та середніх озер нараховується по 9 (по 13 % від загальної кількості), є два великих озера (Світязь та Пулемецьке) –3,0%.

За типізацією згідно ВРД ЄС в басейні Сану в межах України налічується: одна дуже велика річка – власне, Сан та дві великі річки: Вишня – 79,0 км, 1220 км<sup>2</sup>; Завадівка (Любачівка) – 88,2 км, 1129 км<sup>2</sup>. В межах української частини басейну Сану налічується також 9 середніх річок (площею водозбору від 100 до 1000 км<sup>2</sup>) та 25 малих річок (до 100 км<sup>2</sup>), що мають довжину 10 та більше км. Ще 1033 малих річок української частини басейну мають довжину менше 10 км.

На відміну від басейну Західного Бугу, озер природного походження площею понад 0,5 км<sup>2</sup> в межах басейну Сану не ідентифіковано. За даними Львівського обласного управління водних ресурсів в межах української частини басейну Сану наявні 32 озера загальною площею 0,26 км<sup>2</sup>, тобто всі вони відносяться до категорії дуже малих озер і не підлягають типізації.

В Україні методики з типізації річок за ВРД ЄС поки що застосовувалися при виконанні міжнародних проектів окремих річкових басейнів, але вони не стали нормативними документами для постійного користування. За вищеназваним законом від 4 жовтня 2016 р. при реалізації планів управління річковими басейнами їх необхідно буде застосовувати.

### ***Список використаної літератури***

3. Гребінь В.В. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т. 2 (41). – С. 32-47.
4. Хільчевський В.К. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сану) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС / В.К. Хільчевський, В.В. Гребінь, М.Р. Забокрицька // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія – 2016. – Т. 1(40). - С. 32-44.

## КОРОТКОТЕРМІНОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРИПЛИВУ ВОДИ ДО ДНІСТРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА З УРАХУВАННЯМ ЧИСЕЛЬНОГО ПРОГНОЗУ ПАРАМЕТРІВ ПОГОДИ

*Христюк Б.Ф., к.геогр.н.*

*Український гідрометеорологічний інститут, Київ*

Надійні прогнози припливу води до Дністровського водосховища необхідні для раціонального використання водних ресурсів Дністра, планування виробітку електроенергії на ГЕС, захисту населених пунктів від паводків та підвищення ефективності регулювання стоку в інтересах зрошення сільськогосподарських угідь, судноплавства, рибного господарства тощо.

Основною областю формування водного стоку Дністра є його правобережна (гірська) частина басейну. Активна зливово діяльність на північно-східних схилах Карпатських гір обумовлює виникнення частих дощових паводків, що є характерною особливістю водного режиму Дністра. Карпатські притоки Дністра, основні з яких Стрий, Свіча, Ломниця та Бистриця, – це гірські річки зі значними похилами русел та схилів і з малопроникним ґрунтовим покривом. Такі орографічні та кліматичні особливості створюють сприятливі умови для поверхневого стоку води. На лівобережжі басейну Дністра, яке розташоване у межах Волино-Подільської височини, дощі та зливи не відрізняються такою частотою, інтенсивністю та тривалістю, як на правобережжі. Тому вплив річок лівобережжя на водний стік Дністра незначний.

Методика короткотермінового прогнозування припливу води до Дністровського водосховища з завчасністю дві доби була розроблена у 1982 році М. М. Сосідко. У подальшому ця методика незначно вдосконалювалася в 1985, 1992, 1996, 1998, 2000, 2003, 2006 та 2007 рр. і остаточно була реалізована у вигляді комп'ютерної програми «Дністер-7Е».

Методика базується на врахуванні розподілу водних мас по довжині річкової ділянки від с. Розділ до с. Заліщики та інтенсивності припливу води з території басейну, що прилягає до цієї ділянки, а також витрат води річок, які впадають безпосередньо в Дністровське водосховище. Прогностичні рівняння є регресійними. Вони розроблені окремо для періодів низької та високої водності та передбачають введення поправок на підйомах та спадах паводків. В методиці використовується дані про рівні та витрати води 27 гідрологічних постів, розташованих на р. Дністер та на її притоках.

Основні недоліки цієї методики полягають у тому, що у ній застосовується дані про рівні та витрати води значної кількості гідрологічних постів, які потребують постійного корегування нестійких



кривих витрат, а також неврахування прогнозів параметрів погоди, що в свою чергу обмежує завчасність прогнозів припливу води до Дністрвського водосховища.

Нова методика використовує прогнози метеорологічних показників (температури повітря, кількості опадів, дефіциту вологості повітря та швидкості вітру) з завчасністю до 5 діб. Прогнозування метеорологічних показників у басейні р. Дністер здійснюється за чисельною мезомасштабною атмосферною моделлю WRF NMM v. 3.3.1, а прогнозування припливу води до Дністровського водосховища – за прогностичними залежностями та модулем NAM моделі Rainfall-Runoff програмного комплексу MIKE 11.

Цей модуль є неперервною детермінованою моделлю типу «опадистік» з зосередженими параметрами на концептуальній основі, яка описує процеси формування водного стоку на водозборі річки шляхом постійного врахування вмісту води в чотирьох умовних резервуарах: у сніговому покриві, у поверхневому, підповерхневому (коренева зона) та підземному. Вхідними даними модуля NAM є тривалі ряди температури повітря, кількості опадів та випаровування на відповідному басейні та витрати води у замикальному створі.

Застосування чисельного прогнозування параметрів погоди дозволяє збільшити, у порівнянні з програмою «Дністер-7Е», завчасність прогнозу припливу води до Дністровського водосховища з двох до п'яти діб. Моделювання водного стоку за модулем NAM моделі Rainfall-Runoff програмного комплексу MIKE 11 надає змогу отримувати задовільні результати, використовуючи тільки дані про рівні та витрати води у трьох замикальних створах (р. Дністер – м. Галич, р. Дністер – с. Заліщики, р. Смотрич – с. Цибулівка), таким чином, мінімізуючи використання даних інших гідрологічних постів в басейні р. Дунай.

### **Список використаної літератури**

1. Соседко М.Н. Методика краткосрочного прогноза хода стока р. Днестра на участке Галич-Жванчик (методические указания) / М.Н. Соседко // Украинский региональный научно-исследовательский институт. – Киев, 1982. – 18 с.
2. Прогностична методика Дністер-7С. Опис і технологія застосування програми Дністер-7С (версія 2006 р.). Посібник користувача / УкрНДГМІ. –К., – 2006. – 19 с.
3. MIKE11. A Modelling System for River and Channels. User guide. – Vol. 2. – DHI. – 2012. – 204 p.

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ГІДРОЛОГІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ РІЧКОВОГО СТОКУ

*Шакірманова Ж.Р., д.геогр.н., проф.*

*Одеський державний екологічний університет*

Основними рисами сучасних методів гідрологічного прогнозування стоку річок є моделюючі комплекси, які дозволяють математично описувати випадкові зміни метеорологічних впливів на річковий водозбір, а надалі стокові процеси у динаміці їх розвитку у часі, а також створення просторових моделей прогнозування і представлення прогнозованої інформації у картографічному вигляді. Наявність ПЕОМ і розвиток відповідних чисельних методів надають можливості гідрологам виконувати складні багатоваріантні обчислення з використанням великої кількості даних. Моделювання річкового стоку стає важливим елементом при плануванні та управлінні системами водопостачання та контролю, а також при наданні річкових прогнозів і прогнозів служби попередження Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) [1].

Теоретичні й експериментальні дослідження з питань формування стоку річок (дощового і тало-дощового) та його чинників протягом тривалого часу послужили методичною основою для створення різних математичних моделей по розрахунках і прогнозах стоку. Ці моделі в основному відносяться до детерміністичних (передбачають однозначний зв'язок між вхідними і вихідними даними) із зосередженими параметрами (класу концептуальних). Вони використовуються в основному для короткострокових прогнозів гідрографів весняного водопілля і дощових паводків – для рівнинних (моделі Гідрометцентру СРСР, В.І.Кореня і В.А.Бельчикова (в подальшому реалізована й для річок України В.П. Водоласковим) та гірських (модель Ю.М.Денисова та ін.) річок.

Для розрахунку і прогнозу об'єму весняного водопілля рівнинних річок розроблені і використовуються моделі Ю.Б. Виноградова (1985) і М.М.Сусідка – прогностичний комплекс «СЛОЙ» (1990).

На теперішній час у сучасній оперативній практиці гідрологічного прогнозування в Українському Гідрометцентрі (УкрГМЦ) для гірських річок використовуються науково-методичні розробки Українського гідрометеорологічного інституту (УкрГМІ), які об'єднані в єдину систему у вигляді прогнозно-моделюючих комплексів (за видами прогнозів і групами річкових басейнів): «Тиса», «Дністер», «Прут», комплекс «ДОЩ-3», «СЛОЙ-3», з програмним забезпеченням, реалізованим на персональному комп'ютері (автори М.М.Сусідко, О.І.Лук'янець, 2010) .

Найбільш фундаментальною з сучасних робіт щодо математичного моделювання для прогнозу талого та дощового стоку річок є робота Л.С.Кучмента (2008). Л.С.Кучментом показана можливість побудови

ансамблевих (складених за різними методиками в одну і ту ж дату прогнозу) довгострокових прогнозів об'єму та максимальної витрати води весняного стоку за допомогою фізико-математичного і динаміко-стохастичного моделювання з врахуванням антропогенного впливу на формування річкового стоку.

В Одеському державному екологічному університеті обґрунтований науковий метод територіального довгострокового прогнозування максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля рівнинних річок, строків проходження водопіль (2005-2015). Метод прогнозу заснований на попередньому встановленні типу або діагнозі водності майбутньої весни, отриманні за регіональними залежностями прогнозних величин, їх представлення у картографічному вигляді.

За кордоном, у тому числі, в практиці ВМО [1], розроблені і використовуються математичні моделі з зосередженими параметрами для прогнозування водного режиму річок (гідрографів стоку у замикаючому створі річок з різною деталізацією процесів стокоутворення), наприклад, Стенфордська (автори Н.Г.Крауфорд і Р.К.Лінслей), Д.Доуді і О'Доннела, Шеньси, Д.Є.Неша та ін., Сакраменто (США), резервуарна (танк-модель) модель (Токіо, Японія).

Гідродинамічні моделі (моделі вищого рівня) є моделями з розподіленими параметрами, які засновані на рівняннях математичної фізики і гідродинаміки, враховують в явному вигляді просторову нерівномірність стокоформуєчих чинників і тому потребують для ефективного використання достатньо різноманітної інформації, яка поки що часто відсутня [1]. Серед розподілених моделей найбільш відомими є Європейська гідрологічна система (SHE), DHSWM (Distributed Hydrology Soils and Vegetation Model, розробка американських вчених університету в Сієтлі – основні автори Вігмоста і Леттенмайер), а також модель Датського гідравлічного інституту «Майк-11», в яку входить модель опади-стік NAM, гідродинамічна модель MIKE11 DHI та ін. Прикладом розробки спеціалізованих ГІС-технологій обробки даних та представлення водозбору є технологія, застосована у розподіленій фізично обґрунтованій гідрологічній моделі річкового стоку ТОПКАПІ-ПІММС (Інституту проблем математичних машин і систем НАН України, автори М.Й.Желєзняк, О.В.Бойко, 2012), яка базується на використанні рівняння «кінематичної хвилі» для опису динаміки процесів стоку.

#### **Список використаної літератури**

1. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. – Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО - №168). – Пятое изд. 1994. – 844с. (електронний ресурс).

## ТЕРИТОРІАЛЬНА СТРУКТУРА РУСЛОВОГО ПРОЦЕСУ У БАСЕЙНАХ РІЧОК

**Ющенко Ю.С., д.г.н., професор**

*Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Дослідження просторових, зокрема територіальних географічних структур дозволяє глибше розуміти процеси функціонування геосистем вирішувати ряд важливих практичних задач. Розвитком поняття «руслові потоки» є «система потік-русло» (СПР). З її функціонуванням на суходолі пов'язане формування сітки поверхневих водотоків та відповідних лінійно витягнутих форм рельєфу. Відомо, що це не просто лінійні, а дендрично-лінійні структури, тісно пов'язані з басейною формою рельєфу. Вони характеризуються певними власними закономірностями розвитку, котрі взаємозв'язані з місцевими геоморфологічними умовами, адаптується до них. По-суті так функціонують всі геосистеми, котрі мають достатньо сформований та виражений власний головний процес. Головним процесом річкових систем потік-русло є процес геоструменевого руслоформування. Його системоутворююча дія може бути адаптованою до різних умов суходолу. Вплив цих умов можна вивчати, відображати через аналіз системи чинників розвитку СПР річок, а також через виділення опис та аналіз структур СПР, зокрема територіальних. Обидва підходи взаємопов'язані і відображають об'єктивні властивості систем – зв'язки та структурованість. Відомою є схема аналізу чинників з поділом їх на басейнові та місцеві. Перші є заданими на вході у досліджувану ділянку і формуються у вище розташованій частині басейну. За М.Є. Кондратьєвим до них відносяться: «повна характеристика заданого річці рідкого стоку» та «повна характеристика стоку наносів річки». Формування ділянок русел та заплав з власними особливостями спричиняє дія місцевих чинників. Крім того, на ділянках може дещо трансформуватися дія басейнових чинників (за рахунок акумуляції частини води та наносів, за рахунок біфуркацій тощо). Поняття місцевих чинників можна розуміти розширено, включаючи сюди і локальні та другорядні, котрі не визначають умови формування цілісної ділянки русла та заплави загалом; або у конкретному розумінні – як «ділянокутворюючі». До останніх можна віднести: групу чинників обмеження вільного розвитку струменевого руслоформування (бічні та донні обмеження різної інтенсивності та конфігурації), впливи схилових процесів, селів, льодовиків, приток (включаючи вузли злиття), локальні ділянки інтенсивного поступання наносів, ділянки біфуркацій, розширення заплав з великою ємністю регулювання стоку води, антропогенні чинники.

Загалом місцеві чинники діють в межах системи річкових долин (річково-долинних систем, РДС). Також можна розглядати поняття про

сучасні річково-долинні системи (СРДС), до котрих входять русла, заплави річок і низькі тераси. Вони є лінійними тільки у першому наближенні, у певному масштабі та за рахунок схематизації. У дійсності це складна система територіальних структур. Таким чином їх можна розглядати і як відрізки вздовж ліній току і як територіальні утворення, геосистеми. Слід особливо підкреслити, що у самій основі розвитку цих геосистем лежить діяльність СПР річок різного часового масштабу. Це генетична їх характеристика і приналежність. Тому необхідно спільно розглядати, об'єднувати ландшафтознавчі та руслознавчі підходи.

Багато дослідників прийшло до висновку про значні особливості у розвитку річок перших порядків. Певний якісний стрибок-перехід спостерігається при досягненні 4-5-го порядків. М.Д. Гродзінський запропонував виділяти два масштабні рівні басейнових ландшафтних конфігурацій: хоричний та регіональний. Він відмітив, що межа між ними носить розмитий характер і проходить приблизно по басейнах четвертого порядку. Він вважає, що стік, якість води і конфігурація басейнів вище 4-го порядку залежать від тектонічних та мікрокліматичних факторів регіонального масштабу. Також важливою ідеєю є виділення цих басейнів як «вузлової одиниці», подібно до «індивідуального ландшафту» за А.Г. Ісаченком.

Нами запропоновано враховувати геоморфологічне районування територій при проведенні аналізу переходу від хоричного масштабу структури басейну та РДС до регіонального. Достатньо розвинуті їх складові називаємо стовбурною частиною системи, а складові хоричного масштабу («верхів'я річок») – кроною системи. Перехід між ними можна пов'язувати з перетином меж геоморфологічного району чи підрайону.

Важливим принципом вивчення даного роду структур є ієрархічний підхід з виділенням таксонів. Місцеві геоморфологічні умови найбільш повно відображаються на формуванні однорідних ділянок долин річок (ОДД). В них «вкладені», і можуть відображати диференціацію цих умов, однорідні ділянки днищ річкових долин (ОДД). Найнижчою ланкою цієї «тріади» є однорідні ділянки русел та заплав (ОДРЗ). Вони комплексно реагують на дію місцевих чинників різного характеру, від давніх до сучасних. Враховуючи важливість ув'язки руслознавчих та ландшафтознавчих підходів у дослідженнях геосистем СРДС, нами запропоновано спільну таксономічну систему гідроморфологічних і ландшафтних геокомплексів річкових долин. Можливості розвитку стовбурних долин необхідно враховувати і у класифікації самих РДС, СРДС. Їх можна поділити на хоричні та регіональні. Регіональні дендричні РДС включають і стовбурну частину, і крону. Хоричні – це елементи крони, або недостатньо розвинуті окремі СРДС.

Формування знань і систем інформації про територіальну структуру руслового процесу у басейнах річок важливе для вирішення багатьох практичних задач.

## ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ОЦІНКИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МАЛИХ ВОДОТОКІВ ПІВНІЧНО ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я (НА ПРИКЛАДІ Р.БАРАБОЙ)

*Яров Я.С., Лобода Н.С., д.г.н., професор  
Одеський державний екологічний університет*

Річки Північно-Західного Причорномор'я знаходяться у гідрологічній зоні недостатнього зволоження, мають незначний стік, який до 70% відбувається під час весняного водопілля. В природному стані такі річки мають нестійке і незначне підземне живлення, тому в маловодні періоди часто пересихають. Водночас, на гідрологічний режим і екологічний стан таких річок дуже впливають водогосподарські перетворення, що здатні зменшити чи збільшити природний стік (непорушений водогосподарською діяльністю). При дослідженні гідроекологічного стану таких водотоків основною проблемою є відсутність даних моніторингу їх режиму.

В ОДЕКУ для визначення водності малих річок Північно-Західного Причорномор'я розроблені методи оцінки водних ресурсів досліджуваних територій у природних і порушених водогосподарською діяльністю умовах. Теоретичним базисом цих методик є модель «клімат-стік», до якої входить блок розрахунків річного стоку за метеорологічними даними та блок стохастичною моделювання побутового стоку.

Р.Барабой розташована в Одеській області, в Причорноморській низовині, в південно-степовій зоні. Річка є «малою» (довжина 93 км, площа басейну 652 км<sup>2</sup>, середня висота 80 м). 96,5 % водозбору перебуває в зоні активної господарської діяльності: площа сільгоспугідь – 82%, розораність 73,3%, залісеність 2,36%, еродованість 39,6%, урбанізованість - 5,31%. Невід'ємною частиною водозбору є 15,1 тис. га I-II черг Нижньодністровської зрошувальної системи, яка функціонує за рахунок перекидання стоку р.Дністер в Барабойське та Санжейське водосховища. Малі штучні водойми заповнюються водою р.Барабой та її приток і діють як штучні випаровувачі. В басейні багато населених пунктів, агропідприємств, які мають зношені водопровідно-каналізаційні мережі і не обладнані діючими очисними спорудами.

Попередні оцінки водних ресурсів р. Барабой за моделлю «клімат-стік» у природному та порушеному водогосподарською діяльністю стані дозволили встановити суттєвий вплив фільтраційних вод, які надходять із зрошувальних дністровською водою сільськогосподарських масивів і здатні збільшувати стік р.Барабой у 1,5 – 2 рази. Більш того, на території мають місце ділянки підтоплення ґрунтовими водами.

Гідрохімічний режим р.Барабой мало вивчений – регулярний моніторинг проводиться Одеським облводресурсів в Барабойському і Санжейському водосховищах, в нижній ділянці біля с.Барабой. Також у

2009-2016 рр. на мережі з 20 станцій якісний стан р.Барабой вивчався науковцями кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ.

В гирлі р.Барабой виміряні витрати води змінювались від 0 до 393 л/с, температура води: 0,4 - 24,3 °С. Прозорість води була від 13 до понад 45 см. Вміст завислих речовин - від 3 до 106 мг/дм<sup>3</sup>. Кольоровість води була від 12 до 67°. За рН вода слабо лужної реакції. Кисневий режим річки - задовільний. Загальна твердість: 30,1 - 46,3 мг-екв/дм<sup>3</sup>, вміст кальцію 83,2 - 411 мг/дм<sup>3</sup>, магнію 173 - 389 мг/дм<sup>3</sup>. Вода має підвищену мінералізацію (сухий залишок від 1,99 до 10,2 г/дм<sup>3</sup>) Валовий вміст органіки у воді - від 15,4 до 43%. Вміст нітритів: від 0 до 0,31 мгN/дм<sup>3</sup>; нітратного азоту: від 0,3 до 35,3 мгN/дм<sup>3</sup>; амонійного азоту: від 0 до 51,3 мгN/дм<sup>3</sup>, фосфатів: від 0,02 до 0,03 мгP/дм<sup>3</sup>. Перевага нітратів і амонію вказує, що річка Барабой в гирлі забруднюється періодично. За підсумками біотестування, вода р.Барабой була від нетоксичної до середньотоксичної, мікробіологічні параметри води навіть взимку характеризуються високими показниками.

Оцінка якості вод гирлової ділянки р.Барабой за рибогосподарськими нормативами по методу КІЗ показала, що в усіх випадках вода не відповідає нормам і є «непридатною» для рибництва (КІЗ складав від 13 до 58 балів, ПКІЗ від 3,33 до 7 балів), якість води відповідала переважно IV класу "дуже брудна", причому є тенденція до погіршення ситуації протягом останніх двох років. Сполуками ЛОЗ, які найбільше забруднювали річку є сухий залишок, амоній, нітрити.

За екологічною класифікацією води р.Барабой в гирлі відносяться до «солонуватих мезогалинних». За окремими показниками стан вод оцінюється як «дуже добра-дуже погана», чистота - «чиста - дуже брудна». Це вказує на погіршення екологічного стану річки внаслідок високих концентрацій органічних речовин і біогенних сполук.

Як водна екосистема річка Барабой має вкрай нестабільні абіотичні показники, що є наслідком загального виснаження її самоочисних можливостей і надмірного антропогенного навантаження на неї. Незадовільна якість води р.Барабой в гирловій ділянці є наслідком ряду причин, головна з яких - надто високий ступінь господарського навантаження, який переважає самоочисні можливості річки і призводить до погіршення її режиму і екологічного стану. Основні задачі дослідження полягають у визначенні кількісних показників антропогенного впливу (зрошування, перекидання стоку, штучні водойми та інше) по довжині річки із відповідною організацією гідрохімічного моніторингу у пунктах, розташованих вище та нижче ділянок забруднення. Проблема визначення екологічного стану річки та розробки заходів по його поліпшенню є як ніколи актуальною і потребує свого вирішення на обласному рівні за участю і провідних природоохоронних установ з врахуванням вимог існуючих споживачів природних ресурсів річки Барабой.

**секція**  
**„КЛІМАТОЛОГІЯ”**



**ЕЛЕКТРОННИЙ АТЛАС  
«ФАКТИЧНІ ТА ОЧІКУВАНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ В УКРАЇНІ»**

*Балабух В.О., к.геогр.н., Ягодинець С.М., Самчук Є.В.,  
Малицька Л.В., Краковська С.В., к.ф.-м.н., Довгаль Г.П., Лавриненко О.М.  
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України*

Протягом останніх десятиріч проблема зміни клімату стала однією з найбільш гострих проблем світової економіки і політики. Ратифікація Україною Паризької угоди та подальша імплементацією її положень потребує науково обґрунтованої інформації щодо фактичних і очікуваних змін клімату та їх наслідків, визначення ризиків та вразливості до зміни клімату на рівні регіонів, областей, територіальних громад, секторів економіки. Прийняття управлінських рішень щодо забезпечення запобігання зміні клімату та адаптації до неї потребує обізнаності громадянського суспільства та органів державної влади з усіма аспектами проблеми зміни клімату. Для цього необхідно мати комплексну характеристику стану, фактичних та очікуваних змін клімату в регіонах України. З цією метою було розроблено електронний атлас «Фактичні та очікувані зміни клімату в Україні», який дозволяє надати необхідну інформацію в наочному та систематизованому вигляді.

В атласі для усіх областей України та країни загалом у графічному та табличному вигляді представлено інформацію про стан, швидкість та значущість зміни кліматичних та агрокліматичних показників у сучасний кліматичний період (1981-2010рр), проекції їхньої зміни та її значущість до середини ХХІ століття для сценарію А1В та очікувані середні багаторічні значення у 2021-2050рр. Проекції обчислені за даними регіональної кліматичної моделі REMO, ініційованою глобальною моделлю ECHAM5

Електронний Атлас містить набори карт, об'єднаних у тематичні розділи і підрозділи. Для формування цілісного уявлення про зміни кліматичної системи України карти згруповані у два тематичні розділи: «Кліматичні умови» та «Агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур».

Розділ «Кліматичні умови» містить підрозділи з інформацією про кількісні характеристики термічного режиму, режиму зволоження, вітру та спеціалізовані кліматичні індекси, які використовують у різних галузях економіки. У підрозділі «Термічний режим» представлено інформацію про мінімальну (Тмін), максимальну (Тмакс) та середню (Тср) за рік та сезон температуру повітря, кількість днів та максимальну за рік тривалість періоду зі спекою ( $T_{\text{макс}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ ), з морозом ( $T_{\text{мін}} < 0^{\circ}\text{C}$ ), з сильним морозом ( $T_{\text{мін}} < -20^{\circ}\text{C}$ ) та мінімальною температурою нижче  $-10^{\circ}\text{C}$ , кількість теплих днів ( $T_{\text{ср}} \geq 0^{\circ}\text{C}$ ), літніх днів ( $T_{\text{ср}} \geq 15^{\circ}\text{C}$ ), днів з вегетацією ( $T_{\text{ср}} \geq 5^{\circ}\text{C}$ ) та активною вегетацією ( $T_{\text{ср}} \geq 10^{\circ}\text{C}$ ), кількість тропічних ночей ( $T_{\text{мін}} \geq 20^{\circ}\text{C}$ ),

днів, що потребують опалення у холодний період ( $T_{cp} \leq 8^{\circ}\text{C}$ ) та дати переходу через  $0^{\circ}, 5^{\circ}, 10^{\circ}, 15^{\circ}\text{C}$  весною та восени. Підрозділ «Режим зволоження» містить дані про кількість опадів, відносну вологість та хмарність за рік та сезон, кількість днів та максимальну за рік тривалість періоду з опадами та без опадів, кількість днів з опадами більше 5, 15, 30 та 50 мм за добу, максимальну кількість опадів за добу, хмарність та кількість посушливих днів. У підрозділі «Режим вітру» представлено інформацію про середню та максимальну за рік і сезон швидкість вітру, кількість днів за рік з максимальною швидкістю вітру більше 10 та 15 м/с. З підрозділу «Спеціалізовані кліматичні індекси» можна дізнатись про суворість зими (індекс Бодмана), пожежну небезпеку (індекс Нестерова) та вологозабезпеченість території (гідротермічний коефіцієнт Селянинова, індекси Шашко, Іванова, Колоскова, Майера, Ланга, Воробйова).

У розділі «Агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур» представлено інформацію про сприятливість агрокліматичних умов для вирощування основних польових культур (озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи) в Україні за ступенем їх волого- і теплозабезпеченості у різні періоди вегетаційних циклів, їх зміну у сучасний кліматичний період, можливі зміни та очікувані значення до середини ХХІ ст. для усіх областей України. Оцінка несприятливих явищ для формування урожайності польових культур була проведена на основі гідрометеорологічного блоку моделі «Погода-урожай» УкрГМІ.

Програмний компонент електронного атласу розроблений на платформі Microsoft .NET 4.0 з використанням графічного інтерфейсу Windows Forms та мови програмування C#. Інтерфейс атласу має вигляд єдиної форми вікна з розміщеними на них елементами управління, що відповідають за візуальне представлення картографічного та табличного матеріалу бази даних атласу.

З метою компресії даних та забезпечення мобільності атласу його інформаційне наповнення розміщено у реляційній базі даних. Вибірка матеріалів з бази даних відбувається на основі унікальної комбінації індексів обраного розділу, часового періоду, показника, сезону року або фази розвитку сільськогосподарської культури. Цей аспект зумовлює включення до системних вимог Атласу наявність на ЕОМ встановленого екземпляру СУБД Microsoft SQL Server 2016. Зважаючи на велику кількість картографічного матеріалу, карти зберігаються у вигляді BLOB (Binary Large Object) та перетворюються у формат jpg-зображення безпосередньо у процесі користування атласом.

В Атлас інтегровані інструменти керування базою даних для редагування її наповнення та контролю наявності даних. Довідковий розділ містить інформацію про рівні статистичної значимості, використані для оцінки значимості швидкості зміни показників та правила читання карт для коректного розуміння відображеної на них інформації.

## ГЛОБАЛЬНОЕ ПОХОЛОДАНИЕ КАК ВОЗМОЖНЫЙ СЦЕНАРИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В XXI ВЕКЕ

**Большаков В.Н., к. г. н.**

*Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей*

Господствующий ныне взгляд на изменения климата заключается в том, что происходящее в XXI веке глобальное потепление приобретает катастрофический характер, а его причина – антропогенное увеличение концентрации в атмосфере углекислого газа, оказывающее на поверхность Земли парниковый эффект.

Альтернативная точка зрения, заключающаяся в том, что наблюдаемое глобальное потепление вызвано внешними по отношению к Земле факторами, распространена гораздо меньше. Главной причиной глобального потепления может быть то, что по данным, например, Главной астрономической обсерватории РАН (Пулково) [1] на протяжении практически всего прошлого XX века интегральный поток солнечного излучения был необычайно высоким, и он достиг своего максимума в 1998 – 2005 гг.

В эти же годы, по данным НАСА, происходило таяние льдов на южном полюсе Марса, что свидетельствует о потеплении марсианского климата, которое происходило синхронно с земным, причем без всякого антропогенного воздействия.

Состав пузырьков воздуха из кернов льда глубоких скважин в Антарктиде и Гренландии показывает [2], что значительные колебания концентрации углекислого газа в атмосфере происходили всегда, и что наблюдаемое сейчас повышение его концентрации началось 500 лет назад, то есть в доиндустриальную эпоху.

По структуре льда в тех же кернах установлено, что за последние 400 тыс. лет температура воздуха пять раз на протяжении сотен лет значительно превышала современный уровень. При этом повышение температуры, как правило, предшествовало увеличению концентрации углекислого газа, а это означает, что первое не могло быть следствием второго. Во время последнего повышения температуры новая земля, открытая викингами в ледовитом океане в конце X века, получила свое нынешнее название Гренландия – “Зеленая земля”.

Удивляет то внимание, которое уделяется регулированию выбросов

углекислого газа, в то время как его значение для создания тепличного эффекта в приземном слое атмосферы значительно уступает водяному пару, количество которого ни в малейшей степени не поддается регулированию.

Кроме этого сторонники антропогенного происхождения текущего потепления не учитывают существование карбонатной системы Мирового океана, которая в большом геологическом цикле переводит избыток углекислого газа в твердые донные отложения [3].

Сторонники антропогенной природы потепления ставят перед человечеством задачу удержаться в неких допустимых пределах повышения температуры, главным образом, за счет уменьшения выбросов углекислого газа в атмосферу. Надо отдать должное этим усилиям, так как они привели к созданию более экономичных и более дружественных к окружающей среде двигателей для всех видов транспортных средств, к появлению улучшенных видов топлива для них и, самое главное, к ускоренному освоению и удешевлению всех видов возобновляемых источников энергии, кроме гидроэнергетики.

Пребывающие в меньшинстве сторонники естественных причин глобального потепления считают, что поворот в сторону похолодания климата произойдет сам собой, а усилия, прилагаемые человечеством, могут лишь немного его приблизить.

Предполагается [1], что время начала похолодания уже пришло, что интенсивность потока солнечной энергии достигнет минимума в начале сороковых годов текущего века, что из-за термической инерции Океана глубокое похолодание наступит на 10-15 лет позже и продлится до конца текущего столетия, а следующее потепление начнется уже в XXII веке.

### *Список использованной литературы*

1. Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли. \_Санкт-Петербург, “Logos”, 2009. – 197 с.
2. Дергачев В.А., Распопов О.М. Реконструкция температуры поверхности Земли по данным из глубоких скважин, глобальное потепление последнего тысячелетия и долговременная солнечная цикличность. Часть 2. Анализ экспериментальных данных // Геомагнетизм и аэрономия.– 2010.– Том 50, № 3.– С. 412-422.
3. Алекин О.А., Ляхин Ю.И. Химия океана. Л., Гидрометеиздат, 1984.– 345 с.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТА ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКА)

*Витченко А. Н., д.г.н., профессор  
Белорусский государственный университет*

Изучение климатических характеристик города Витебска выполнялось на основе среднесуточной метеорологической информации по данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Республики Беларусь за период 1980-2013 гг.

Анализ основных климатических показателей Витебска показал, что температура воздуха в городе отличается значительной временной изменчивостью и устойчивой тенденцией к повышению ее средних годовых значений. Наиболее низкая средняя годовая температура воздуха за рассматриваемый период была в 1987 г. (3,6 °С), максимальная – в 1989 (7,7 °С). Максимальная средняя месячная температура воздуха в основном наблюдалась в июле, минимальная – в январе-феврале. Относительная влажность воздуха в Витебске характеризуется незначительной временной изменчивостью и устойчивой тенденцией к уменьшению ее средних годовых значений. Максимальные значения средней годовой относительной влажности воздуха в рассматриваемый период наблюдались в 1982 г. и 1989 г. и составили 79,6 %, а минимальные – в 2002 г. – 73,3 %. Относительная влажность воздуха имеет достаточно выраженный годовой ход с минимумом в весенние месяцы (апрель - май), и максимумом – в осенне-зимний сезон года (ноябрь-январь). Скорость ветра характеризуется умеренной временной изменчивостью и устойчивой тенденцией к ее снижению. Средняя годовая скорость ветра изменялась от 3,5 м/с в 1990 г. до 1,8 м/с в 2009, 2010 и 2013 гг. Скорость ветра имеет относительно плавный годовой ход. Максимальная скорость ветра в основном характерна для осенне-зимнего сезона, минимальная наблюдается весной и особенно летом. Среднее годовое атмосферное давление воздуха в Витебске характеризуется незначительной межгодовой изменчивостью и небольшой тенденцией к понижению. В годовом ходе атмосферного давления воздуха его более высокие значения, как правило, отмечаются зимой, более низкие – летом. За период 1980-2013 гг. наиболее низкое среднее годовое атмосферное давление наблюдалось в 1983 г. (992,4 гПа), наиболее высокое – в 1984 г. (997,5 гПа). Атмосферные осадки характеризуются значительной временной изменчивостью и тенденцией к увеличению их годового количества. В среднем за этот период их минимум наблюдается в зимние месяцы, максимальное количество приходится на летние месяцы, достигая максимума в июле. В экстремальные годы годовой ход атмосферных осадков имеет более сложный характер. Годовое количество атмосферных

осадков варьировало от 550,6 мм в 2000 г. до 959 мм в 2012 г. Облачность в городе характеризуется незначительной временной изменчивостью. В годовом ходе облачности минимум приходится на теплый период года (май-август), максимальные значения отмечаются в ноябре-декабре. Но в отдельные экстремальные годы он имеет более сложный вид. Наблюдаются месяцы, когда не бывает ни одного ясного дня. Средняя годовая облачность за рассматриваемый период изменялась от 3,1 балла в 2013 г. до 7,7 балла в 1990 г и 2008 г.

Анализ эколого-климатических показателей комфортности климата в Витебске, полученных с помощью ГИС «ГОКК» показал, что на протяжении исследуемого периода 1980-2013 гг. в Витебске отмечается устойчивая тенденция к повышению количества дней с нормально эквивалентно-эффективной температурой воздуха от 17 до 21°C; среднемесячной температуры воздуха в июле и январе; незначительное увеличение количества душных дней; продолжительности комфортного периода эксплуатации жилых сооружений, повышение интегрального показателя комфортности климата (рис. 1).

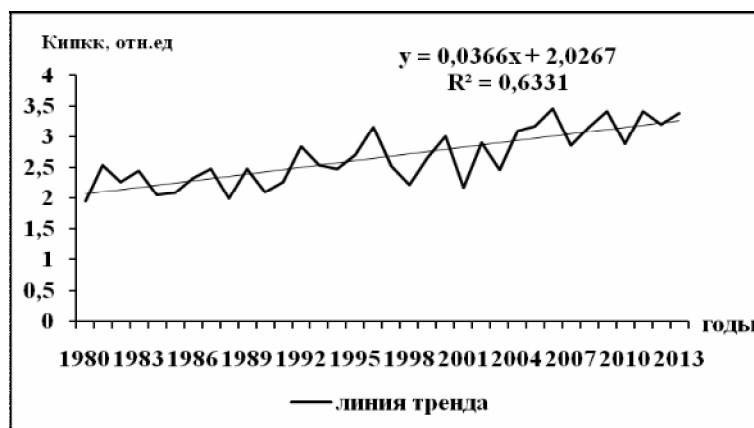


Рисунок 1 – Інтегральний показник комфортності клімату ( $K_{ипкк}$ ) в Витебську за період 1980-2013 гг.

Тенденція к зниженню характерна для: продовжителі періоду с индексом холодового стресса по Хиллу  $\geq 4,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{с}$ ; количества случаев с контрастными изменениями погоды; климатического потенциала самоочищения атмосферы; количества дней: с межсуточным изменением атмосферного давления  $\geq 9 \text{ гПа/сут}$ , относительной влажностью воздуха  $\geq 80 \%$ , с температурой воздуха  $\leq -10 \text{ }^\circ\text{C}$ , дискомфортными значениями облачности  $\geq 6$  баллов, со скоростью ветра  $\geq 5 \text{ м/с}$ , осадками  $\geq 1 \text{ мм}$ .

В Витебске в 1980-2013 гг. преобладали умеренно комфортные (45 %) и мало комфортные (36 %) климатические условия. Комфортные климатические условия наблюдались в 2006 и 2013 гг. Комфортность климата в Витебске отличалась умеренной межгодовой изменчивостью и характеризуется устойчивой тенденцией повышение уровня комфортности климатических условий для жизнедеятельности его населения.

## ЗМІНИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ В МАЙБУТНЬОМУ

*Волошина О.В., к. геогр. н.,*

*Одеський державний екологічний університет*

В даний час існують досить обґрунтовані затвердження про зміну клімату в глобальному і регіональному масштабах. Зміни і мінливість клімату мають багато потенційних серйозних проявів в економіці і соціальній сфері, з часом їх повторюваність і інтенсивність буде тільки зростати. За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) загальні втрати в економіці в результаті погодніх і кліматичних явищ в світі становлять сотні млрд. доларів США.

В міжнародних, урядових і наукових співтовариствах чітко виявляється розуміння необхідності врахування зміни і мінливості клімату при стратегічному плануванні сталого розвитку і функціонування різних технічних і екологічних систем. Ця задача може бути вирішена на основі кліматичного прогнозу.

Вплив очікуваних змін клімату на різні галузі економіки має позитивні і негативні прояви практично у всіх секторах, особливо там, де існує потреба у великих об'ємах паливно-енергетичних ресурсів. Відомо, що приблизно 40% енергії, що виробляється в Україні, витрачається у житлово-комунальному господарстві. Дуже ефективним заходом збереження паливно-енергетичних ресурсів є впровадження нових енергозберігаючих технологій, використання кліматичного ресурсу – інформації про атмосферу, її тепловий стан.

В даному дослідженні було опрацьовано один із сценаріїв Representative Concentration Pathways, а саме RCP-4,5, використаний в рамках програми проекту Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 (CMIP5) Всесвітньої програми досліджень клімату (World Climate Research Programme). Траєкторії RCP-4.5 прогнозують стале зростання радіаційного впливу протягом XXI століття зі значеннями у 2100 році близько  $4,5 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$  відповідно і подальшу стабілізацію цих значень після 2100 р. по відношенню до доіндустріального значення.

Зробивши розрахунок прогностичних даних з 2011 по 2050 роки по 32 станціям України за сценарієм RCP-4,5, було знайдено дати початку (ПОП) та кінця (КОП) опалювального періоду, розглянуто динаміку змін тривалості опалювального періоду (ТОП) та градусо-днів опалювального періоду (ГДОП), для більш наочного прикладу було побудовано карти та графіки.

Аналізуючи зміни ТОП та ГДОП за сценарієм RCP-4,5 за представлений період, важливо відмітити те, що ТОП та ГДОП на

більшості території України має рівномірний зональний розподіл і лише в деяких регіонах, зокрема в районі Подільської височини, має меридіональний характер, та замкнені ізолінії.

Північні регіони найбільш піддані до впливу змін температури, так наприклад, ТОП на ст. Семенівка в середньому зменшується з 206 до 199 за періоди 2011-2031 та 2031-2050 роки відповідно. В середньому ж ТОП по території України зменшується на 8 діб, з 188 до 180 за періоди 2011-2031 та 2031-2050 відповідно.

Схожа ситуація спостерігається у зв'язку зі зміною ГДОП, в середньому зменшується на 90°C-діб, з 3283 до 3193°C-діб за періоди 2011-2031 та 2031-2050 роки відповідно.

Але слід відмітити те, що згладжування даних при побудові карт не відображає окремі аспекти в зміні суровості зим, так наприклад, на ст. Херсон з 2041-42 роки ТОП становить 177 діб, при ГДОП 3170°C, а 2046-47 роках, при такому ж ТОП, ГДОП дорівнює 2754°C. А на ст. Чернігів, на фоні глобального підняття температури, при ТОП 213 діб, суворість зими 2038-39 років характеризується ГДОП 4292 °C, такі дані здобуто з урахуванням середньої температури -10,3°C в березні 2039 року. Що підтверджує збільшення ймовірності виникнення днів з екстремальними температурами, та зменшення періоду між переходом від відносно теплого до більш холодного ОП.

Проаналізувавши ряди даних тривалості опалювального періоду на станції Дніпропетровськ за 49 років (2011-2050 рр.) максимальна тривалість опалювального періоду складає – 203 днів; мінімальна – 151 дні. Середня тривалість опалювального періоду складає 181 днів. Згідно розрахованих даних по сценарію RCP-4.5, ТОП на території міста буде зменшуватись в середньому на 0,4 діб. Відповідно з 2011 по 2050рр. буде зменшуватись й суворість зим в середньому на 6,9°C щорічно. Максимум градусо-діб складає 3978,3°C-діб, мінімум – 2318,7°C-діб. Середнє значення градусо-діб становить 3198°C-діб.

В даній роботі проведені дослідження економічних ризиків, що виникають внаслідок зміни середньої тривалості опалювального періоду та ризиків, що виникають в результаті різниці між реальною ТОП та ТОП за «наказом» місцевих комунальних служб. На основі отриманих даних пропонується проводити наступні роботи з підвищення енергозбереження: енергоаудит підприємств; організацію обліку енергоресурсів; організаційні роботи, що служать для розвитку рівня технічного обслуговування обладнання; модернізацію маловитратних робіт та технологічних робіт; впровадження нового менш енергоємного обладнання, і досконаліх технологій.



## СУЧАСНА ДИНАМІКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ СХІДНО-ЄВРОПЕЙСЬКОГО РЕГІОНУ В ОСНОВНІ ТА ПЕРЕХІДНІ СЕЗОНИ РОКУ

*Гончарова Л.Д., к. геогр. н., доцент,  
Косолапова Н.І., аспірант,  
Лютенко П.С., магістр, Климюк В.І., магістр  
Одеський державний екологічний університет*

Сучасний стан режиму тепла та вологи будь-якої території і особливо прогнозування тенденцій їх змін на майбутнє є досить актуальними проблемами кліматології.

Вивчення сучасних коливань клімату має не тільки велике наукове, але й практичне значення, оскільки це призводить як до сприятливих, так і до несприятливих соціально-економічних наслідків.

Дослідження останніх десятиріччя вказує на те, що зміни регіонального клімату відбуваються досить швидко і є інтегральним відбиттям взаємодії всіх ланок кліматичної системи нашої планети.

Оскільки особливо суттєві зміни клімату за останні десятиріччя спостерігаються у помірних широтах Північної півкулі, тому розглядалась територія в секторі 40-60° півн. ш. та 20-44° сх. д.

Для реалізації поставлених наукових задач були використанні середньомісячні значення температури повітря та атмосферного тиску біля поверхні землі в 144-х вузлах регулярної сітки точок 2°×2° реаналізу даних «ERA-INTERIM» за період з 1979 по 2013 рр. за всі місяці основних та перехідних сезонів року.

Температура повітря, як одна з основних метеорологічних величин, визначає характер та режим погоди, впливає на життєдіяльність людини. Найбільш загальною характеристикою температурного режиму є середня річна температура повітря. Вона доповнюється середніми місячними значеннями, які дозволяють оцінити її річний хід, час настання максимуму і мінімуму, амплітуду коливань температури та аномальні відхилення її значень від багаторічного середнього значення.

Тому спочатку для вказаної території були визначені середні значення для цієї кліматичної характеристики за вказаний багаторічний період та середні значення за окремі десятиріччя: 1981-1990 рр., 1991-2000 рр. і 2001-2010 рр.

На другому етапі дослідження визначались аномалії середньомісячної температури повітря біля поверхні землі як різниця значень середніх за період 1979-2013 рр. та середніх за певне десятиріччя. Від'ємні аномалії температури вказують на зростання середньомісячної температури в окремих регіонах, а додатні – навпаки.

Територія Східно-Європейського сектору характеризується різноманітними температурними умовами, але розподіл температури повітря біля поверхні землі орієнтований у напрямку переважаючої маси. На заході він має меридіональний напрямок, на півдні – широтний, у центральних районах сектору, що досліджується – проміжний напрямок, залежний від потужності циркуляції атмосфери, радіаційного режиму у визначений сезон року, а також особливостей фізико-географічних умов. Вплив кожного з них протягом року є складним і різноманітним, що спричиняє значні температурні контрасти на території Східно-Європейського регіону.

Дослідження динаміки температурного режиму, яке проведено за багаторічними даними різних періодів осереднення, свідчать про неоднозначність цих змін в різні пори року і в різних районах сектору дослідження наприкінці XX-го та на початку XXI-го століть.

Співставлення багаторічних режимів температури повітря в січні та липні за різні періоди осереднення свідчать про те, що внесок змін температур цих місяців у зміни континентальності клімату в різних частинах сектору неоднозначний.

Аналіз динаміки температурного режиму за зимовий сезон дозволяє стверджувати, що від першого до третього десятиріччя температура повітря біля поверхні землі майже на всій території зросла у середньому на 1 °С.

У літній сезон на протязі трьох окремих десятиріч середньомісячна температура повітря на більшій частині території зросла у порівнянні з багаторічним режимом; найвищі температурні аномалії спостерігалися у третьому десятиріччі (до -2,0 °С).

Аналіз динаміки температурного режиму у весняний та осінній сезони за три десятиріччя показує, що температура повітря біля поверхні землі зростала майже по всьому Східно-Європейському секторі (особливо це відчутно в період 2001-2010 рр.).

Проаналізувавши і порівнявши багаторічні поля температури повітря за два перехідні сезони, можна сказати, що весняний сезон періоду 1979-2013 рр. відбулось підвищення температури повітря в північних регіонах України. Порівнявши осінній сезон періоду 1979-2013 рр. з кліматичною нормою можна констатувати, що температура повітря біля поверхні землі на території України залишається в межах норми.

Використання достатньо великої кількості даних за декілька останніх десятиліть дозволило побудувати вірогідні статистичні моделі у вигляді карт розподілу основної кліматичної характеристики, які на наш погляд, більш детально представляють динаміку температурного режиму Східно-Європейського регіону у порівнянні з опублікованими раніше картами провідних науковців.

**ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗМІНИ  
КЛІМАТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ  
НАПРИКІНЦІ ХХ ТА НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТЬ**

*Гончарова Л.Д., к.геогр.н., доцент, Черниченко А.В., магістр  
Одеський державний екологічний університет*

Клімат України, як і взагалі клімат Землі, на цей час знаходиться в стадії змін. Їх ми відчуваємо з року в рік у вигляді рекордних посух, спекотних днів, значних атмосферних опадів, наводнень та ін.

Просторово-часовий розподіл кліматичних ресурсів на території України (ів тому числі середньої місячної температури повітря) зумовлений географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери та підстильною поверхнею. Вплив кожного з них протягом року не рівнозначний, що спричиняє значні температурні контрасти.

Клімат сучасної епохи встановлено на основі статистичної обробки інструментальних метеорологічних спостережень, що проводяться системою світових кліматичних станцій. Але кліматичні умови постійно змінюються і особливо це стало відчутно наприкінці ХХ-го та початку ХХІ-го століть. Ці зміни характеризуються зростанням глобальної температури повітря та збільшенням випадків кліматичних аномалій.

Атмосферна циркуляція є головним проявом зміни клімату, тому що охоплює всі складові погодних умов. Зміна поля атмосферного тиску впродовж ХХ-го століття характеризується зміною синоптичних процесів, які активізувалися в останні десятиріччя (особливо це відчутно у зимовий період). Відмінність сучасної циркуляції атмосфери від циркуляції початку ХХ-го століття полягає у переміщенні центрів дії атмосфери на схід у межах 20 градусів. У наступні десятиріччя ХХ-го століття і до сьогодні атмосферна циркуляція суттєво змінювалась, що призвело до нестійкого температурно-вологісного режиму Східно-Європейського регіону.

Протягом останніх декількох десятиріч у часово-просторових розподілах багатьох метеорологічних величин та гідрометеорологічних параметрів простежуються істотні варіації, які переважна більшість вчених на сьогодні вважають проявом змін клімату. Незважаючи на те, що найяскравіше вони простежуються для часового ряду середньої глобальної температури, в останні роки багато уваги приділяється також і зміні режиму опадів над різними регіонами Земної кулі.

Опади відносяться до найбільш мінливих метеорологічних величин як у просторі, так і за часом. У загальному випадку фактори, що призводять до опадоутворення дуже різноманітні, але їх можна розподілити на дві групи: внутрішні та зовнішні. До внутрішніх факторів відносять процеси, які безпосередньо обумовлюють формування опадів різного виду, тобто мікрофізична будова, вертикальна потужність хмар, швидкість падіння

частинок та ін. Оскільки ці процеси, в свою чергу, є результатом дії інших більш макромаштабних процесів, їх називають зовнішніми факторами.

Як відомо, перенесення повітряних мас пов'язане з циклонічною діяльністю і основна кількість опадів випадає з фронтальних хмар. Зимом їх випадіння найчастіше пов'язано зі середземноморськими циклонами, які переміщуються у північному та північно-східному напрямках. Вплив середземноморських циклонів спостерігається майже на всій території України. Більшість атлантичних циклонів переміщуються північніше і рухаються за зональними траєкторіями з заходу на схід. Південні ділянки цих циклонів охоплюють усю Україну і зволожують її територію. Цікавим є той факт, що в регіонах, які розташовані близько один від одного і характеризуються майже однаковим температурним трендом в останні десятиріччя, зміни у режимі опадів не завжди співпадають, а в деяких випадках навіть істотно відрізняються. Інакше кажучи, регіональні особливості змін клімату можуть проявитися як у температурному тренді, так й у тренді опадів.

Тому метою даної роботи є комплексне статистичне дослідження для з'ясування сучасних просторово-часових змін кліматичних ресурсів окремих регіонів України наприкінці ХХ-го та на початку ХХІ-го століть.

Для районування території України за однорідними ознаками до місячної кількості опадів застосовувався алгоритм кластерного аналізу, який було реалізовано за допомогою комп'ютерної програми «Cla2003». Дослідженню підлягало 40 довгорядних станцій України за кліматичний період з 1961 по 2005 рр. (для теплого періоду) та з 1962 по 2006 рр. (для холодного періоду). Результати реалізації алгоритму кластерного аналізу «УАІМКА» дали змогу провести розбиття території України на однорідні класи за розподілом місячної кількості опадів у теплий (квітень-жовтень) та холодний (листопад-березень) періоди.

За допомогою простого ковзного осереднення була отримана детермінована основа середнього вектора кожного з отриманих кластерів, яка є складною у кожному з них і потребує детального аналізу.

У теплий період територія України за особливостями формування атмосферних опадів була поділена на п'ять основних регіонів: (1) – південно-західний; (2) – західний та північно-східний; (3) – північний та центральний; (4) – південний; (5) – східний та південно-західний.

У холодний період розподіл опадів за 4-ма кластерами спрощується, і він має тенденцію змін у напрямку з північного заходу на південний схід.

Отримане районування території за кластерами, по-перше, уточнює загальний кліматичний розподіл опадів по території України за теплий та холодний періоди і, по-друге, відділяє зони з різними характерними типами погоди при випадінні опадів по регіону, що досліджувався.

## ОЦІНКА ПОВТОРЮВАНOSTІ ВІДКЛАДЕНЬ ОЖЕЛЕДІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ В УМОВАХ СУЧАСНОГО КЛІМАТУ

*Гребенюк Н.П., мол.н.с.*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України*

Тенденції, що спостерігаються в зміні гідрометеорологічних величин за останні 15 років вказують на прискоренні процесу потепління. На території України глобальне потепління проявляється здебільше у підвищенні температури повітря особливо взимку, що зумовлене частотою відлиг та їх тривалістю, і як наслідок зміна розподілу кількості випадків з ожеледдю та їх інтенсивності, що відбувається при значній різниці температур, яка виникає при різкому потеплінні або різкому похолоданні.

У зимовий період спостерігається основна кількість випадків з відкладеннями ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка. Тому було доцільно розглянути температурний режим в окремі зимові місяці на фоні якого відбувалися ці явища.

Січень є визначальним місяцем для зимового періоду. Порівняно з кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр) в останні 15 років нового тисячоліття січень значно потеплішав. Отримані результати ще раз підтвердили підвищення температури повітря, особливо у північних, східних та центральних районах країни, які перевищують 2 оС. На решті території аномалії перевищують 1 оС.

За період 2001-2015 рр. додатні аномалії лютого відносно кліматологічної стандартної норми дещо менші ніж у січні. На півночі, північному сході та центральних районах їх величина не перевищує 1.1-1.3°С. Дедалі частіше саме лютий в окремі роки починає відповідати своїй назві, як найхолодніший місяць року. Таким за останні роки нового тисячоліття був лютий 2003, 2005, 2006, 2011, 2012 рр. зі значною від'ємною аномалією.

Найменше підвищення температури відмічається у грудні. Додатні аномалії на всій території України не перевищують 1оС, лише на півдні Одеської області аномалія складає більше 1.2 оС.

Такі температурні аномалії створюють певні умови для утворення ожеледі та її розповсюдження. Порівнюючи різницю середньої кількості випадків ожеледі на дротах ожеледного станка у сучасний період відносно кліматологічної стандартної норми у окремі зимові місяці прослідковується значне збільшення осередків ожеледі саме у січні, який зазнав найбільших температурних змін до потепління у порівнянні з іншими зимовими місяцями.

Враховуючи увесь ожеледо-паморозевий період (I, II, III, IV, X, XI, XII місяці) протягом 2001-2015 рр. відмічено, що при сучасних змінах клімату на початку XXI ст. спостерігається незначне зменшення середньої

кількості випадків ожеледі на всій території України, але це не виключає існування окремих осередків до збільшення окремі місяці. Більш помітне таке зменшення на заході (Волинській, Львівській областях), в центральних областях (Київській, Черкаській, Кіровоградській, Дніпропетровській, Полтавській), південних (Одеській, на заході Миколаївської областях), а також на сході (Харківській, Луганській областях). Рис.1

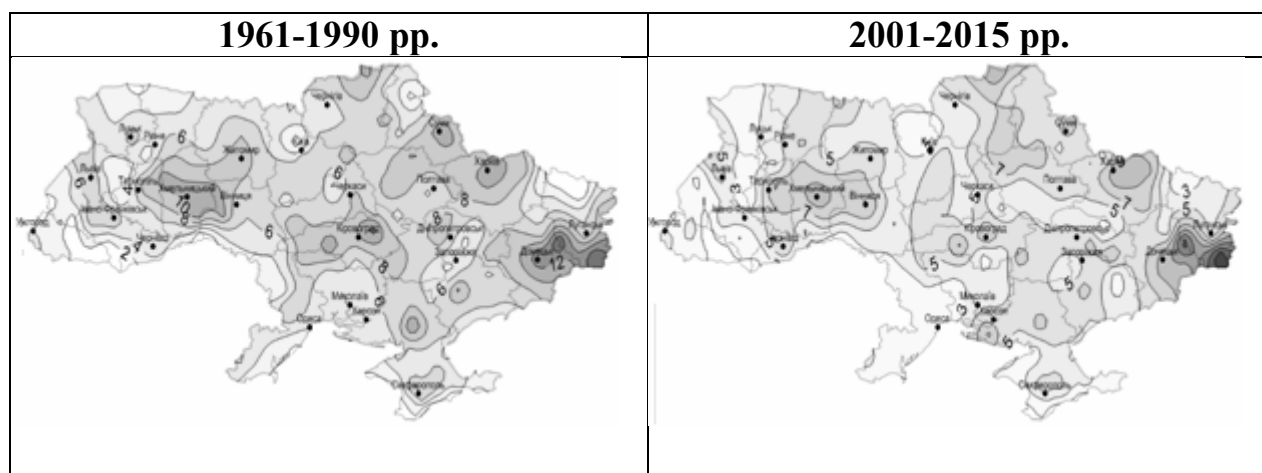


Рисунок 1 Середня кількість випадків ожеледі на дротах ожеледного станка за рік з урахуванням усьогоожеледо-паморозєвого періоду (I, II, III, IV, X, XI, XII місяці) протягом 1961-1990 та 2001-2015 рр.

При вивченні такого явища, як ожеледь доцільно було розглянути випадки які відносяться до категорії небезпечні явища (НЯ-діаметром 6-19 мм) і можуть виявляти певну загрозу для господарства країни. Відкладення ожеледі категорії НЯ нерівномірно розповсюджуються не тільки на території України у межах кожної окремо взятої області, а й істотно змінюється від місяця до місяця та з року в рік.

За період 2001-2015 рр саме у січні відзначається найбільша повторюваність ожеледі категорії НЯ (33 % від загальної кількості) у порівнянні з періодом 1961-1990 рр. (23%). Зменшення повторюваності у лютому до 20% (відносно 25), жовтні 2% (відносно 5%) та листопаді до 8%(відносно 13%). Повторюваність випадків з ожеледдю категорії НЯ у березні та грудні залишилася не змінною.

Доцільність подальших досліджень треба розглядати як напрямок, що дозволяє вивчити наслідки змін клімату та визначити зменшення чи збільшення повторюваності небезпечних явищ таких, як ожеледь та інші.

Подальший розвиток потепління глобального і регіонального клімату в свою чергу може призвести до порушення кліматичної рівноваги. Це сприяє виникненню нових непередбачених кліматичних загроз, які можуть завдати значних економічних збитків.

## ОСОБЛИВОСТІ МІНЛИВОСТІ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ГЛОБАЛЬНОГО МАСШТАБУ (КЛІМАТУ) ПРИ ЗМІНІ ГЕОФІЗИЧНИХ УМОВ (ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ ТА ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ НАВКОЛО СВОЄЇ ОСІ) ПЛАНЕТИ

*Доля В.Д., здобувач кандидата географічних наук  
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України*

Широтна зональність планети фактично проявляється у всіх її сферах: літосфері, гідросфері, атмосфері [2, 4, 6]. У дослідженні обґрунтовується, що причина виникнення такої будови є обертання планети навколо своєї осі, завдяки чому складова сили відцентрової в силі ваги змінюється по широті, в площині перпендикулярній до осі обертання планети. Таким чином формується мінливість гравітаційного поля планети по широті, яке в свою чергу формує баричне поле Землі.

Атмосферні процеси мають чітку сезонну мінливість, яка співпадає з сезонною мінливістю Нової Глобальної Моді Геодеформацій (НГМГ) – в кінці січня – лютому та кінець липня – серпні, досягають максимального розвитку та починають змінюватись в протилежному напрямку.

Океанічні процеси змінюються на місяць пізніше – в кінці лютого та серпні досягають максимального розвитку та починають змінюватись в протилежному напрямку у березні та вересні.

У північній півкулі, в кінці травня, баричне поле перебудовується та відбувається зміна сезонної циркуляції в атмосфері на літню, а в кінці листопада – на зимовий тип циркуляції [3]. Саме у ці періоди (травень-червень, листопад-грудень) у НГМГ відбувається зміна знаків деформації між півкулями [8].

Циркуляція атмосфери на Землі має певний набір чітких схем, які синхронно міняють один одного на всій планеті [1].

Максимальна повторюваність зимових груп циркуляції приходить на першу декаду лютого, а літніх груп циркуляції - на початок третьої декади липня [5].

Тривалість річного ходу відношення діяльності зональних і меридіональних елементарних циркуляційних механізмів також має сезонну мінливість - мінімум відношення припадає на лютий, а максимум - на липень [7].

Збільшення і зменшення кількості крижаного покриву на полюсах Землі відбувається після зміни циркуляційного сезону в атмосфері і Океані, а не після зміни кількості припливу сонячної радіації (літнього та зимового сонцестоянь).

Сезонна мінливість швидкості обертання Землі навколо своєї осі ( $\omega$ ) та циркуляційних сезонів по типізації Б. Л. Дзердзеевського синхронно

змінюються. Кожному сезонному зміні  $\omega$  відповідає свій циркуляційний сезон в атмосфері.

Зимовий і літній максимуми  $\omega$  не виділені в типізації Б. Л. Дзердзеевського певними сезонами. Але дані періоди збігаються з «періодами зміни основних трендів» в загальній циркуляції атмосфери, це закінчення зимових циркуляційних процесів (третьа декада січня - лютий) і літніх циркуляційних процесів (третьа декада липня - серпень).

Пропонується в планетарної циркуляції виділити ще два особливо важливих циркуляційних періоду: закінчення зимових та літніх циркуляційних процесів. Ці періоди повністю збігаються з глобальними геофізичними і атмосферними процесами, які характеризують зміну основних сезонних циклів на Землі у всіх її геосферах.

Об'єднуючими силами для планетарних процесів є мінливість швидкості обертання Землі навколо своєї осі, деформація форми геоїда і мінливість гравітаційного поля планети, коливання яких призводять до зміни циркуляції світового океану і загальної циркуляції атмосфери, тобто формують клімат планети.

#### Список використаної літератури

1. Дзердзеевский Б. Л., Курганская З. М., Витвицкая З. М. Типизация циркуляционных механизмов в Северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Труды НИУ ГУГМС. Гидрометеиздат. 1946;
2. Докучаев В.В. К учению о зонах природы // Избранные труды. Издательство академии наук СССР, М.1949, С. 486;
3. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому / отв. ред. А.Б. Шмакин; Российская акад. наук, Ин-т географии. – М.: Воентехиниздат, 2009. 372 с.;
4. Личков Б.Л. О чертах симметрии Земли, связанных с ее гравитационным полем, тектоникой и гидрогеологией.- Земля во вселенной.- М. Мысль.- 1964.- С. 156-171;
5. Савина С.С., Хмелевская Л.В. Динамика атмосферных процессов Северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований. № 9. М., 1984. 146 с.;
6. Стовас М. В. Теория критических параллелей и общая циркуляция атмосферы // Избранные труды. – Москва, 1975. – Ч. 1. – С. 111-120;
7. Циркуляционные механизмы современных колебаний климата / Под ред. К.В. Кувшиновой. М.: Наука, 1987. 192 с.;
8. A New Global Mode of Earth Deformation: Seasonal Cycle Detected, Science 14 December 2001: Vol. 294. no. 5550, pp. 2342 – 2345 DOI: 10.1126/science.1065328.



## ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ В БАСЕЙНІ ПІВДЕННОГО БУГА В УМОВАХ СУЧАСНОГО КЛІМАТУ

*Кіптенко Є.М., к.г.н., Козленко Т.В.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Вміст водяної пари сильно змінюється залежно від циркуляційних процесів, фізико-географічних умов місцевості, пори року, вологості ґрунту, наявності джерел випаровування та інших місцевих чинників. Найбільше вологи міститься в повітрі, що надходить в Україну із Середземного моря та Атлантичного океану. Повітряні маси, що переміщуються з Арктики, мають низький вміст вологи. Вміст вологи в 7-кілометровому шарі повітря над Україною становить у середньому за рік  $15 \text{ кг/м}^2$  та змінюється протягом року від 9 взимку до  $27 \text{ кг/м}^2$  влітку[1,2]. Парціальний тиск водяної пари в басейні Південного Бугу в середньому за рік змінюється незначно. У верхньобузькому районі він становить 9,2гПа (Хмельницький, Хмільник), середньобузькому районі змінюється від 9,1гПа (Кропивницький) до 9,7гПа (Гайворон). Найбільші значення (9,9гПа) парціального тиску водяної пари відмічаються на півдні нижньобузького району (Вознесенськ, Миколаїв). Зміна парціального тиску водяної пари насамперед залежить від температури повітря, і чим вища температура повітря, тим більша кількість водяної пари знаходиться в повітрі. Протягом року парціальний тиск водяної пари змінюється паралельно ходу температури повітря, має чітко виражений річний хід і збільшується від зими до літа.

Взимку в зв'язку з низькими температурами повітря значення парціального тиску водяної пари мінімальні за рік і в середньому за місяць становлять у верхньобузькому районі 4,0-5,0гПа (Хмельницький, Хмільник, Вінниця, Жмеринка), середньобузькому - 4,0-5,0гПа (Гайсин, Жашків, Умань, Новомиргород, Звенигородка, Кіровоград, Гайворон, Помічна), нижньобузькому районі - 4,7 – 5,6гПа (Вознесенськ, Миколаїв).

Підвищення температури повітря весною і пов'язане з ним випаровування з вологого після зими ґрунту зумовлює підвищення парціального тиску водяної пари. З лютого до березня він збільшується на 1,2гПа, а з березня до квітня на 2,4гПа. Найінтенсивніше підвищення парціального тиску водяної пари спостерігається з квітня до травня і з травня до червня (на 3-4гПа).

Влітку відношення між ходом температури повітря та вологістю повітря проявляються виразніше. Парціальний тиск водяної пари різко збільшується, особливо в липні (до 16,0-17,0гПа).

Восени загальна вологість повітряних мас нижніх шарів атмосфери дещо більша, ніж весною, коли більша частина тепла витрачається не на випаровування, а на нагрівання ґрунту. У період з вересня до грудня температура повітря в містах знижується щомісяця приблизно на  $4,5-6,7^{\circ}\text{C}$ , що призводить до зниження парціального тиску на  $2,2 - 2,5\text{гПа}$ .

Відносна вологість найбільше відображає мінливість вмісту вологи в повітрі в часі та просторі. Розподіл її по території визначається температурним режимом та надходженням вологи в атмосферу, а також на неї істотно впливає підстильна поверхня.

Взимку відмічається найменша мінливість відносної вологості. У цей час середня місячна відносна вологість досягає найбільших значень і дорівнює в середньому за сезон  $84 - 87\%$ . Амплітуда коливань по всьому басейну складає  $1-2\%$ . Найвищі середні значення відносної вологості спостерігаються в грудні. У верхньобузькому та середньобузькому районах вона змінюється від  $85$  (Жмеринка, Гайворон) до  $89\%$  (Хмельницький, Помічна, Долинська). Незначне зниження відносної вологості повітря відмічається в нижньобузькому районі: від  $84$  (Вознесенськ) до  $87\%$  (Миколаїв).

Важливою характеристикою клімату є дефіцит насичення водяної пари.

Зимою, в умовах значної хмарності, частих опадів і майже повної відсутності випаровування, повітря, в якому знаходиться водяна пара, близьке до стану насичення.

Весною з підвищенням температури повітря дефіцит насичення водяної пари дуже швидко росте, особливо вдень. Найбільше його зростання (на  $2,5 - 3,3\text{гПа}$ ) спостерігається по території всього басейну від березня до квітня (особливо інтенсивно воно у нижньобузькому районі).

У літні місяці дефіцит насичення водяної пари стає найбільшим (особливо у липні, інколи серпні). У північній частині басейну він становить  $7,1 - 10,9\text{гПа}$ , на півдні -  $11,5 - 13,8\text{гПа}$ . Найбільших значень ( $12,8 - 14,0\text{гПа}$ ) влітку дефіцит насичення досягає в жарких і посушливих районах Миколаївської області.

Восени разом зі зниженням температури повітря відбувається і зниження дефіциту насичення.

### ***Список використаної літератури***

1. Глобальные и региональные изменения климата Киев, Ника-Центр, 2011, с.184-197.
2. Клімат України /за редакцією В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко/ –видавництво Раєвського, Київ, 2003. – 343с.

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЗАМОРОЗКІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

**Клок С.В.**, к.г.н., с.н.с.

*Український гідрометеорологічний інститут*

Наслідками глобальних змін клімату являються, у тому числі, перерозподіл, збільшення повторюваності та інтенсивності небезпечних явищ погоди, які безпосередньо впливають на життєдіяльність людини [6]. Тому останні десятиліття вимагають від науковців проведення невідкладного, швидкого та поглибленого аналізу даних спостережень з метою відпрацювання конкретних ефективних управлінських рішень. Серед небезпечних явищ погоди заморозки посідають значне місце, адже, на фоні глобального потепління, відповідно, зміщення термінів виникнення, їх негативний вплив може підсилюватись [1-3].

Відомо, що екстремуми температури повітря є набагато інформативнішими характеристиками термічного режиму атмосфери, ніж осереднені її значення [4]. В роботі використано дані спостережень за мінімальною температурою повітря – проведено аналіз днів зі значеннями, нижче 2°C, по 186 станціях України за період з 1991 по 2014 роки.

Очевидно, що найбільш негативного впливу від заморозків зазнає сільське господарство – явище може призводити до суттєвого зниження урожайності або ж до загибелі овочевих, плодових та ін. культур. Рис.1 демонструє збільшення на території України впродовж останнього десятиріччя посівних площ озимих [5], урожайність яких суттєво залежить від заморозків.

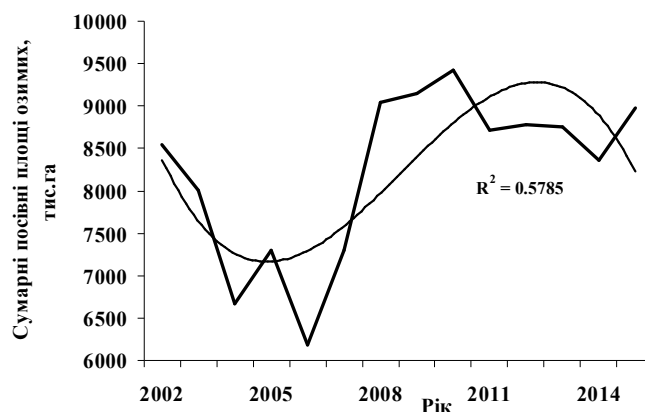


Рисунок.1 Сумарні посівні площі озимих (тис.га) по території України за період 2002-2015 рр. та їх апроксимація поліноміальним трендом.

Збільшення посівних площ озимих відбулося на заході та півдні країни, а також незначною мірою на території Вінницької, Дніпропетровської та Запорізької областей.

Проведений аналіз виявив динаміку змін кількості днів з температурою повітря, меншою  $2^{\circ}\text{C}$  у квітні, травні та вересні – рис.2.

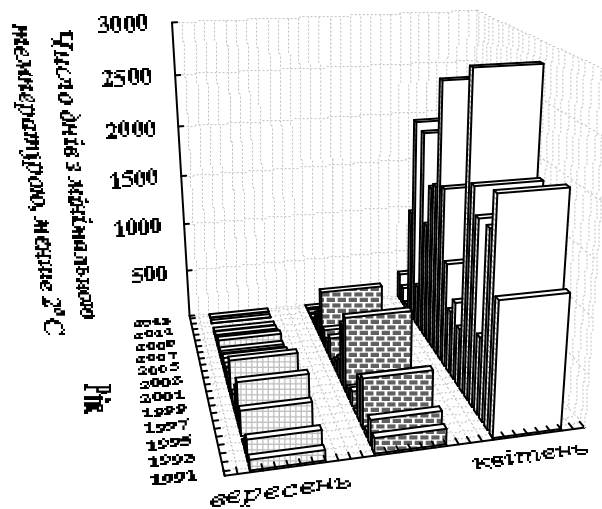


Рисунок 2 Динаміка кількості холодних днів (нижче  $2^{\circ}\text{C}$ ) по території України за період 2002-2015 рр. у вересні, травні та квітні місяці

Спостерігається тенденція зменшення кількості холодних днів у вересні місяці. Травень є нестійким перехідним місяцем, зі значною кількістю холодних днів - в окремі роки. У квітні кількість таких днів є стабільно високою, особливо на початку та в кінці місяця. Певне зменшення холодних днів у квітні спостерігалось в останні декілька років (2011-2013 рр.), що не може розглядатись як стійка тенденція.

### Список використаної літератури

1. Дати переходу температури повітря в Україні за сучасних умов клімату/ За ред. В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко // – К., 2010 – 304 с.
2. Кобзистий П.І. Особливості синоптичних процесів в Україні / П.І. Кобзистий // Навчальний посібник – К., 2002 – 88 с.
3. Осадчий В.І. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень/ В.І.Осадчий, В.М. Бабіченко, Ю.Б. Набиванець, О.Я. Скриник // – К., Ніка-Центр – 2013 – С.219-255.
4. Хромов С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов, М.В. Петросянц // – Издательство московського університета – 2001 – 528с.
5. [www.ukrstat.gov.ua/](http://www.ukrstat.gov.ua/)
6. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/>

## ЕКСТРЕМАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ І ОПАДІВ У КИЄВІ – ДОДАТКОВА ОЗНАКА ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ

*Косовець О.О.* директор Центральної геофізичної обсерваторії,  
*Доніч О.А.*, начальник відділу кліматології  
Центральної геофізичної обсерваторії

Клімат на Землі змінюється. Завдяки цілому спектру приладів для спостережень, як наземних так і супутникових, дослідники бачать ці зміни у дуже широкому ряді параметрів. Це локальні температури (приповерхневі, тропосферні, стратосферні), стан атмосфери (опаді, вологість, концентрація газів, аерозолі, вітри на різних висотах, циклонічна активність), стан океану (приповерхневі та глибинні температури, теплоємність океану, кислотність, хімічний склад, рівень моря), зміни у кріосфері (площа та товщина морського льоду, стан льодовиків та снігового покриву), біологічна активність (стан лісового покриву, планктонна активність океану, тощо).

Розробляються та постійно довершуються програми для чисельного моделювання, які дозволяють досліджувати причинно-наслідкові зв'язки та розраховувати так звані кліматичні проєкції (прогнози). Отримані дані та побудовані на їх основі кліматичні прогнози дозволяють зробити висновок, що зміни клімату, які ми спостерігаємо в останні десятиліття, відбуваються такими темпами, які точно не спостерігались за останні тисячі років, а в окремих випадках – десятки тисяч років (цілком ймовірно, що і більше, але надійних даних про швидкість змін у той період немає).

Підвищення екстремальності погодних умов, зокрема збільшення частоти перевищення минулих значень максимальної та мінімальної температури повітря (як добової, так і місячної) може ілюструвати табл.1. Для отримання цих результатів були використані дані по температурі повітря у Києві за кожен день, починаючи з 1881 року.

Таблиця 1. – Розподіл добових рекордів абсолютних мінімумів та максимумів температури повітря по кліматичних періодах у Києві станом на кінець 2016 року (за спостереженнями метеостанції ЦГО)

| Параметри           |                     | 1881-1900*  | 1901-1930   | 1931-1960  | 1961-1990  | 1991-2016*  | Загалом |
|---------------------|---------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|---------|
| Абсолютний мінімум  | число (%)           | 107 (28,5%) | 140 (37,4%) | 71 (18,9%) | 33 (8,8%)  | 24 (6,4%)   | 375**   |
|                     | у середньому за рік | 5,4         | 4,7         | 2,4        | 1,1        | 1,0         |         |
| Абсолютний максимум | число (%)           | 32 (8,4%)   | 68 (17,8%)  | 64 (16,7%) | 63 (16,5%) | 155 (40,6%) | 382**   |
|                     | у середньому за рік | 1,6         | 2,3         | 2,1        | 2,1        | 6,0         |         |

\* - кліматичні періоди коротші за 30 років;

\*\* - перевищує 365 днів, бо деякі рекорди повторюються у різні роки.

Як можна побачити, повторюваність перевищень попередніх рекордів екстремальних значень температури повітря протягом 136 років спостережень змінювалась майже у «дзеркальному» вигляді. В останні 20 років XIX ст. найбільшу повторюваність мали перевищення рекордів добового мінімуму (5,4 на рік), протягом XXст. та у першому десятиріччі XXIст. їх повторюваність знизилась до 1 рекорду на рік. В той же час повторюваність перевищення рекордів добового максимуму, яка до останнього десятиріччя XX ст. трималась майже на одному рівні (приблизно два випадки на рік) за останні 26 років виросла майже у 3 рази – в середньому 6 нових рекордів максимуму добової температури повітря за рік. У 2016 році у Києві було зафіксовано 33 рекорди добової температури повітря, усі в сторону підвищення, крім одного 21 липня, коли зафіксували найменше значення максимальної температури. Саме цей рекорд припинив серію із 90 рекордів, яка фіксувалась з 20 грудня 2014 року у Києві в сторону збільшення попередніх історичних значень.

Зміни екстремальних значень добової кількості опадів у різні кліматичні періоди може ілюструвати табл.2. Для отримання цих результатів були використані дані по кількості опадів у Києві за кожен день, починаючи з 1891 року.

Таблиця 2. – Розподіл добових рекордів максимумів кількості опадів по кліматичних періодах у Києві станом на кінець 2016 року (за спостереженнями метеостанції ЦГО)

| Параметри        |                     | 1891-1900* | 1901-1930  | 1931-1960  | 1961-1990   | 1991-2015* | Загалом |
|------------------|---------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|---------|
| Добовий максимум | число (%)           | 20 (5,5%)  | 72 (19,7%) | 78 (21,3%) | 106 (28,9%) | 90 (24,6%) | 366     |
|                  | у середньому за рік | 2,0        | 2,4        | 2,6        | 3,5         | 3,5        |         |

\* - кліматичні періоди коротші за 30 років;

Як видно з таблиці 2, збільшення екстремальних значень кількості опадів іде особливо помітно в останні півстоліття, починаючи з 1961 року, де їх повторюваність складає 3,5 на рік. За останні 26 років у столиці темпи росту максимальних значень кількості опадів також збільшуються, так як за неповний кліматичний період (26 років) вже спостерігаємо таку ж саму повторюваність екстремальних значень, як за попередній кліматичний період 1961-1990 рр (30 років).

Останнім часом ми спостерігаємо то періоди засухи, то періоди злив, що характерно для процесу глобального потепління. Опади особливо складні для довгострокового прогнозування.

Підсумовуючи, можна зробити такий висновок: глобальне потепління супроводжується суттєвим збільшенням частоти повторюваності екстремальних значень температури повітря і помітним збільшенням частоти максимальних добових значень опадів у Києві.

Можна з впевненістю стверджувати, що аналогічна картина спостерігається по всій території України.

## ХАРАКТЕР РОЗПОДІЛЕННЯ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ В ОДЕСЬКОМУ РЕГІОНІ НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

*Косолапова Н.І., аспірант*  
*Івус Г.П., к. геогр. н, професор,*  
*Гончарова Л.Д., к. геогр. н, доцент,*

*Одеський державний екологічний університет*

Як відомо, важливою складовою як глобального, так і регіонального клімату є атмосферні опади. Утворення і випадіння опадів в Україні – наслідок складних макроциркуляційних процесів, що визначають тепло- і вологообмін в атмосфері. Розподіл кількості опадів в окремих районах і, насамперед в Одеському регіоні, вказує на значну неоднорідність цього поля, зумовлену різними умовами опадоутворення.

Знання про атмосферні опади необхідні людству, щоб планувати роботу різних сфер господарської діяльності будь-якої країни. Це будівельна, комунальна сфери та потреби багатьох інших підрозділів, в яких необхідно враховувати кліматичні особливості при плануванні соціально-економічного розвитку регіону, при проектуванні промислового та житлового будівництва.

Атмосферні опади – частина кліматичних ресурсів, що найістотніше (поряд з температурою повітря) впливає на об'єкти сільськогосподарського виробництва і є важливим чинником для обґрунтування ведення і висвітлення систем землеробства, вегетації польових культур та ін. Сезонні особливості сільськогосподарського виробництва у поєднанні з агрометеорологічною та агрокліматичною інформацією свідчать про сталу потребу і сільського виробництва в ній.

Як свідчать результати досліджень багатьох науковців, не тільки за ХХ століття річна кількість опадів на території України нерівномірно змінювалася. Ці зміни спостерігаються і на початку ХХІ століття. Зіставлення тривалості періодів у змінах опадів на станціях, розташованих на значній відстані одна від одної, свідчать про загальні причини цих змін, якими можуть бути багаторічні цикли у змінах сонячної активності, вулканічної діяльності або коливань циркуляції атмосфери.

При вивченні ролі атмосферної циркуляції в формуванні температурно-вітрового режиму, а також режиму опадів необхідно враховувати як макромасштабну циркуляцію, так і регіональні процеси, які безпосередньо впливають на клімат відносно невеликої території.

Зміни температурно-вологісного режиму досліджуваної території добре узгоджуються зі змінами характеру циркуляції атмосфери в Атлантико-Європейському секторі. В останні декілька десятиріч відбулося зміщення на схід (до 20°) центрів дії атмосфери – Сибірського та

Азорського максимумів. Ці процеси зумовлюють додатні аномалії температури повітря у холодний період року та особливості режиму зволоження не тільки території України, а й окремих її областей.

Тому метою даного дослідження є визначення характеру розподілення атмосферних опадів на станціях Одеського регіону на початку XXI століття в умовах змінювання і коливання клімату.

Враховуючи практичну значущість прогнозування атмосферних опадів, доцільно було оцінити їх просторово-часове змінювання на території Одеського регіону, котрий, як відомо, є районом з недостатнім зволоженням, тобто спостерігається найбільша імовірність посушливих років. Тут випадає найменша в Україні кількість опадів за рік (400-500 мм) та на узбережжі – менше 400 мм.

Запропонований ВМО стандартний кліматологічний період 1961-1990 рр. дозволив виявити особливості змін як добових сум, так і місячної кількості атмосферних опадів на території Одеської області на початку XXI століття.

Особливості режиму зволоження Одеського регіону у періоди 2000-2009 рр та 2010-2015 рр. розглядалися для 10-ти станцій області за холодний і теплий періоди, рік та за кожний місяць окремо.

Для з'ясування характеру та закономірностей розподілу атмосферних опадів на території Одеської області застосовували статистичні методи опрацювання вихідної інформації.

На основі строкових даних кількостей опадів (00 та 12.00) була визначена кількість днів з опадами різних градацій та у відсотках, кількість днів з дощем за кожний рік визначеного періоду та у відсотках від загальної кількості за весь період досліджень для окремих станцій Одеської області.

Практичне значення мають дані про опади 10, 20, 30 мм і більше за добу у зв'язку з тим, що вони завдають значних збитків господарству. Тому були проаналізовані ці характеристики на кожній з десяти станцій регіону. Часта повторюваність таких опадів відбувається під час переміщення південних циклонів і пояснюється великим вмістом вологи у повітрі та інтенсивним вертикальним рухом. Такі опади можуть випадати у будь-якій частині області. У річному розрізі найбільша повторюваність кількості днів з опадами 10, 20, 30 мм і більше за добу припадає на теплу пору року (квітень - жовтень).

Південь України виділяється за кліматичними характеристиками в окрему область. Це обумовлено не тільки впливом Чорного моря, але й специфічними особливостями циркуляції.

Таким чином, географічне розташування Одеської області формує складний характер атмосферних процесів і відповідно розподіл опадів по її території на початку XXI століття в умовах сучасних змін і коливань клімату.



## ЭНЕРГОБАЛАНСОВАЯ МОДЕЛЬ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ И ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ КЛИМАТОЛОГИИ

*Курышина В.Ю., асс., Волошин В.Г., к.геогр.н., доц.  
Одесский государственный экологический университет*

Одним из основных процессов в климатической системе является взаимодействие атмосферы с земной поверхностью, от которого зависит теплообмен между сферами, испарение с поверхности и образование атмосферных осадков. Для климатологических исследования масштабов и величин приземного и пограничного слоев ОДЭКУ разработана энергобалансовая модель, которая позволяет решить следующие климатологические задачи [1]:

1. Выявить закономерности мезомасштабной пространственно-временной изменчивости составляющих радиационного баланса по многолетним рядам стандартных метеорологических наблюдений для целей развития гелиоэнергетики.

2. Используя многолетние ряды метеорологических наблюдений, получить изменения климатических показатели турбулентных потоков скрытого и явного тепла, потока импульса, потока тепла в почве, температуры подстилающей поверхности, параметров и масштабов приземного и пограничного слоя атмосферы, диссипации турбулентной энергии в связи с изменением климата.

3. Оценить влияние изменения климата на турбулентное состояние и гидростатическую устойчивость пограничного слоя атмосферы, для любых поверхностей, в том числе и поверхностей с растительным покровом.

4. Получить вертикальные профили вектора скорости ветра с учетом пространственных и временных изменений гидростатической устойчивости в динамическом слое перемешивания для целей развития ветроэнергетики.

В основе модели лежит численное решение уравнение теплового баланса поверхности. Составляющие уравнения находятся путем параметризации соответствующих процессов взаимодействия «поверхность – атмосфера». Профильные функций для ветра и температуры, масштабы слоя, а также критерий устойчивости вычисляются с помощью теории Монина-Обухова. Так как все характеристики пограничного слоя атмосферы являются функциями безразмерной высоты, то поиск ее значения осуществляется с помощью итерационных и рекурсивных процедур.

Проведена калибровка и верификация модели SLEB по результатам сравнения вычисленных и измеренных значений радиационного баланса, значений температуры поверхности, испарения, а также сравнения рассчитанных и измеренных вертикальных профилей температуры воздуха и скорости ветра.

### *Список использованной литературы*

1. Степаненко С.Н., Волошин В.Г., Курышина В.Ю. Энергобалансовая модель приземного слоя атмосферы // Украинский гидрометеорологический журнал. – 2011. - №9. – С. 38-59.

## ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ ДЛЯ ПРИЧОРНОМОР'Я

*Недострелова Л.В., доцент кафедри метеорології та кліматології  
Одеський державний екологічний університет*

**Вступ.** Вплив снігу на суспільство багатогранний і включає в себе складні фізичні, соціальні, економічні та психологічні аспекти. Протягом останніх десятиліть сніг, і в особливості снігові замети, завдали величезних збитків більшості міст. Крім того, сніговий покрив впливає на енергетичний і водний баланс поверхні Землі, так що правильне регулювання його має велике значення для сільського господарства, економіки та екології. Сніговий покрив, будучи однією з характеристик опадів, має свої особливості вимірювання та обробки. Він надається середніми декадними висотами, максимальною декадною висотою за зиму, повторенням різних висот снігового покриву по декадах або забезпеченістю. Крім того, встановлюють дати появи і сходу снігового покриву, дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву та ін. Сніговий покрив спостерігається за допомогою, по-перше, стаціонарно встановлених рейок і, по-друге, снігозйомками. Інформація, яку дістають цими двома способами, розрізняється і використовується для різних цілей. Так, результати снігозйомок, перш за все, необхідні гідрологам, а також проектувальникам при виборі місця будівництва. Для розрахунків навантаження і в дослідженнях кліматичних змін частіше використовують дані постійних рейок.

**Методика дослідження.** Для характеристики висоти снігового покриву обчислюють середні значення її не для місяців, а для декад зимових місяців. Ці величини на початку і в кінці зими розраховуються тільки в тому випадку, коли сніговий покрив спостерігався більш ніж у 50% всіх зим. Середню величину за декаду дістають діленням сумарної висоти за всі роки вибраного періоду на кількість років. Коли ж сніг спостерігався менш, ніж у 50% зим, то середню висоту за таку декаду не розраховують. При цьому прийнято в таблицях довідника ставити умовний значок ( • ). Крім середніх декадних висот визначають також і багаторічну максимальну висоту снігового покриву за зиму. Її дістають шляхом осереднення максимальних декадних висот, вибраних з кожного року, незалежно від того, в якому місяці і декаді він спостерігався. Найбільші і найменші декадні висоти снігового покриву по місяцях встановлюють по даних постійної рейки. За методикою, прийнятою в свій час у ГГО, розроблені деякі критерії снігового покриву. Так, за день зі сніговим покривом приймають такий, коли не менш половини видимої місцевості станції покрито снігом. Усталеним вважають такий сніговий покрив, який лежить не менше місяця з перервами не більше трьох днів підряд або в

розбивку; коли перерви в один день на початку зими передують залягання снігового покриву не менш, ніж 5 днів, а перерви в 2 - 3 дні - не менш ніж 10 днів. Якщо в кінці зими, не більш, ніж через 3 дні після сходу снігового покриву, знову утворюється сніговий покрив, який лежить не менше 10 днів, то таке його залягання вважається неперервним. Якщо за зиму було декілька періодів з усталеним сніговим покривом, розділених в часі не більше, ніж 5 днів один від одного, то період від першого дня з усталеним сніговим покривом до останнього дня за зиму вважається єдиним періодом з усталеним сніговим покривом. Середні багаторічні дати утворення і руйнування усталеного снігового покриву розраховують тільки в тому випадку, коли кількість днів зі сніговим покривом складає більше 50% усіх зим, і лише за зими, коли був тільки один період зі стійким сніговим покривом. Всі названі дати снігового покриву за кожен рік заносяться в таблицю, після чого розраховують середні дати і вибирають крайні, тобто самі ранні та самі пізні дати.

**Вихідні дані.** Для виявлення кліматичних показників розподілу снігового покриву для Причорномор'я було визначено наступні характеристики: середня декадна висота снігового покриву, повторюваність різних висот снігового покриву по декадах (%), повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву (%), дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування стійкого снігового покриву. В дослідженнях використовувалися дані щоденних спостережень за сніговим покривом на метеорологічних станціях Одеської, Херсонської та Миколаївської областей за період з 1996 по 2007 роки.

**Висновки.** За результатами даного наукового дослідження можна зробити наступні висновки. Найбільші середні значення висоти снігового покриву спостерігаються на станціях, що знаходяться на півночі досліджених областей. Максимальна кількість випадків середньої висоти снігового покриву припадає на градацію від 0 до 5 см. Висота снігового покриву 0-20 см спостерігається у більш ніж 90% випадків. Найбільшу повторюваність мають зими з середньою декадною висотою снігового покриву в градації 1-10 см, найменшу – у межах 26-50 см. Число днів зі сніговим покривом зменшується з півночі на південь практично для всіх досліджених областей. Середні дати появи снігового покриву свідчать про те, що сніговий покрив з'являється у листопаді в Одеській і Миколаївській областях і в грудні на станціях Херсонської області. Сама рання дата появи снігового покриву спостерігається в кінці жовтня або на початку листопада на всіх досліджених станціях. Середні дати сходу снігового покриву мають місце у березні. Самі ранні дата сходу снігового покриву у дослідженому регіоні мають великий розкид. Стійкий сніговий покрив спостерігається менше ніж у 50 % випадків за період дослідження. Відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покриву коливається від 58 до 98.

## ПРО ДОСТОВІРНІСТЬ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНІХ ПОКАЗНИКІВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ВЕЛИЧИН

*Олійник Р.В., к. ф-м. н., Нікіфорова О.В.*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Щоденний добовий профіль температури повітря та його середнє значення широко використовується як незалежна змінна в алгоритмах, що описують різні додатки в прикладній метеорології. Питання, що порушується в даному дослідженні – це: чи є різниця в середній добовій температурі повітря, яка розрахована за різними методами [2]. Методика отримання узагальнених характеристик метеорологічних величин, що застосовується в ЦГО, пропонує розрахунок середньої добової температури, зокрема для повітря як середнє арифметичне із 8-ми строкових спостережень [1, п.6.1.2.], що має сенс для динамічного інтервального ряду, а не моментного. Наразі широко застосовується практика осереднення мінімальної та максимальної температури для оцінки середньої добової температури, яка передбачає, що добовий цикл симетричний протягом усього року. Аналіз добових профілів температури повітря вказує, що варіабельність цієї оцінки істотно більша, ніж тих, що використовують строкові покази температури, отримані протягом всього дня. Проте ВМО-2010 [4] рекомендує використовувати саме такі оцінки, незважаючи на їх недоліки. Практика використання мінімальних та максимальних температур може бути виправданою, якщо для оцінки середньої добової температури використовувати їх погодинні значення [3]. Незважаючи на те, що різниця в середніх добових температурах, отриманих за різними методами, виявилася неістотною, тим не менше, виникають суттєві відмінності у відгуках від нелінійних алгоритмів, що використовують різні підходи при визначенні середньої добової температури [1]. Метод, заснований на щохвилинних вимірюваннях температури, дає найкраще уявлення про добовий термічний режим у порівнянні з іншими методами та дозволяє через інтегральну добову температуру вийти на достовірну оцінку середньої добової температури (рис.1).

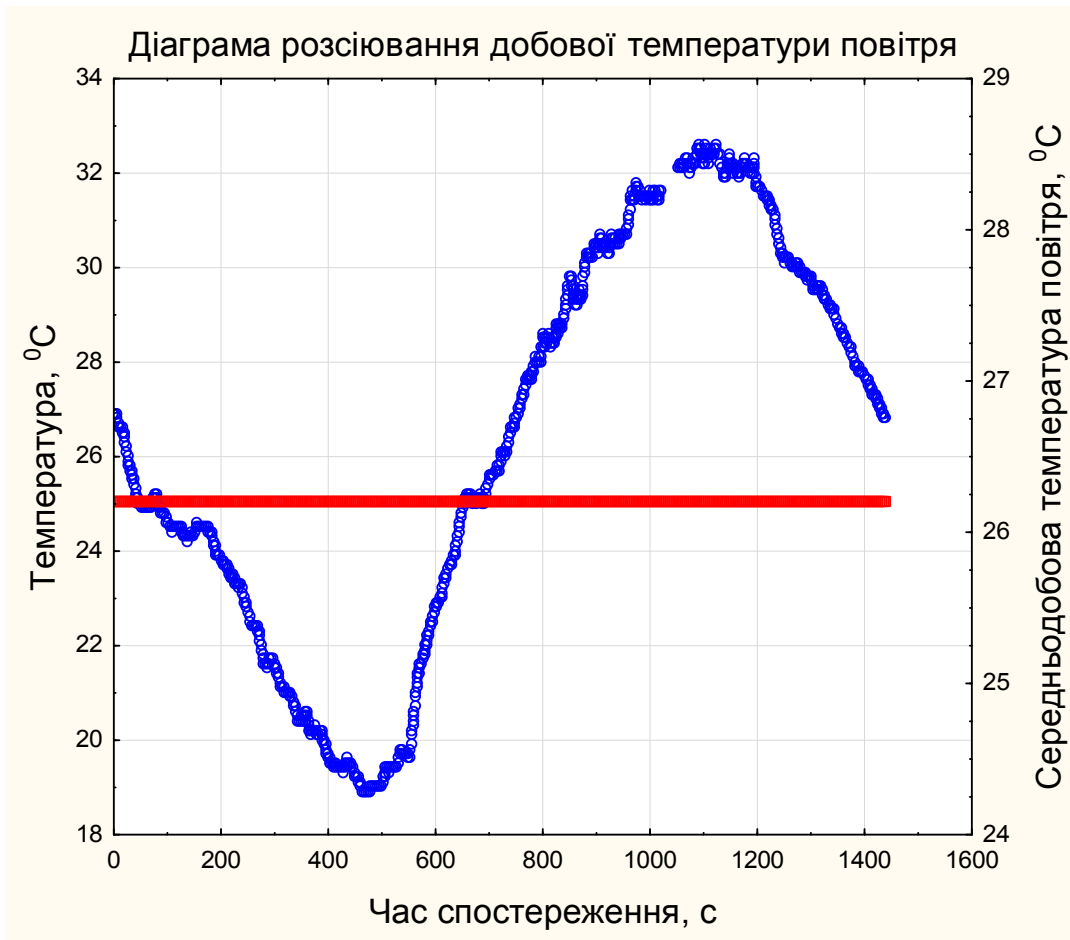


Рисунок 1 - Добовий профіль температури повітря 15.07.2016р. м. Київ.

### *Список використаної літератури*

- 1.РД 52.04.614-2000 РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ НАСТАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ И ПОСТАМ Выпуск 3. Часть II. Обработка материалов метеорологических наблюдений.
- 2.Albert Weiss, Cynthia J. Hays Calculating daily mean air temperatures by different methods implications from a non-linear algorithm\$: Agricultural and Forest Meteorology 128 (2005), 57–65.
- 3.Hopkinson RF, MckenneyDW, Milewska, EJ, HutchinsonMF, PapadopolP, VincentLA.  
2011.ImpactofAligningClimatologicalDayonGriddingDailyMaximum–Minimum. J. Appl.Met. Clim. 50, 1654-1665.
- 4.WMO. 2010. Guide to Climatological Practices WMO-No. 100 (third edition) Available at [http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/WMO\\_100\\_en.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/documents/WMO_100_en.pdf). Published June 2010. Accessed October 24, 2011.

## ЗМІНИ ПОЛЯ ОПАДІВ ЗА ДАНИМИ РЕГІОНАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

*Паламарчук Л.В.<sup>1,2</sup>, к.г.н., Краковська С.В.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., Білозерова А.К.<sup>1,3</sup>,  
Шпиталь Т.М.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Український гідрометеорологічний інститут

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

<sup>3</sup>Український гідрометеорологічний центр

У сучасних наукових публікаціях показано ефективність дослідження змін кліматичних показників з використанням регіональних кліматичних моделей (РКМ), зокрема і для Одеської області [1, 2]. РКМ базуються на системі математичних рівнянь, що представляють основні фізичні процеси в кліматичній системі, а розрахунки проводяться з початковими та граничними умовами з моделей загальної циркуляції атмосфери та океанів. Результати верифікації даних, отриманих в чисельному моделюванні для сучасного періоду, що проводилися раніше авторами [3], показали, що похибки модельних даних незначні і свідчать про задовільну достовірність отриманих результатів. Крім того, точність прогнозування збільшується при використанні ансамблю РКМ, коли отримують усереднені за ансамблем моделей результати та зменшують вплив систематичних похибок окремих моделей. Зменшуються похибки і при проведенні усереднення результатів за площею вибраного регіону, коли фільтрується природна просторова та часова мінливість кліматичних показників. Для побудови кількісних проєкцій середніх місячних та середніх річних сум опадів для досліджуваного регіону використано оптимальним ансамбль з чотирьох РКМ, які були задіяні у проєкті ENSEMBLES, а саме моделі – REMO, RRCM, RCA3-BCM та RCA3-ECMAM5 [3].

Розрахунки проєкцій змін поля опадів в межах Одеської області на період з 2011 по 2100 роки мали певні труднощі у зв'язку з незначною площею регіону та досить тривалим періодом прогнозування. Розрахунки РКМ усереднювалися за визначеним ансамблем на *найближчу* (2011-2030 рр.), *середню* (2031-2050 рр.) та *віддалену* (2081-2100 рр.) перспективи та визначалися відхилення відповідних значень відносно *сучасного* (контрольного) періоду 1991-2010 рр. Для прикладу наведемо результати для періоду 2011-2030 рр. (табл.).

За результатами розрахунків у період найближчого майбутнього 2011-2030 рр. очікуються досить неоднорідні зміни річних сум опадів за територією області: від зменшення на -13мм до збільшення на 12мм, або  $\pm 3\%$ , з усередненим значенням -4мм, або -1%. Усереднені зміни місячних сум опадів складають  $\pm 6$ мм, але при цьому можна відзначити суттєву просторово-часову мінливість змін від зменшення на -11мм до збільшення на 10мм. Зменшення місячних сум опадів у межах всієї області отримано з

Таблиця

Проекції середньомісячних та середньорічних сум опадів для  
періоду 2011-2030 рр. (Одеська область)

|                                                                                    | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Рік  |
|------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Середньомісячні та середньорічні суми опадів, мм, для періоду 2011-2030 рр.</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| макс                                                                               | 39   | 32   | 43   | 48   | 49   | 58   | 70   | 52   | 48   | 38   | 48   | 48   | 545  |
| С                                                                                  | 30   | 27   | 37   | 33   | 40   | 43   | 43   | 35   | 39   | 29   | 42   | 39   | 436  |
| мін                                                                                | 14   | 14   | 27   | 19   | 23   | 26   | 21   | 23   | 22   | 19   | 28   | 25   | 263  |
| <b>Середньоквадратичне відхилення, мм</b>                                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                                                                    | 19,8 | 17,1 | 18,5 | 16,2 | 31,7 | 21,4 | 34,1 | 22,6 | 26,4 | 19,4 | 26,8 | 26,6 | 62,7 |
| <b>Зміни кількості опадів, мм</b>                                                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| макс                                                                               | 4    | -0   | 10   | 9    | 5    | 2    | 3    | -1   | -3   | -1   | 4    | 7    | 12   |
| С                                                                                  | 0    | -2   | 6    | 4    | 0    | -3   | -0   | -6   | -6   | -3   | 2    | 3    | -4   |
| мін                                                                                | -2   | -4   | 4    | 2    | -3   | -7   | -3   | -9   | -11  | -5   | -0   | 0    | -13  |
| <b>Довірчі інтервали, ± мм</b>                                                     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| макс                                                                               | 10   | 6    | 11   | 9    | 16   | 20   | 24   | 9    | 12   | 8    | 12   | 16   | 108  |
| С                                                                                  | 8    | 4    | 9    | 5    | 9    | 10   | 11   | 5    | 6    | 4    | 9    | 13   | 79   |
| мін                                                                                | 5    | 2    | 6    | 3    | 1    | 3    | 2    | 2    | 2    | 1    | 4    | 9    | 40   |
| <b>Зміни кількості опадів, %</b>                                                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| макс                                                                               | 11   | -1   | 31   | 24   | 12   | 3    | 9    | -3   | -6   | -4   | 12   | 20   | 3    |
| С                                                                                  | 0    | -8   | 18   | 13   | 1    | -6   | -0   | -14  | -13  | -11  | 5    | 9    | -1   |
| мін                                                                                | -12  | -13  | 11   | 6    | -8   | -11  | -5   | -25  | -20  | -15  | -0   | 0    | -3   |

серпня до жовтня включно та у лютому місяці. Найсуттєвіше зменшення опадів прогнозується у серпні на -14% (від -25% до -3%) або відповідно на -6мм (від -9мм до -1мм). Такі зміни перевищують отримані довірчі інтервали, тобто, їх ймовірність більша за 95%. Зменшення опадів, що дорівнюють усередненому довірчому інтервалу  $\pm 6$ мм, отримано у вересні, що свідчить про високу ймовірність цих змін. У холодне півріччя середні місячні суми опадів переважно збільшуватимуться, максимально у березні від 4мм до 10мм, або від 11% до 31%.

### Список використаної літератури

1. Краковська С.В., Білозерова А.К., Паламарчук Л.В. Проекції регіональних кліматичних характеристик у ХХІ столітті за даними моделювання (на прикладі Одеської області) // Фізична географія та геоморфологія. Науковий збірник / Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка. – 2015. – №2(78). – С. 129–136.
2. Шпиталь Т.М., Краковська С.В., Гнатюк Н.В. Проекції кліматичних характеристик Одеської області впродовж ХХІ ст. // Вестник ГМЦ ЧАМ. – №1 (19) – 2016. – С. 33-51.
3. Krakovska S., N. Gnatiuk, L. Palamarchuk, I. Shedemenko. The best ensembles of RCMs for climate change projections in Ukraine // Geophysical Research Abstracts, Vol. 15, EGU2013-1028-3, 2013.

## БАГАТОРІЧНА МІНЛИВІСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА

*Прокоф'єв О.М., к.геогр.н., доцент, Сущенко А.І., к.геогр.н.  
Одеський державний екологічний університет*

Останніми роками в обох полярних районах Землі – Арктиці та Антарктиці, спостерігаються явні ознаки впливу процесів, викликаних змінами клімату – глобальним потеплінням [1-2]. В антарктичних регіонах зафіксовані найбільші рівні виявлення ознак глобального потепління. Реальний вплив пов'язаних зі змінами клімату процесів показує глибоку регіональну різницю як в самих полярних регіонах, так і між ними – при значній складності цих взаємодій [3]. Вивчення динаміки термічного режиму є одним з найважливіших питань кліматичних змін, які відбуваються в Південній півкулі.

В якості матеріалу дослідження використовувались середньомісячні значення приземної температури повітря, отримані за допомогою радіозондування атмосфери на станціях Антарктичного півострову. Для виявлень характерних тенденцій, властивих температурному режиму Антарктичного півострова використовувалися дані по 12 антарктичним станціям, розташованим в цьому районі (табл. 1).

Таблиця 1. – Характеристика станцій  
Антарктичного півострова

| № з/п | Назва станції      | Широта | Довгота | Висота над рівнем моря |
|-------|--------------------|--------|---------|------------------------|
| 1     | Jubany             | 62,2S  | 58,6 W  | 4m                     |
| 2     | King Seiong        | 62,2S  | 58,7 W  | 11m                    |
| 3     | Bellingshausen     | 62,2S  | 58,9 W  | 16m                    |
| 4     | Marsh              | 62,2S  | 58,9 W  | 10m                    |
| 5     | Great Wall         | 62,2S  | 59,0 W  | 10m                    |
| 6     | Arturo Prat        | 62,5S  | 59,7 W  | 5m                     |
| 7     | O Higgins          | 63,3S  | 57,9 W  | 10m                    |
| 8     | Esperanza          | 63,4S  | 57,0 W  | 13m                    |
| 9     | Marambio           | 64,2S  | 56,7 W  | 198m                   |
| 10    | Faraday\ Vernadsky | 65,4S  | 64,4 W  | 11m                    |
| 11    | Rothera            | 67,5S  | 68,1 W  | 32m                    |
| 12    | San Martin         | 68,1S  | 67,1 W  | 4m                     |

Як відомо, клімат будь-якого місця зазвичай визначається статистичними

показниками, обчисленими на підставі довгих рядів спостережень метеорологічних величин, які характеризують режим погоди в даному регіоні.

Аналіз результатів розрахунку статистичних характеристик показав, що за ступенем скошеності кривих розподілу в рядах приземної температури повітря станцій Антарктичного півострову зустрічається як правостороння так і лівостороння асиметрії. Це означає суттєву відмінність процесу змін клімату в південних полярних широтах від



нормального та його нестационарність. Звертаючись до аналізу коефіцієнтів ексцесу треба відмітити, переважання плосковершинного розподілу над витягнутим. Враховуючи це, можна зробити висновок, що в досліджуваному районі спостерігаються різкі коливання температури, які характеризуються великими значеннями амплітуди та зменшенням періоду коливань.

Всі данні були проаналізовані з метою виявлення прихованих періодичностей, яке проводилося за допомогою швидкого перетворення Фур'є з ймовірністю 68%. Виявлено, що для станцій Антарктичного півострова найбільш характерні коливання з періодом 2 і 3 року. Також досить часто спостерігаються коливання з періодами від чотирьох до десяти років. На станціях Great\_Wall та Faraday зафіксовані також квазідванадцятирічні коливання. Результати аналізу прихованих періодичностей використовувались при згладжуванні осереднених рядів приземної температури повітря.

Аналіз розрахунку трендових складових температури повітря показав, що для більшості досліджуваних станцій характерне зростання приземної температури повітря за досліджуваний період протягом більшості місяців року (рис. 1). Найбільші додатні тренди спостерігається в період антарктичної зими. Максимум зафіксовано на станціях Faraday/Vernadsky та San\_Martin 8,2 та 4,5 °C відповідно). Від'ємні значення тренду фіксуються переважно в літній період (грудень-січень). Слід зазначити, що на станції King\_Sejong спостерігається стійке зменшення

температури протягом усіх місяців року.

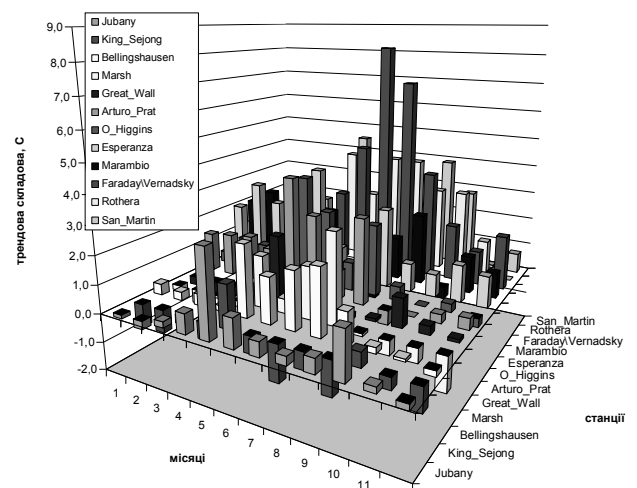


Рисунок 1 – Гістограма трендової складової приземної температури повітря

### Список використаної літератури:

- 1 Прокоф'єв О.М. Взаємний спектральний аналіз глобальних кліматичних індексів та приземної температури повітря станцій Антарктиди / О.М. Прокоф'єв // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Вип. 6, – С. 93-101.
- 2 Zhengqiu Z. Recent variations of Antarctic temperature, sea-ice and ozone / Z. Zhengqiu // Chinese Journal of Polar Science. – 1999. – V. 10, № 1. – P. 1-9.
- 3 Anisimov O.A. Polar regions (Arctic and Antarctic) / O.A. Anisimov [et al.] // Climate change. – Cambridge, 2007. – V.15. – P.653-685.

## **СТІЙКІСТЬ ПОЛЯ ВІДКЛАДЕНЬ ОЖЕЛЕДІ КАТЕГОРІЇ НЯ ПРОТЯГОМ 1961-1990, 1991-2000, 2001-2010 ТА 2011-2015 рр.**

***Пясецька С.І. к.геогр.н.***

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН  
України*

Для визначення стійкості поля відкладень ожеледі категорії НЯ (небезпечні) та імовірних змін у ньому досліджено усі станції на яких були встановлені такі відкладення протягом окремих періодів часу (1961-1990, 1991-2000, 2001-2010, 2011-2015 рр.). Встановлено ряд станцій які постійно повторюються у визначених відтинках часу та у базовому періоді, що вказує на певну стійкість утворення відкладень ожеледі категорії НЯ по окремих місяцях і вказує на не випадковість їх утворення саме на цих станціях. Для встановлення тенденцій було порівняно окремі часові інтервали між собою. Так, у 1991-2000 рр. відносно 1961-1990 рр. у Чернівецькій, Сумській, Донецькій, Запорізькій областях з'явилися станції на яких у базовому періоді не спостерігалось відкладення ожеледі категорії НЯ, однак за кількістю станцій із такими відкладеннями цей період поступається базовому, за винятком Чернівецької, Сумської, Запорізької та Донецької областей, де з'явилися нові станції з такими відкладеннями. Найбільш помітне скорочення кількості станцій із відкладеннями ожеледі категорії НЯ відбулось у Закарпатській, Львівській, Тернопільській, Івано-Франківській, Волинській, Чернігівській, Київській, Одеській, Херсонській та АР Крим. Водночас змінився і перелік станцій де спостерігались такі відкладення особливо у Волинській, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Київській та АР Крим.

У 2001-2010 рр. відносно 1961-1990 рр. також відбувся перерозподіл таких відкладень ожеледі. Виявлено області, де кількість станцій із такими відкладеннями різко скоротилася порівняно із базовим періодом (Закарпатська, Львівська, Рівненська, Хмельницька, Полтавська, Черкаська, АР Крим), а також дещо змінився перелік станцій, які спостерігали такі відкладення ожеледі.

У 2001-2010 рр. відносно 1991-2000 рр. у ряді областей (Закарпатська, Тернопільська, Івано-Франківська, Волинська, Київська, Херсонська) кількість станцій із такими відкладеннями ожеледі зростає (з'явилися станції, які не відмічалися у попередньому десятиріччі), що вказує на певне розширення поля відкладень ожеледі категорії НЯ відносно попереднього періоду. У Хмельницькій, Полтавській, Черкаській, Кіровоградській, Харківській, Дніпропетровській, Запорізькій областях та АР Крим кількість станцій із такими відкладеннями дещо зменшилася, особливо це помітно у Полтавській та Черкаській областях. У Чернігівській, Львівській, Вінницькій, Луганській, Одеській,

Миколаївській областях кількість станцій із такими відкладеннями залишилась не змінною, проте спостерігалась зміна у складі станцій із ними (поява нових станцій та відсутність колишніх).

Відносно 1961-1990 рр., у періоді 2011-2015 рр. кількість станцій із відкладеннями ожеледі НЯ була менша, а у Чернігівській та Волинській областях такі випадки відкладень були відсутні взагалі. Стосовно переліку станцій із відкладеннями ожеледі категорії НЯ у 2011-2015 рр., з'ясовано що вони здебільшого повторюють станції, де вони були встановлені у 1961-1990, 1991-2000 та 2001-2010 рр., однак було виявлено певні відмінності – переважно це поява станцій, які були присутні у базовому періоді, але які могли бути відсутніми у одному з наступних десятиріч.

Відносно 1991-2000 та 2001-2010 рр. – протягом 2011-2015 рр. у окремих областях частина станцій на яких було встановлено відкладення ожеледі категорії НЯ частково збігалась із станціями у 1991-2000 рр., а у інших більше збігалася із періодом 2001-2010 рр. Було помічено, що відносно цих 2-х десятиріч кількість станцій із такими відкладеннями ожеледі зазнавала коливань. Відносно 1991-2000 рр. у 2011-2015 рр. збільшення кількості станцій із відкладеннями ожеледі НЯ відбулось лише у Львівській, Івано-Франківській, Тернопільській та Миколаївській областях, а зменшення у Закарпатській Чернігівській, Сумській, Житомирській, Харківській, Черкаській, Луганській Донецькій, Вінницькій, Кіровоградській Дніпропетровській, Одеській та АР Крим. Найбільш помітним це було у областях центру та сходу країни - Черкаській, Вінницькій, Кіровоградській, Дніпропетровській, Донецькій. У Хмельницькій, Київській, Полтавській, Херсонській областях кількість станцій у цих двох періодах була рівною, проте склад станцій дещо змінився. Відносно 2001-2010 рр. у 2011-2015 рр. лише у Львівській, Хмельницькій, Полтавській та Миколаївській областях помічено деяке збільшення кількості станцій із відкладеннями ожеледі категорії НЯ. У більшості областей встановлено зменшення кількості станцій із такими відкладеннями та деякий їх перерозподіл. Воно найбільш помітне у Чернігівській, Волинській, Київській, Вінницькій, Кіровоградській, Дніпропетровській, Донецькій, Одеській, Херсонській та АР Крим. У Тернопільській, Черкаській та Харківській областях кількість станцій із ними фактично не змінилась, але дещо змінився їх склад – з'явилися станції, які були присутні у періодах 1961-1990 або у 1991-2000 рр.

Спільним для усіх вищенаведених періодів є те, що майже у всіх областях є станції, які у більшості з цих періодів виявили стійкість у наявності відкладень ожеледі категорії НЯ. Встановлено, що більше усього таких станцій спостерігається у областях – Хмельницькій, Полтавській, Харківській, Черкаській, Вінницькій, Кіровоградській, Луганській, Донецькій Дніпропетровській, Одеській, Запорізькій, Херсонській та АР Крим.

# КЛІМАТОЛОГІЯ СЕЗОННИХ ПОСУХ В УКРАЇНІ В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

*Семенова І.Г., д.геогр.н.*

*Одеський державний екологічний університет*

В дослідженні з використанням п'яти індексів посух – гідротермічного коефіцієнту Селянинова (ГТК), індексу посушливості Педя ( $S_a$ ), індексу суворості посух Палмера (PDSI), стандартизованих індексів SPI та SPEI, – виконано порівняльний аналіз щодо їх інформативності і узгодженості у виявленні посух. На базі цього аналізу створено каталог сезонних посух для основних агрокліматичних зон України за період 1995-2012 рр.

Для сумісної інтерпретації різнорідних індексів їх критерії, що вказують на посуху, зведено до одноманітного вигляду в умовних позначках інтенсивності посухи від 0 до 4 (табл. 1). Сезоном з посухою вважався такий, в якому щонайменше чотири індекси з п'яти вказували на наявність посухи будь-якої інтенсивності. Вегетаційний період умовно був поділений на три сезони, які є важливими в агрометеорологічному забезпеченні: весняно-літній (квітень-червень), літній (червень-серпень) та літньо-осінній (серпень-жовтень).

Таблиця 1 – Узагальнені категорії посух за критеріями різних індексів в каталозі посух

| Значення індексу |               |               |                 | Категорія посухи       | Умовна позначка посухи |
|------------------|---------------|---------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| ГТК              | $S_a$         | SPI, SPEI     | PDSI            |                        |                        |
| -                | 0,00 ... 0,99 | -             | -0,99 ... -0,01 | Початок сухого періоду | 0                      |
| 0,70 ... 1,00    | 1,00 ... 1,99 | -0,99... 0,00 | -1,99 ... -1,00 | М'яка                  | 1                      |
| 0,51 ... 0,69    | 2,00 ... 2,99 | -1,49...-1,00 | -2,99 ... -2,00 | Помірна                | 2                      |
| 0,40 ... 0,50    | $\geq 3,00$   | -1,99...-1,50 | -3,99 ... -3,00 | Сильна                 | 3                      |
| $\leq 0,39$      | -             | $\leq -2,00$  | $\leq -4,00$    | Екстремальна           | 4                      |

Аналіз просторово-часового розподілу сезонних посух за даними каталогу показав, що досліджуваний період характеризувався переважанням весняно-літніх посух, а, загалом, по всіх агрокліматичних зонах посушливими виявилися вегетаційні періоди 2007, 2009 та 2012 рр.

В Степу зафіксовано по 7-8 агрометеорологічних посух в кожному сезоні. Протягом всього вегетаційного періоду посухи спостерігалися в трьох роках – 2007, 2009 та 2012 рр. При цьому, найбільш інтенсивною виявилася посуха 2007 р., яка досягала критеріїв сильної та екстремальної навесні та влітку.

В Лісостепу кількість весняних та літніх посух декілька скорочується, порівняно зі Степом, – до 5-6, особливо в показниках гідротермічного коефіцієнту. Загалом, найбільш посушливими видалися 1999 та 2009 рр., коли протягом всього вегетаційного періоду спостерігалася посуха, переважно слабкої інтенсивності. В 2007 та 2012 рр. помірна посуха охопила весняний та літній сезони.

В Поліссі, як й на решті території України, весняно-літні посухи переважають над посухами літнього періоду, але їх часовий розподіл відрізняється від південних агрокліматичних зон. В літній період в Поліссі спостерігалася всього три посухи – м'які в 1999 та 2008 рр. і переважно помірна в 2002 р. В літньо-осінній сезон в Поліссі кількість посух дорівнює весняному періоду. Загалом, в Поліссі найбільш посушливим виявилися вегетаційні періоди 2000, 2007 та 2011 рр.

Оцінка тісноти статистичного зв'язку між п'ятьма індексами посух за допомогою множинної кореляції показала, що найвищі значення коефіцієнтів кореляції ( $r$ ) між сезонними показниками спостерігаються в Степовій зоні, а також у весняний і літній періоди. В усіх зонах найтісніший зв'язок виявлений між індексом Педя та стандартизованим індексом SPEI, взятим на масштабі три місяці: коефіцієнти кореляції досягають в Степу -0,96...-0,97 навесні та влітку і знижуються до -0,78...-0,82 в Поліссі влітку та восени. ГТК добре корелює майже з усіма індексами, при цьому найтісніший зв'язок ( $r$  понад |0,90|) спостерігається в літній період з індексом посушливості Педя ( $r = -0,95$ ). Індекс Палмера, загалом, має найнижчі коефіцієнти кореляції з іншими параметрами в усіх агрокліматичних зонах. В Поліссі загальна тіснота кореляційного зв'язку між індексами посух найслабша та досить різномірна по сезонах.

Стандартизований індекс опадів SPI, рекомендований Всесвітньою метеорологічною організацією до використання в якості єдиного показника посух національними метеорологічними службами, має високу тісноту кореляційного зв'язку з ГТК в Степовій зоні протягом всього вегетаційного періоду, та протягом весни і літа в Лісостепу та Поліссі. При цьому, кількість та інтенсивність посух, що виявляється за допомогою SPI, знаходиться в середніх межах порівняно з іншими індексами, і має меншу зональну мінливість, на відміну від ГТК. Тому можна рекомендувати доповнювати аналіз посух за індексом ГТК стандартизованим індексом опадів SPI, який легко обчислюється по станції за наявності довготривалих часових рядів спостережень по опадах.

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛЕЙ ВЛАЖНОСТИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД. ПОВЕРХНОСТЬ 700 гПа**

*Серга Э.Н., к.геогр.н., доцент, Серга И.Н., к.ф.-м.н.  
Одесский державний екологічний університет*

Зоны, характеризующиеся наиболее интенсивными потоками тепла и влаги, относятся к энергоактивным и для уровня подстилающей поверхности достаточно хорошо описаны. Для поверхностей свободной атмосферы такие данные имеют только общий характер, связанный с энергетикой атмосферных процессов на климатических масштабах. Поверхность 700 гПа относится к нижней тропосфере. Формирование гидрометеорологических характеристик на этом уровне обусловлено процессами взаимодействия подстилающей поверхности с приземным слоем воздуха и, в тоже время, процессами в средней тропосфере. Подобные процессы предполагают наличие неоднородностей в полях различных гидрометеорологических характеристик над акваторией Тихого океана и прилегающей территории суши. Одним из методов их исследования является кластерный анализ. Анализ изменчивости границ полученных районов, а также соответствующих статистических показателей (средних значений, дисперсий, среднеквадратических отклонений) на протяжении последующих временных интервалов, позволяет судить об особенностях проявления изменчивости климата и её интенсивности в полях рассматриваемых гидрометеорологических характеристик. Кроме того, существенно упрощается задача построения выборки влияющих факторов, в качестве которых могут использоваться значения репрезентативных векторов, снижаются требуемые вычислительные мощности при исследовании взаимосвязи между различными параметрами, характеризующими взаимодействия в деятельном слое системы океан-атмосфера.

В качестве объекта для исследования методом кластеризации были взяты поля среднемесячных температур воздуха и массовой доли водяного пара (данные ре-анализа ERA-40 [Служба данных ECMWF ERA-40]), заданные в узлах регулярной сетки точек  $2,5^\circ \times 2,5^\circ$  в секторе, ограниченном по широте от  $20^\circ$  до  $70^\circ$  северной широты и по меридиану от  $160^\circ$  восточной долготы до  $120^\circ$  западной долготы, для осенне-зимних месяцев (ноябрь, декабрь, январь, февраль) периода с 1957 по 2003 гг.

Анализ кластеризации полей влажности на уровне 700 гПа показал, что зимой в северной части рассматриваемой территории образование однородных зон связано с усиливающимся влиянием арктического поля высокого давления. Распространению его на юг способствует существенное ослабление потоков явного и скрытого тепла с покрытой снегом материковой части и покрытой льдом водной поверхности Берингова моря. Результатом этих физических процессов является

перестройка в распределении полей влажности на уровне 700 гПа от осенних месяцев к зимним. На карте-схеме выделяется кластер, который занимает пространство над территорией Чукотки, Алеутскими островами, Беринговым морем и большей частью Аляски. Средние значения репрезентативных векторов и их дисперсии соответствуют значениям 0,7 кг/кг и 0,9 (кг/кг)<sup>2</sup>. Значения статистических характеристик в следующей однородной зоне, находящейся южнее, несколько выше и составляют 1,3 кг/кг и 1,0 (кг/кг)<sup>2</sup>. Ей также соответствуют пути перемещения барических систем (штор-треки), среднемесячный минимум в поле приповерхностного давления и положительные значения относительного вихря скорости на уровне 700 гПа. Последний факт указывает на сохранение влагообмена с выше- и нижележащими слоями атмосферы. Подобные процессы характеризуют часть этого кластера, располагающуюся на юго-востоке над холодным Калифорнийским течением. В этом районе наблюдаются пониженные значения турбулентного теплообмена между поверхностью океана и атмосферой.

Далее располагаются две однородные зоны, находящиеся в поле действия высотного антициклонального вихря (максимум абсолютных отрицательных значений относительного вихря в юго-западной части рассматриваемой территории). Северная граница наибольшего из этих кластеров соответствует нулевой изотерме на поверхности 700 гПа и располагается над линией раздела между зонами действия глубокого Алеутского минимума и ослабленного Гонолульского максимума.

Средние значения и межгодовая изменчивость репрезентативных векторов кластеров массовой доли водяного пара с максимумами в южной части рассматриваемой территории Тихого океана имеют меридионально направленный градиент – с севера на юг.

### ***Список використаної літератури:***

1. Атлас океанов. Тихий океан /Под ред. С.Г. Горшкова. – Л.: Изд. ГУНИО, 1974.
2. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных. М.: ИНФРА-М, 2006. 276 с.
3. Лаппо С.С. С.К. Гулев, А.Е. Рождественский. Крупномасштабное тепловое взаимодействие в системе океан-атмосфера и энергоактивные области Мирового океана / Л.: Гидрометеиздат, 1990. 335 с.
4. Мандель И.Д. Кластерный анализ /И.Д. Мандель. - М.: Финансы и Статистика, 1988. 339 с.
5. Серга Э.Н., Сущенко А.И. Климатическое районирование полей среднемесячной температуры воздуха в северной части Тихого океана в зимний период// Український гідрометеорологічний журнал. 2014. №14. С. 53-67.
6. Служба данных ECMWF ERA-40 [Электронный ресурс].- Режим доступа к журналу.: <http://www.ecmwf.int/products/data>.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

*Сущенко А.И. к.геогр., ассистент*

*Прокофьев О. М. к.геогр.н., доцент*

*Одесский государственный экологический университет*

Полярные регионы являются основными индикаторами климатических изменений[1-2]. Они представляют из себя глобальные холодильники, которые острее всего реагируют на флуктуации температуры. В наше время изучение полярных районов приобретает огромное значение, существует мнение, что метеорология и климатология именно полярных районов помогут понять механизм изменения климата на нашей планете [3-4].

В качестве исходных данных использовались среднемесячные значения приземной скорости ветра, полученные из базы данных Британского антарктического центра. Для выявления характерных тенденций, присущих ветровому режиму Антарктического полуострова, использовались данные по 11 антарктическим станциям (Jubany, King\_Sejong, Bellingshausen, Marsh, Great\_Wall, O\_Higgins, Esperanza, Marambio, Faraday\ Vernadsky, Rothera, San\_Martin), расположенным в этом районе. Систематизация, расчеты и анализ приземной скорости ветра были проведены для всех месяцев года за период с 1960 по 2013гг.

Были выявлены периоды устойчивого увеличения скорости ветра, были определены качественные и количественные характеристики трендовых составляющих приземной скорости ветра, которые являются фоновыми для исследуемого района. Также были рассчитаны аномалии для всех месяцев года и всех исследуемых станций Антарктического полуострова.

Анализ аномалий приземной скорости ветра Антарктического полуострова за тридцатилетний период позволяет утверждать, что в последнее десятилетие (2004-2013гг.) в конце зимнего периода наблюдается увеличение приземной скорости ветра, в остальное время года для большинства исследуемых станций характерно небольшое уменьшение скорости ветра относительно тридцатилетнего среднего значения. Величина уменьшения колеблется в пределах 0,5-1,0 м/с.

Проведенные исследования ветрового режима Антарктического полуострова выявили наличие определенных изменений, которые происходят в ветровом режиме региона, а именно усиление роли циклонов северо-западных траекторий в летний период года, и ослабление их в зимний. За последние тридцать лет фиксируется устойчивая тенденция к уменьшению приземной скорости ветра в течение большинства месяцев года, что может свидетельствовать о нарушении стабильности ветрового



режима Антарктического полуострова и ослабление роли Восточно-Тихоокеанского и Южно-Американской ветвей перемещения циклонов, с которыми связаны значительные скорости ветра.

Проведенные исследования динамики и пространственно-временного распределения приземной скорости ветра на основе метеорологических данных одиннадцати станций Антарктического полуострова, позволили сделать следующие выводы:

– для Антарктического полуострова можно выделить следующие периоды изменений скорости ветра: период стремительного роста приземной скорости ветра – 1960-1985гг. (3,2 м/с); период умеренного роста приземной скорости ветра – 1985-2004гг. (1,5 м/с); период слабого роста приземной скорости ветра – 2004-2013гг. (0,3 м/с);

– минимальные значения скорости ветра наблюдаются в период антарктического лета (январь), максимальные – весной (октябрь). Также максимальными значениями скорости ветра характеризуются станции, находящиеся на максимальном удалении от Антарктического материка – Jubany, Marsh, King Sejong и Marambio. Наименьшие значения скорости ветра в течение года наблюдаются на станции Faraday\ Vernadsky и San\_Martin, что может быть связано с географическим расположением станции;

– для станций Антарктического материка наиболее характерные колебания с периодом 2 и 3 года. На станциях Bellingshausen, Marsh, Esperanza, Faraday\ Vernadsky и Marambio наблюдаются также четырех – семилетние периодичности;

Проведенные исследования позволяют утверждать, что почти для всей территории Антарктического полуострова характерен рост приземной скорости ветра за исследуемый период в пределах 2-3 м/с.

### Список литературы:

1. Прокоф'єв О.М. Взаємний спектральний аналіз глобальних кліматичних індексів та приземної температури повітря станцій Антарктиди / О.М. Прокоф'єв // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Вип. 6, – С. 93-101.
2. Zhengqiu Z. Recent variations of Antarctic temperature, sea-ice and ozone / Z. Zhengqiu // Chinese Journal of Polar Science. – 1999. – V. 10, № 1.
3. Anisimov O.A. Polar regions (Arctic and Antarctic) / O.A. Anisimov [et al.] // Climate change. – Cambridge, 2007. – V. 15. – P. 653  
Rogers J.C. Spatial variability of Antarctic temperature anomalies and their association with the Southern Hemisphere atmospheric circulation / J.C. Rogers // Annals of the Association of American Geographers. – 1983. – V. 73, № 4. – P. 502-518.

## ПРОГНОЗНЫЙ СЦЕНАРИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА КРУПНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

*Телеш И.А., к.г.н, доцент*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники*

Многогранность города как природно-социального комплекса, архитектурной и градостроительной системы требует участия в исследовании его проблем представителей многих наук. В связи с этим исследование комфортности климатических условий городов является актуальным и имеет фундаментальное и прикладное значение, является составной частью комплексной оценки геоэкологического потенциала среды жизнедеятельности населения урбанизированных территорий. Изучение метеорологических процессов и явлений, их пространственно-временной динамики позволяет проследить изменение климатических условий городов в результате естественного развития и антропогенной трансформации географической среды, дать поэлементную и комплексную оценку их воздействия на человека.

Анализ литературных источников и собственные исследования позволили разработать оригинальную методику и выполнить геоэкологическую оценку комфортности климата крупных городов Беларуси. Под комфортностью климата автор понимает состояние климатической системы не вызывающее существенных патологических метеотропных реакций у человека в процессе его жизнедеятельности.

Методика базируется на расчете частных и интегральных эколого-климатических показателей (ЭКП) состояния окружающей среды, характеризующих степень ее благоприятности для человека. Интегральный показатель комфортности климата ( $K_{ипкк}$ ) дает представление о степени благоприятности климата городов для жизнедеятельности людей с учетом воздействия всего комплекса рассматриваемых метеорологических факторов. В крупных городах Беларуси можно выделить 4 категорий комфортности климатических условий:  $K_{ипкк} \geq 4,00$  – комфортные, 3,00-3,99 – умеренно комфортные, 2,00-2,99 – мало комфортные,  $\leq 1,99$  – дискомфортные.

Оценка комфортности климата городов Беларуси выполнялась на основе среднесуточной метеорологической информации (средние суточные данные о температуре и относительной влажности воздуха, парциальном давлении водяного пара, скорости ветра, атмосферном давлении, атмосферных осадках, общей облачности, туманах) по данным ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиационного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Республики Беларусь в разрезе 6 метеостанций областных центров страны за 35-летний период (1980-2015 гг.).

Проведенные исследования показали, что в период 1980-2015 гг. отмечается устойчивая тенденция к улучшению комфортности климата крупных городов Беларуси. Во всех городах наименее благоприятные условия наблюдались в 1980 г., наиболее комфортные в 2015 г.

На основе полученных результатов был разработан прогнозный сценарий изменения эколого-климатических показателей комфортности климата крупных городов Беларуси на период до 2025 года. При анализе исходной выборки ЭКП выполнялась процедура проверки «выбросов», далее определялись уравнения регрессии изменения ЭКП, вычислялись среднеквадратические отклонения и доверительные интервалы, рассчитывались прогнозные значения ЭКП. При определении уравнений регрессии изменения ЭКП были выполнены расчеты для линейной и экспоненциальной регрессионной модели в соответствии с физическими особенностями рассматриваемых показателей.

Анализ прогнозных данных показал, что в 2025 году возможны следующие изменения ЭКП в крупных городах Беларуси:

- во всех городах страны ожидается: существенное увеличение продолжительности периода с комфортными НЭЭТ, повышение средней месячной температуры воздуха в июле и январе и незначительный рост количества душных дней, значительное сокращение продолжительности дискомфортного периода с индексом холодового стресса по Хиллу  $\geq 4,5$  Вт/м<sup>2</sup>·с и количества дней со средней скоростью ветра  $\geq 5$  м/с, уменьшение числа холодных дней, а так же дней с контрастными изменениями погоды и межсуточным изменением атмосферного давления  $\geq 9$  гПа/сут, незначительное снижение количества дней с осадками  $\geq 1$  мм;

- в Бресте и Гомеле ожидается небольшое увеличение, в других городах, уменьшение количества дней с относительной влажностью воздуха  $\geq 80$  %;

- в Бресте и Витебске количество дней с облачностью  $\geq 6$  баллам существенно не измениться, в Гомеле, Минске и Могилеве их количество увеличится, а в Гродно уменьшится;

- в Бресте, Витебске, Гродно, Минске и Могилеве ожидается увеличение, Гомеле сокращение продолжительности комфортного периода эксплуатации жилых сооружений;

- в Витебске предполагается небольшое увеличение, в Бресте, Гомеле, Гродно, Могилеве и особенно в Минске снижение климатического потенциала самоочищения атмосферы;

- во всех рассматриваемых городах Беларуси предполагается повышение уровня комфортности климатических условий для жизнедеятельности населения. Комфортные климатические условия, ожидаются в Бресте (4,48), Минске (4,41) и Гомеле (4,1), умеренно комфортные – в Витебске (3,73) и Гродно (3,25), мало комфортные – в Могилеве (2,94).

## ЩОДО ЗМІНИ КЛІМАТУ В РАЙОНІ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА

*Тимофєєв В.Є., доцент*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Відмінною особливістю кліматичного режиму Антарктичного півострова протягом XX сторіччя є наявність двох періодів підвищення температури повітря, при цьому часові рамки регіонального потепління відповідають глобальному. Сучасне регіональне потепління відбувалось на фоні підвищення індексу Південного коливання, що проявилось у вигляді відомого кліматичного зрушення у середині 1970-х років, внаслідок підвищення температури поверхні екваторіальної частини Тихого океану.

Найтеплішим десятиріччям в історії спостережень в районі Антарктичного півострова став період 1996-2005 рр., причому потепління відзначається за даними станцій, розташованих у різних фізико-географічних умовах. Виявлено район найбільшого підвищення температури повітря біля західного узбережжя Антарктичного півострова, в секторі 60-70° пд. ш., де потепління відзначено практично в усі місяці року. В цьому секторі розташовані станції Академік Вернадський та Розера; де статистично значуще підвищення температури становить 0,53°C / 10 років і 0,49°C / 10 років, відповідно. Періоду потепління наприкінці XX сторіччя відповідає зниження атмосферного тиску, особливо це проявляється на станціях, де відзначається найбільше підвищення температури повітря. Зниження тиску в Південній полярній області підсилює західне перенесення, як наслідок переважання теплої фази Ель-Ніньйо.

Проведено деталізацію сучасної кліматичної епохи за даними станції Академік Вернадський. Найбільша абсолютна величина підвищення температури повітря відзначена в зимовий сезон, найменша – в літній та весняний. Найменша мінливість середньої місячної температури спостерігається в літні місяці, а найбільша припадає на зимовий сезон. Варіація температури повітря зменшується майже в усі місяці, що, насамперед, пов'язано з підвищенням мінімальної температури. Для літнього сезону найважливішим чинником є перевищення температурою повітря нульової позначки, що підсилює деградуючий вплив на зледеніння. У результаті потепління зменшилась величина амплітуди добового ходу температури повітря на станції Академік Вернадський у літній сезон. Періоду потепління відповідає збільшення кількості атмосферних опадів і кількості днів з ними, а також зростання швидкості вітру.

Наприкінці XX – початку XXI сторіччя відбуваються нові зміни у регіональній кліматичній системі, зокрема зміна знаку багаторічного тренду тиску, а також пов'язана з цим зміна знаку регіонального індексу циркуляції. На цьому фоні відбувається зміна багаторічної тенденції

температури повітря, зокрема припинення подальшого потепління. В останнє десятиріччя (2001-2010 р.) намітилася тенденція до уповільнення підвищення середньої річної температури повітря і середньої температури окремих місяців на більшості станцій регіону, проте вона в основному знаходиться вище середньої кліматичної норми 1961-1990 рр. Висновок узгоджується з результатами інших досліджень щодо зміни циркуляційних епох наприкінці ХХ сторіччя. Причиною може бути чергова зміна знаку переважаючої фази Ель-Ніньйо протягом першого десятиріччя 2000-х років.

Вивчення атмосферної циркуляції – внутрішнього кліматоутворюючого чинника – дозволяє встановити причини формування сучасного регіонального клімату в районі Антарктичного півострова, зокрема, потепління нижньої тропосфери. Підвищення температури повітря відбувається на фоні посилення циклонічної діяльності і зміщення ЦДА таким чином, що Антарктичний півострів опиняється у зоні переважної адвекції теплої повітряної маси, збагаченої вологою.

За допомогою еталонних полів атмосферного тиску стає можливим відслідкувати зміну синоптичних умов між десятиріччями. Так, у зимовому сезоні відзначається міграція основних баричних систем: між 1971-1980 і 1981-1990 рр. гребінь в районі Антарктичного півострова спочатку зміщується на захід, а між десятиріччями 1981-1990 і 1991-2000 рр. – на схід, в район моря Ведделла.

Якщо в 1981-1990 рр. підсилення тихоокеанського гребеня в західному секторі Антарктики призводить до блокуючого ефекту з переважаючими західними-південно-західними вітрами до Землі Грейама, то в 1991-2000 рр. східне положення гребеня підвищеного тиску не створює блокуючого ефекту, але у взаємодії з циклоном в морі Ведделла змінює переважаючий напрямок вітру на північно-західний.

Найбільш ймовірне поле тиску липня 2001-2010 рр. знову показує західне зміщення ЦДА (вісь гребеня близько 80° зх.д.), в район моря Беллінсгаузена з посиленням антициклону над Південною Америкою, а також зміщення кліматичних циклонів на північ, до 50-60° пд.ш. Таким чином було отримана зміна циркуляції атмосфери між десятиліттями. Як вже згадувалось, значну роль відіграє переважаюча фаза Ель-Ніньйо: на фоні теплої фази розвивається анти циклогенез у південно-східному секторі Антарктики, а на фоні холодної – циклогенез. Це дозволяє започаткувати методи середньо- і довгострокового прогнозу погодних умов і регіоні дослідження. Це також дає можливість побудувати схеми, які дозволяють прогнозувати аномалію льодового покриття близько західного узбережжя Антарктичного півострову впродовж літнього сезону. Робочі схеми прогнозу підготовлено для оперативного впровадження на станції Академік Вернадський.

## ВПЛИВ ЗМІН КЛІМАТУ НА РОБОТУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СЦЕНАРІЇВ RCP 4.5 ТА RCP 8.5

*Хоменко І.А., к.геогр.н., доц.*

*Одеський державний екологічний університет*

Зміни клімату впливають перш за все на транспортну систему через зростання повторюваності та інтенсивності стихійних гідрометеорологічних явищ. Ступінь впливу може варіювати в залежності від режиму роботи транспортної системи та регіону країни, але зміни клімату поширюються на всі райони земної кулі, тому в тій чи іншій мірі матимуть наслідки скрізь та вимагають змін в проектуванні, конструюванні, роботі та підтримці транспортної системи.

В роботі було проаналізовано вплив кліматичних змін на режим роботи транспорту уздовж 2 автошляхів "Ковель – Рівне – Веселий Поділ – Харків – Біловодськ" та "Семенівка – Ніжин – Черкаси – Бобринець – Одеса – Ізмаїл".

База даних містила ряди середньодобових значень температури, кількості змішаних або рідких опадів, кількості опадів твердої фази, відносної вологості та швидкості вітру, отриманих за період 2011–2050 рр. за сценаріями RCP4.5 та RCP8.5 для 11 міст України.

Як за сценарієм RCP4.5, так і за сценарієм RCP8.5 відбувається суттєве потепління клімату, яке виявляється у суттєвому збільшенні середньомісячних та середніх річних температур для всіх міст, що розглядаються.

Для всіх пунктів спостерігається єдина загальна риса у характері змін температури в обох сценаріях – збільшення амплітуди змін температури та зсув температури як в область низьких так і в область високих значень порівняно з періодом 1961-1990 рр.

Порівняно з січнем амплітуда змін температури в липні збільшується в кілька разів за обома сценаріями, тому влітку вплив погодних умов на транспортну систему є більш інтенсивною.

Зростання кількості днів з середньою максимальною температурою  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  порівняно з кліматичною нормою спостерігається для всіх станцій, що розглядаються. За сценарієм RCP8.5 зростання є більшим, ніж за сценарієм RCP4.5. Найбільш інтенсивне зростання кількості днів з середньою максимальною температурою  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  має місце в південних та східних районах України. Найбільший внесок у збільшення температури відбуватиметься у період 2021-2050 рр., тобто температура з часом підвищуватиметься. Це також свідчить про те, що повторюваність екстремально високих температур з часом зростатиме.

Екстремальні від'ємні температури майже не відзначаються, окрім м. Харків та м. Біловодськ, де їх повторюваність становить 0,01%.

Отримані результати свідчать про те, що в майбутньому особливу увагу слід приділяти тому, щоб дорожнє покриття автошляхів, які розглядаються, витримувало екстремально високі температури, а в східних районах України необхідно врахувати також те, що може існувати ризик і екстремально низьких температур.

За обома сценаріями спостерігається зменшення річної кількості опадів, виключаючи північний захід країни (ст. Веселий Поділ, Ковель, Рівне), де річна кількість опадів незначно збільшується на 1-12% за обома сценаріями, та ст. Семенівка, на якій прогнозується збільшення річної кількості опадів на 57%, що становить суттєву небезпеку для транспортної системи.

Найбільша кількість опадів від 55 до 70% припадає на теплий період.

Для всіх станцій має місце збільшення кількості днів з незначною кількістю опадів ( $\geq 0,1$ ,  $\geq 0,5$  та  $\geq 1,0$  мм/доба), повторюваність інтенсивних опадів для всіх станцій зменшується, проте, екстремальні опади ( $\geq 30,0$  мм/доба) спостерігаються на всіх станціях.

Для всіх станцій зростає кількість змішаних опадів в декілька разів, що є несприятливим фактором для транспортної системи. Кількість твердих опадів уздовж обох автотрас, навпаки, зменшується; в південних районах – до декількох днів на рік. Через збільшення змішаних опадів порівняно з кліматичним періодом зростає приблизно в 2-3 рази повторюваність таких явищ як ожеледь, виключаючи південні станції, на яких має місце зменшення кількості випадків ожеледі приблизно в 2 рази. Незважаючи на зменшення твердих опадів, повторюваність хуртовин на всіх станціях лишається такою самою як і період 1961-1990 рр. З усіх небезпечних явищ, які розглядаються, ожеледиця зі швидкістю вітру  $\geq 10$  м/с практично не спостерігається.

Через збільшення повторюваності зливових опадів в усіх містах досить часто спостерігається «мокре покриття», особливо в травні та червні.

Середня річна швидкість вітру зростає уздовж обох автошляхів за обома сценаріями. Слід зауважити, що результати за періоди 2011-2050 рр. та 2021-2050 рр. є практично однаковими за обома сценаріями, що вказує на те, що середні значення швидкості вітру є практично однаковими на протязі періоду 2011-2050 рр.

Збільшення середньої швидкості вітру в деяких пунктах свідчить про зростання повторюваності метеорологічних явищ, які можуть погіршувати ситуацію на дорогах, а саме: слизьке дорожнє покриття в поєднанні з великими швидкостями вітру може вивести з під контроль транспортний засіб або опади в поєднанні з великими швидкостями вітру можуть суттєво впливати на видимість. Ці висновки підтверджуються аналізом розподілу повторюваності швидкостей вітру не менших від 10 та 15 м/с, оскільки в усіх пунктах вони мають найбільшу повторюваність взимку.

## **ВИЯВЛЕННЯ МОЖЛИВІСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ РЕАНАЛІЗУ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

*Хохлов В.М., д.г.н., професор, Уманська О.В., аспірант,*

*Ель Хадрі Юсеф, аспірант, Замфірова М.С*

*Одеський державний екологічний університет*

Зміни в інтенсивності, частоті і територіальному розповсюдженню екстремальних явищ в центрі уваги багатьох досліджень. Для успішного проведення дослідження є важливою умовою надійність вихідних даних. Основною проблемою з використанням фактичних даних спостережень є те, що присутні цілі періоди часу коли спостереження не проводилися. А отже ряди цих даних не є безперервними і не можуть бути використані як достовірні.

Саме тому все частіше в наукових дослідженнях використовують дані реаналізу, що були надані Європейським центром середньострокових прогнозів. Ці дані отримані за допомогою чисельної моделі і являють собою результати асиміляції даних у вузлах регулярної сітки  $0,75^{\circ} \times 0,75^{\circ}$  з 1948 року і до сьогоднішнього дня. Дані представлені як в строки 00, 06, 12, 18 UTC, так і середньодобові та середньомісячні значення.

Але даний прогноз, як і будь-який, потребує верифікації, що є важливою частиною будь-якої наукової системи прогнозування в якій визначається якість цих прогнозів. За своєю суттю, верифікація прогнозів має на меті оцінювання існуючого рівня прогнозування і останніх тенденцій якості прогнозів, покращення методик прогнозування і, врешті решт, самих прогнозів, та забезпечення користувачів інформацією, потрібною для ефективного використання прогнозів. Отже, прогноз порівнюється, або верифікується, з відповідними спостереженнями того, що мало місце насправді.

Верифікації прогнозів безперервних величин визначає наскільки величини прогнозів відрізняються від спостережених величин і передбачає використання діаграм, наприклад, графіків розсіяння, а також різноманітних сумарних оцінок.

Продемонструємо їх використання за допомогою даних про кількість літніх днів коли максимальна добова температура перевищувала  $25^{\circ}\text{C}(\text{SU})$  з 1986 по 2015 рік. Графік розсіяння показує прогностичні величини у порівнянні з фактично спостереженими і відповідає на запитання: наскільки добре прогностичні дані відповідають спостереженням? У випадку точного прогнозу усі точки будуть зосереджені на або поблизу діагоналі. Як можна бачити з рис. 1, прогностичні дані про кількість літніх днів коли максимальна добова температура перевищувала  $25^{\circ}\text{C}$  у середньому були трохи вищими за спостережені.



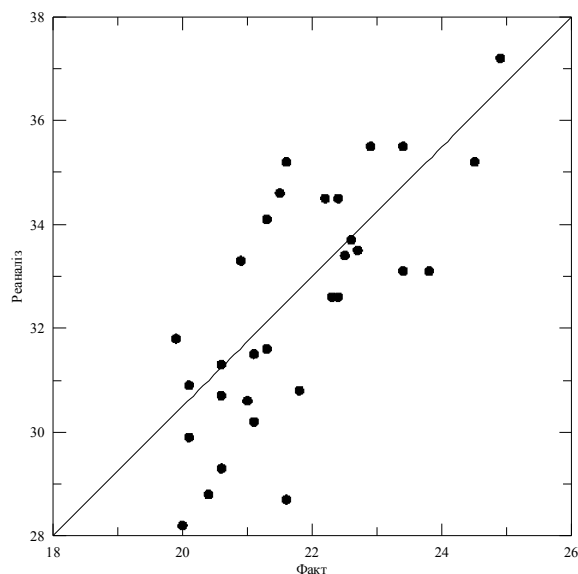


Рисунок1 – Графік розсіяння для індексу SU в Києві

Далі було проведене обчислення сумарних оцінок справджуваності прогнозів і його результати представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Сумарні оцінки справджуваності прогнозу

| Оцінка                            | Значення для індексу SU | Найкраща величина оцінки |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Середня помилка                   | 0.03                    | 0,00                     |
| Мультиплікативне зміщення         | 0.92                    | 1,00                     |
| Середня абсолютна помилка         | 0.06                    | 0,00                     |
| Середньоквадратична помилка       | 0.18                    | 0,00                     |
| Квадратична помилка               | 0.03                    | 0,00                     |
| Коефіцієнт кореляції              | 0.91                    | 1,00                     |
| Коефіцієнт кореляції аномальності | 1.00                    | 1,00                     |

Таким чином було проаналізовано 13 кліматичних індексів тепла, холоду та режиму зволоження для 8 міст України (Київ, Одеса, Лубни, Львів, Полтава, Умань, Ужгород, Вінниця).

Проаналізувавши, всі розраховані оцінки справджуваності прогнозів можна зробити висновок, що дані реаналізує достатньо точними, якісними та надійними. Оскільки всі оцінки мають значення дуже близькі до найкращих.

**секція**  
**„МЕТЕОРОЛОГІЯ”**

## **ВНЕСОК БЛОКУВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ У ФОРМУВАННЯ ЗНАЧНИХ ДОБОВИХ АНОМАЛІЙ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ОПАДІВ В УКРАЇНІ**

*Базалєєва Ю.О., Балабух В.О., к.геогр.н., ст.н.сп.*

Блокування західного перенесення повітряних мас у середніх широтах, належить до основних форм меридіональної циркуляції атмосфери, які зумовлюють великі аномалії метеорологічних величин та значну кількість небезпечних і стихійних явищ погоди. Важливим показником впливу блокувальних процесів на погодні умови є величина їх внеску у повторюваність кількості днів з екстремальними погодними умовами та кількість випадків з небезпечними явищами погоди.

Для території України проведено оцінка внеску блокування західного перенесення повітряних мас у середній тропосфері та території Євроатлантичного сектору північної півкулі у повторюваність кількості днів із значними аномаліями ( $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ) середньої, мінімальної, максимальної за добу температури повітря, значними аномаліями ( $\geq 20\%$ ) добової кількості опадів, кількість випадків із сильним вітром ( $\geq 25\text{ м/с}$ ) та сильним дощем (15мм і більше за 12 год і менше) у 1981-2010рр. Внесок блокувальних процесів у повторюваність значних добових аномалій температури і опадів визначався для теплого і холодного періодів окремо.

Дослідження блокувальних процесів проводили за щоденними даними висоти геопотенціалу 500 гПа реаналізу ERA-Interim ECMWF у вузлах регулярної сітки з кроком  $1,5^{\circ}$  у період 1981-2010рр. Блокування у кожній точці сітки ідентифікували за умови, коли додатні аномалії лапласіану геопотенціалу перевищували граничне значення (стандартне відхилення геопотенціалу) і зберігались 5 днів і більше. Відбирали випадки, коли такі умови спостерігались над територією України. Для кожної області визначали середнє за добу значення аномалії температури повітря, опадів, кількість випадків із сильним вітром та дощем за рік і для кожної дати із значними аномаліями та небезпечними явищами погоди визначали наявність/відсутність в даному регіоні блокування. За отриманими даними обчислювали відсоток за рік днів зі значними аномаліями метеорологічних величин та днів з небезпечними явищами погоди в регіоні, які спостерігались при наявності блокування. Обчислювали їхні середні багаторічні значення. Аномалії визначали як відхилення добових значень температури і опадів від багаторічного середнього за період 1981-2010 рр

Проведені дослідження показали, що блокувальні процеси зумовлюють у середньому 35% днів із значними додатними аномаліями середньої за добу температури повітря, що спостерігаються на всій території України у теплий період. У холодний період цей внесок майже втричі менший – 13%. Найбільше їх вплив відмічається на сході країни,

особливо у теплий період і сягає 46% у Луганській області. Внесок блокувальних процесів у повторюваність значних від'ємних аномалій середньої за добу температури повітря значно більший, ніж додатних, особливо у холодний період і сягає 40-50%. Аналіз впливу блокування на повторюваність числа днів із значними аномаліями максимальної та мінімальної за добу температури повітря показав, що цей процес більше впливає на формування значних від'ємних аномалій екстремальних температур (40-53%), ніж додатних (16-44%).

Встановлено, що блокувальні процеси зумовлюють від 40 до 45% днів зі значним дефіцитом опадів в Україні. У холодний період такий вплив зберігається на всій території країни, за винятком південно-західних і центральних областей, де він зменшується на 10%. Проте, внесок у формування значних додатних добових аномалій опадів (надлишку вологи) у цьому регіоні на 5-10% більший, ніж на решті території країни і становить 35-40%. У теплий період він посилюється (45-50%) і охоплює уже не лише південні та центральні області країни, а й східні. У західних та північних областях внесок блокінгів у повторюваність кількості днів зі значними додатними добовими аномаліями опадів становить 35-40%. Внесок блокування західного переносу у повторюваність випадків небезпечних опадів перевищує 50% у західних, північних, центральних областях, на північному сході країни та в АР Крим. При цьому в північних областях він на 10-15% більший, ніж у південних.

Від 20 до 30% днів із сильним вітром у східних та південно-східних областях країни зумовлені блокувальними процесами. Їх вплив зменшується з південного сходу на північний захід і на Правобережному Поліссі становить менше 10%. На відміну від числа днів, кількість випадків з сильним вітром, зумовлена блокуванням західного переносу повітряних мас, майже вдвічі більша і сягає 60% і вище. При цьому на території України виділяється вузька смуга, що має найбільшу повторюваність і поширюється із заходу на схід в широтному напрямку через центральні області країни. Вона відповідає зоні великих баричних градієнтів, яка розділяє область високого тиску, розташовану на північ і північний схід і заблоковану область низького тиску на південному заході країни. Внесок блокінгів у цій зоні в повторюваність кількості випадків сильного вітру коливається від 68% на заході у Тернопільській області до 53% у Харківській і Донецькій. На північ і південь від цієї зони вплив блокуючих процесів зменшується. При цьому у північних областях країни він значно менший ніж у південних завдяки тому, що ця територія перебуває під впливом антициклону, на відміну від південних областей, де переважає циклонічна циркуляція і швидкість вітру, відповідно, є більшою.

## **ЗМІНА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПОГОДИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ГАЛУЗЬ УКРАЇНИ**

***Балабух В.О., к.геогр.н., ст.н.сп.***

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України*

Клімат та його зміна суттєво впливають на розвиток енергетичної галузі. Цей вплив насамперед полягає у тому, що кліматичні ресурси визначають потребу в енергії різних регіонів країни і, відповідно, їхня зміна може суттєво змінити тепло- та енергоспоживання регіонів. Кліматичні умови також визначають особливості функціонування та техніко-економічні показники усіх типів електростанцій, тому їх зміна приведе до необхідності коригування проектування та експлуатації електростанцій. Екологічні наслідки діяльності об'єктів енергетики також значною мірою обумовлені кліматичними умовами.

Всі цикли енергетики, такі як виробництво та передача енергії, використання енергії та енергозбереження, добування та транспортування палива а також об'єкти та процеси енергетичних циклів залежать від клімату. При цьому для кожного циклу властиві лише йому кліматичні впливи, які характеризує певний кліматичний показник. Так, генерування енергії залежить від середньої добової температури повітря, температури найбільш холодного періоду та п'ятиднівки, температури найбільш спекотного періоду та повторюваності небезпечних явищ погоди. Робота ЛЕП та підстанцій залежить від ожеледно-вітрового та вітрового навантаження, кількості днів з небезпечними явищами погоди. Споживання електроенергії значною мірою зумовлено середньою, мінімальною та максимальною температурою повітря.

Проведений аналіз кліматичних умов, що впливають на роботу енергетичної галузі України показав, що протягом останніх десятиріч відмічаються їхні суттєві зміни. Так, останні два десятиріччя (1991-2010рр.) виявились найтеплішими не лише за півстоліття, а й, можливо, за увесь період інструментальних спостережень за температурою повітря (з 1890-х років). Середня за рік температура повітря у цей період в країні підвищилась на 0,8°C відносно кліматичної норми. Найбільший внесок у зміну річної температури в Україні мали літній та зимовий сезони. Їх середня температура зросла, відповідно, на 1,1 C° та 1,0°C. При цьому найбільш суттєво підвищилась температура повітря у січні (1,9°C) та липні (1,4°C). Весною середня температура виросла на 0,6°C. Цей ріст значною мірою зумовлений підвищенням температури у березні (1,2°C). Температура повітря восени змінилась несуттєво (0,3°C).

Зростання середньої за рік та місяць температури повітря в Україні зумовлено збільшенням мінімальної та максимальної температури впродовж усього року. При цьому у холодний період переважає ріст

мінімальної температури, а в теплий – максимальної. Наслідком значного зростання максимальної і, особливо, мінімальної температури повітря у холодний період року стало зменшення тривалості холодного періоду на 5-7 днів за 10 років, кількості днів з температурою повітря нижче  $-10^{\circ}\text{C}$  та суворості зими. У багатьох регіонах країни зима з категорії “помірно сувора” перейшла до категорії “мало сувора”. Зменшилась і тривалість опалювального сезону, особливо у південних та західних областях країни та потреби у виробництві теплової енергії тепловими електростанціями і котельними. Протягом 1981-2010рр. тривалість опалювального сезону зменшувалась у середньому на 5 днів за 10 років і на початку XXI ст. становила біля 160 днів у середньому в Україні і 140 днів у південному регіоні. Проте кількість днів з сильним морозом на значній території країни не змінилась, що створює додаткові ризики для енергетики

Суттєво зросла і кількість спекотних днів в Україні, коли максимальна температура повітря перевищує  $25^{\circ}\text{C}$ . Ці зміни становлять у середньому 10 днів за 10 років і коливаються від 5-7 днів на заході до 12-15 днів за 10 років на півдні країни, де на початку XXI століття відмічалось уже до 90 спекотних днів за рік. Збільшується також тривалість періоду з такою температурою та кількість таких періодів, що зумовлює зростання витрат в енергетиці на вентиляцію та кондиціювання.

Суттєве підвищення температури повітря у холодний період зумовило збільшення кількості днів з дощем і зменшення кількості днів зі снігом в країні. Проте повторюваність днів з мокрим снігом суттєво зростає, збільшується і кількість випадків небезпечного та стихійного налипання мокрого снігу (7-8 випадків за 10 років). Найбільші зміни спостерігаються на півночі та сході України, особливо у Чернігівській, Сумській та Харківській областях. У цьому регіоні також відмічається значиме збільшення як середнього так і максимального діаметру відкладень.

Суттєво впливає на всі цикли енергетики і вітровий режим. Встановлено, що протягом 1981-2010 рр. на всій території країни зменшувалась, особливо взимку та восени, середня, максимальна швидкість вітру та кількість днів з сильним вітром ( $15\text{м/с}$  і більше), який є небезпечним для енергетики. Весною та влітку цей процес був менш інтенсивним, особливо у південних і східних областях країни. Проте, повторюваність небезпечних та стихійних шквалів в Україні зростала. Такі зміни відмічаються майже на всій території країни, але у північних і особливо, східних областях країни цей процес супроводжується збільшенням їх швидкості, як середньої, так і максимальної.

Оскільки до середини XXI ст. очікується подальше підвищення температури повітря, зміна режиму зволоження, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних явищ погоди, то вплив погодних умов на різні цикли енергетики буде посилюватись, що вимагає врахування цих змін при розробці Енергетичної стратегії України.

# ПРОГНОЗУВАННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ЗА УМОВАМИ ПОГОДИ В УКРАЇНІ: НЕДОЛІКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

*Балабух В.О., к.геогр.н., ст.н.сп.*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС та НАН України*

Метеорологічні умови є одним із основних чинників, що сприяють виникненню і поширенню природних пожеж. Серед них найбільш значимими є швидкість вітру, температура повітря та ґрунту, вологість повітря, кількість опадів. На основі цих характеристик обчислюються показники пожежонебезпечності, визначається клас і ступінь пожежної небезпеки.

В Україні з 60-х років минулого століття природну пожежну небезпеку визначають за допомогою комплексного показника пожежної небезпеки В.Г.Нестерова (КПН), який характеризує ступінь посушливості погоди і враховує комплексний вплив температури повітря та температури точки роси на лісогорючі матеріали за бездощовий період [2]. Встановлені в 60-і роки минулого століття класи та ступінь пожежонебезпечності для території України було змінено у 2007 році. Внаслідок таких змін поріг V класу пожежної небезпеки (надзвичайна пожежна небезпека), який належить до стихійних гідрометеорологічних явищ погоди, було зменшено вдвічі – з  $10000^{\circ}\text{C}$  до  $5000^{\circ}\text{C}$ . Такі зміни привели до того, що в багатьох регіонах України, особливо в південних та східних областях, уже з квітня місяця ідентифікується надзвичайна пожежна небезпека, яка зберігається практично протягом усього теплого періоду і не відображає реального стану природної пожежної небезпеки. Ці тенденції посилюються протягом останніх років, коли в Україні відмічається суттєве зростання природної пожежної небезпеки, тривалості періоду з високою і надзвичайною пожежною небезпекою, зумовлене підвищенням максимальної температури повітря у теплий період, збільшенням тривалості бездощового та спекотного періодів. За оцінками експертів такі зміни термічного режиму та режиму зволоження в Україні будуть суттєво посилюватись до середини століття і призведуть до збільшення природної пожежної небезпеки, що вимагає удосконалення методики її прогнозування.

Для цього необхідно, насамперед, визначити недоліки існуючої методології, зокрема, встановити залежність кількості лісових пожеж в Україні у сучасний кліматичний період від величини комплексного показника пожежної небезпеки, уточнити відповідність встановлених меж класів пожежонебезпечності реальному розподілу природних пожеж. Крім того, КПН, що використовується в Україні, не чутливий до кількості опадів (обнуляється при випадінні опадів 3мм, хоча пожежі відмічаються і при більшій кількості опадів) і не враховує швидкості вітру, на відміну від його

модифікованих версій, які використовуються в Російській Федерації та в Португалії. Існуюча методологія також не враховує сезонні та регіональні особливості виникнення лісових пожеж.

Проведена оцінка залежності наявності і повторюваності лісових пожеж від величини КПН Нестерова та його модифікованих індексів (португальського PORT та хабаровського, запропонованого Л.І.Сверловою) у районах оперативного реагування ДСНС України показала, що КПН Нестерова, має дуже слабкий і нестійкий зв'язок з наявністю лісової пожежі. Встановлено що найкраще він характеризує умови формування природної пожежної небезпеки у весняно-літній сезон, особливо на Волині. У літньо - осінній сезон КПН не відображає реальних умов виникнення лісових пожеж в країні за винятком Кримського та Дніпровського районів оперативного реагування ДСНС у серпні. Введення поправок на швидкість вітру та кількість опадів дозволяє краще описати сприятливі умови для виникнення лісових пожеж в Україні, що підтвердив аналіз португальського та хабаровського індексів. При цьому виявилось, що індекс PORT, найкраще описує реальні умови формування природної пожежної небезпеки в Україні. Проте ця перевага проявляється лише у літні місяці та переважно у південних і центральних регіонах країни.

За величиною показника пожежної небезпеки визначається клас і ступінь пожежної небезпеки на певній території, відповідно до прийнятої шкали. Для КПН Нестерова шкалу пожежонебезпечності визначають за методикою Н.П. Курбатського [1]. Відповідно до цієї методики межею 1 класу пожежної небезпеки є величина КПН при якій спостерігається до 5% пожеж, 2 класу – 15% пожеж, 3 і 4 класу – по 25% пожеж, а 5 класу – 30% пожеж. Проведений аналіз відповідності прийнятої в Україні шкали пожежної небезпеки за умовами погоди реальному розподілу повторюваності лісових пожеж по класах пожежної небезпеки показав, що вона характерна лише для найбільш пожежонебезпечного регіону країни (Херсонська область) у найбільш пожежонебезпечний період (серпень). В інші місяці та на решті території країни прийнята шкала не відображає реального розподілу повторюваності лісових пожеж, що потребує розробки регіональних шкал пожежної небезпеки з врахуванням сезонності умов формування природної пожежної небезпеки.

#### *Список використаної літератури*

1. Курбатский Н.П. Методические указания для опытной разработки местных шкал пожарной опасности в лесах/Н.П. Курбатский. – Л.: Лениноблиздат, 1954. – 32 с.
2. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения / В. Г. Нестеров. – М.: Гослесбумиздат, 1949. – 76 с.



## ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НИЖНЕГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ НА ЭВОЛЮЦИЮ НИЗКОЙ ОБЛАЧНОСТИ

*Грушевский О.Н. к.г.н., доцент, Ешану А.Е., Мищенко Н.М. к.г.н.  
Одесский государственный экологический университет*

Низкая облачность является одним из важнейших факторов летно-метеорологической обстановки. оснащение ряда аэропортов инструментальными системами автоматической посадки, использующимися как средство наведения (например, ILS, PAR, RMS), и системами автоматического управления или приземления (например, FCS / FGS) не решает проблемы в целом, так как возможность «слепой посадки» в полной мере нереализуема. Указанные выше системы автоматической посадки выполняют лишь вертикальное наведение, выводя воздушное судно по курсу на торец ВПП, а выравнивание и посадка выполняются вручную.

Для всех аэропортов Украины приземление без визуального контакта летчика с ВПП, исключительно в режиме «слепой посадки», является пока нереализуемым. Таким образом, установление визуального контакта с ВПП на уровне не ниже высоты принятия решения (отождествляемой с высотой нижней границы облачности) на сегодняшний день является обязательным элементом безопасной посадки, в противном случае осуществляется уход воздушного судна на второй круг, в зону ожидания или на запасной аэродром.

В большинстве работ внимание уделяется описанию количественных характеристик адвекции, обуславливающей формирование низкой облачности. Динамическая же структура атмосферы при этом является недостаточно освещенным вопросом, что приводит к дефициту количественных критериев прогноза низкой облачности, учитывающих особенности циркуляционных механизмов в зоне её формирования.

Для проведения исследования в качестве исходных использовались данные численной модели GFS (глобальная версия). В частности, производился отбор данных зональной и меридиональной составляющих скорости ветра у земли и на основных изобарических поверхностях (1000, 925, 850 и 700 гПа) с горизонтальным разрешением регулярной сетки точек  $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ . Источником данных являлся оперативный сервер NOMADS Национальной метеорологической службы США.

Расчет и визуализация дифференциальных характеристик поля скорости (вертикальной составляющей вихря скорости  $\Omega_z$  и дивергенции  $D$ ) проводились с помощью алгоритмов и графических процедур АРМ синоптика (версия 7.20 от 04.05.2015 г.), предоставленных его разработчиком В.В. Михайловским и модифицированных авторами для настоящего исследования.

Для изучения влияния пространственно-временной структуры динамических характеристик нижнего (от уровня земли до уровня 700 гПа) слоя атмосферы на эволюцию низкой облачности рассмотрен случай выхода на территорию Украины циклона с юго-запада в период с 05.01.2016 г. по 09.01.2016 г. При этом главное внимание уделялось тем промежуткам времени, в течение которых значения НГО находились ниже отметки 100 м, что привело к нарушению расписания движения воздушных судов в «Международном аэропорту Одесса».

Выполнение процедуры сглаживания временного хода НГО в течение указанного периода методом скользящего среднего, реализованного с помощью встроенного алгоритма программного обеспечения Origin Laboratory 8.0 (функция Smooth), позволило синхронизировать по времени ряды НГО и рассматриваемых динамических характеристик атмосферы (вертикальной составляющей вихря скорости  $\Omega_z$ , его вертикального градиента  $d\Omega_z/dz$ , локальной производной  $\partial\Omega_z/\partial t$ , а также дивергенции  $D$ , её вертикального градиента  $dD/dz$  и локальной производной  $\partial D/\partial t$ ).

Построение корреляционных зависимостей между временным рядом НГО и временными рядами указанных динамических характеристик при помощи встроенного алгоритма программного обеспечения Origin Laboratory 8.0 (функция Signal Processing) позволило установить, что вихрь скорости и его характеристики не оказывают значимого влияния на понижение НГО в отличие от дивергенции и её вертикального градиента. Проверка пиковых значений коэффициента корреляции для каждой информативной характеристики показала их значимость.

Это позволило представить динамику процессов понижения и повышения НГО в виде схемы (рис. 1).

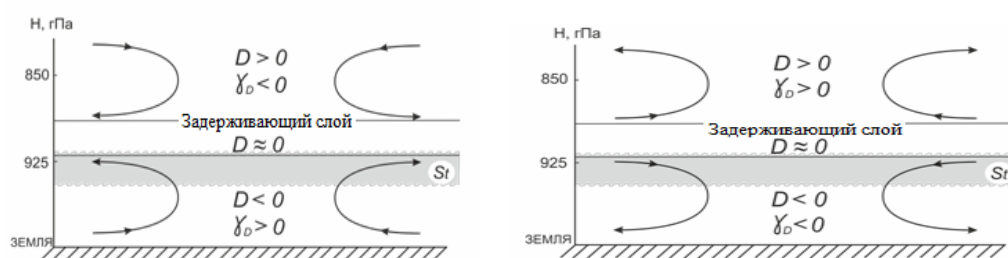


Рис. 1 – Схема влияния дивергенции  $D$  и её вертикального градиента  $\gamma_D$  на процессы понижения (а) и повышения (б) НГО.

Построение пространственных вертикальных разрезов через области с минимальными значениями нижней границы облачности ( $H_n < 100$  м) подтверждают полученные выводы, а именно наличие очагов с отрицательными значениями дивергенции у поверхности земли и их постепенное ослабление до уровня 925 гПа, а также области с её положительными значениями выше уровня 850 гПа.

## **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕЯКИХ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ ЄС ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ**

*Дворецька І. В., к.г.н, Баштаннік М. П., Надточій Л. М.,*

*Олексієнко І. М., к.г.н, Савенець М. В.*

*Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ*

Імплементація нормативних документів ЄС у сфері оцінки якості атмосферного повітря [1] передбачає застосування вимог Директив 2004/107/ЄС [2] та 2008/50/ЄС [3] Європейського Парламенту та Ради для території України. Згідно з останніми, базовими елементами для оцінки якості атмосферного повітря є зони та агломерації, які мають бути встановлені та класифіковані. На основі класифікації має розроблятися мережа пунктів спостережень.

Таким чином, з урахуванням нормативних документів ЄС [2, 3] на основі картографічних матеріалів про чисельність та густоту населення та фізико-географічні умови території України, кадастрової інформації про викиди згідно з [4], аналізу концентрацій забруднювальних речовин на території України виділено 62 зони і 49 агломерацій для оцінки якості атмосферного повітря.

Згідно вимог [2, 3] проведено класифікацію зон та агломерацій за якістю атмосферного повітря, виділених на території України та відзначено, що всі зони та агломерації мають обов'язково класифікуватись за п'ятирічний період за встановленими вимірювальними величинами. Проте, результати спостережень української мережі гідрометслужби за даними Центральної геофізичної обсерваторії за 2010 – 2014 рр. дають можливість класифікувати зони та агломерації на основі річного осереднення діоксиду азоту, діоксиду сірки, пилу, свинцю, кадмію, бенз(а)пірену, нікелю, оксиду вуглецю.

Українська вимірювальна мережа формувалась згідно з РД 52. 04. 189-91 [5] і при виборі пунктів спостережень враховувались лише промислове навантаження (наявність великих промислових підприємств і інших організованих джерел викидів, об'єми викидів забруднювальних речовин, в тому числі і автотранспорту) та кількість населення. Тому дані, отримані на такій мережі, характеризують рівень забруднення, спричинений викидами різного роду джерел (промислових і автотранспорту). Згідно [2, 3] найголовнішим фактором при виборі пунктів спостережень є кількість та густота населення. При чому є також вимоги до розміщення пунктів в сільській місцевості. Таким чином, на основі аналізу кількості та густоти населення, результатів класифікації зон та агломерацій за якістю атмосферного повітря, та обсягів викидів за 2010 –

2014 рр. [4] розроблено попередній перелік пунктів, рекомендованих для проведення спостережень (рис.1).

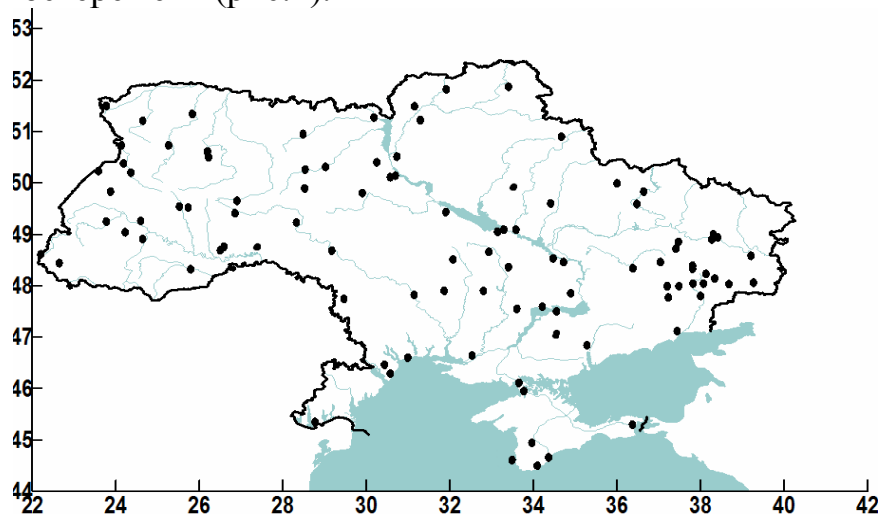


Рисунок 1 – Пункти спостережень, що можуть бути рекомендовані для проведення вимірювань

Слід зазначити, що рекомендовані пункти, крім сільських, в основному будуть характеризувати підвищений рівень забруднення в межах зони. Для визначення інших пунктів спостережень, що в загальному характеризують рівень забруднення зони та уточнення зазначеного переліку, необхідно проведення додаткових вимірювань.

#### *Список використаної літератури*

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 р. №847-р. - Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/847-2014-%D1%80>.
2. Директива 2004/107/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 15 грудня 2004 року щодо миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю та поліциклічних ароматичних вуглеводнів у навколишньому повітрі. / Офіційний переклад // Офіційний вісник Європейського Союзу – 2005. – с. 3-16.
3. Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи/ Офіційний переклад. //Офіційний вісник Європейського Союзу – 2008. с. 1-44.
4. Регіональні доповіді про стан навколишнього середовища [Електронний ресурс] // Міністерство екології та природних ресурсів України. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.menr.gov.ua/dopovidi/regionalni/4756-rehionalni-dopovidi-pro-stand-navkolyshnoho-pryrodnoho-seredovyscha-u-2014-rotsi>.
5. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Руководящий документ. Москва

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ КУЛЕПІЛОТНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ**

*Єшану О.Є.*

*Одеський державний екологічний університет*

У рамках дослідження для метеорологічного забезпечення парашутних стрибків розроблено програмне забезпечення «КПС» («Кулепілотні спостереження»). Його призначенням є автоматизація обробки даних кулепілотних спостережень, прогностичних даних чисельних моделей або будь-яких інших даних про вітер з метою використання результатів розрахунку під час організації та проведення парашутних стрибків.

Використання результатів розрахунку за допомогою зазначеного програмного забезпечення дозволяє встановити знос парашута від точки викиду й розробити рекомендації щодо вибору координат точки викиду.

В якості інструменту для розробки «КПС» було використано інтегроване середовище розробки Embarcadero C++Builder XE4, що входить до складу Embarcadero RAD Studio XE4. Для візуалізації графіків задіяні можливості бібліотеки графічних компонентів TeeChart Pro, розробленої компанією «Steema Software SL». Основним методом розробки програми є візуальне об'єктно-орієнтоване програмування мовою C++. Геодезичні обчислення виконуються в системі координат WGS-84.

Програма «КПС» забезпечує:

- а) повнофункціональний графічний інтерфейс користувача для введення та відображення даних у двох форматах (у вигляді кутів або даних про вітер на висотах);
- б) можливість збереження вихідних даних (у двох форматах) у вигляді текстового файлу, а також завантаження даних, збережених раніше;
- в) додаткові процедури з редагування та інтерпретації вихідних даних, що дозволяють швидко модифікацію даних в польових умовах: сортування стовбців даних, а також можливість ідентифікації та урахування наявності неповних або відсутніх даних;
- г) графічне відображення тривимірного профілю та годографу вітру, проекції траєкторії кулі-пілота на поверхню землі та зносу парашута в полярній системі координат, а також побудову графіка вертикального профілю швидкості вітру по висотах;
- г) можливість зміни параметрів побудованих графіків: поворот тривимірних графіків навколо осей, масштабування осей та ін.;
- д) табличне відображення напрямку та швидкості вітру по висотах;
- е) розрахунок напрямку та швидкості середнього вітру в шарі стрибка (при використанні даних про вітер розрахунок базується на основі формул балістичного вітру, наведених в [1, 2]), а також положення точки викиду.

Вихідними даними є результати кулепілотних спостережень, які у відповідні поля віконного інтерфейсу програми (у вкладці «Дані про кути (куля-пілот)», представлений на рис. 1) вводить користувач, а саме:

- а) вертикальна швидкість кулі-пілота (м/хв);
- б) висота стрибка (м) – висота, на якій відбувається розкриття парашута (вільне падіння парашутиста не враховується);
- в) наявний набір даних кулепілотних спостережень з будь-якими часовими інтервалами між окремими вимірюваннями (по рядках таблиці) у форматі «час (хв) – горизонтальний кут (град.) – вертикальний кут (град.)».

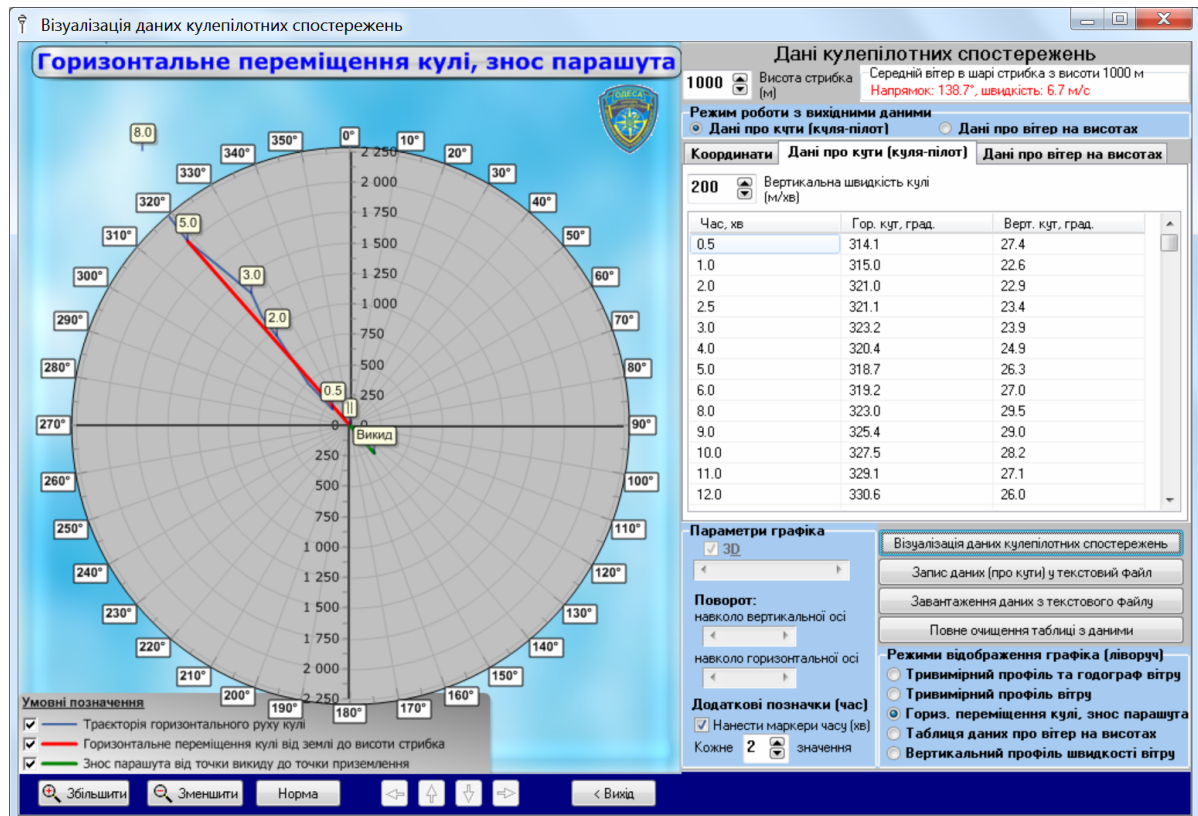


Рисунок 1 – Інтерфейс програмного забезпечення «КПС».

### Список використаної літератури

1. Corley M.S., Yakimenko O.A. Computation of the safety fans for multistage aerodelivery systems // 20th AIAA Aerodynamic Decelerator Systems Technology Conference and Seminar and 18th AIAA Lighter-Than-Air Systems Technology Conference and AIAA Balloon Systems Conference 2009, Seattle, Washington, 4-7 May 2009. – USA: American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 2009. – P. 1095–1107. – AIAA 2009-3003. – DOI 10.2514/6.2009-3003.
2. Precision Aerial Delivery Systems: Modeling, Dynamics, and Control / ed. by Oleg A. Yakimenko. – Arlington (VA): American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 2015. – 937 p. – (Progress in Astronautics and Aeronautics). – ISBN 978-1-62410-195-3.

## ОБРАБОТКА ДАННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ РАДАРОВ В УНИФИЦИРОВАННОМ ФОРМАТЕ

*Иванов С.В., д.геогр.н., Паламарчук Ю.О., к.геогр.н., Рубан И.Г., к.ф.-м.н.  
Одесский Государственный Экологический Университет*

Исследование мезомасштабных процессов вышло на передовой рубеж наук об атмосфере после того, как были созданы новые возможности отслеживания локальных и региональных метеорологических явлений с использованием дистанционных методов зондирования с высоким разрешением. Переход на цифровую обработку сигналов позволил получить количественные оценки влагосодержания в атмосфере, энергии фазовых переходов, доступной потенциальной энергии, которые способствовали формированию новых представлений в мезометеорологии. В частности, уточнена роль нелинейных взаимодействий, имеющих место в мезомасштабном диапазоне изменчивости, в общей энергетике атмосферы. На долю этих процессов приходится значительная часть общего баланса энергии атмосферы, потоков тепла и влаги. Однако знания о таких процессах остаются все еще несовершенными, а качество информации о них из наблюдений недостаточно.

На повестке дня стоит вопрос цифровой обработки радарных данных и их усвоения в моделях атмосферы. Для решения технологических проблем, связанных с алгоритмизацией обработки, пре-процессинга и унифицированного представления данных в стандартных форматах в 2009 г. был запущен проект OPERA (<http://www.eumetnet.eu/opera>), цели которого включают:

- объединение усилий для создания единого информационного пространства и обмена данными;
- развитие, генерация и обмен данными радаров высокого разрешения для создания композиционных продуктов в оперативном режиме.

Дальнейшее развитие численных моделей прогноза погоды, используемых в консорциумах ALADIN (<http://www.cnrm-game-meteo.fr/aladin/>) и HIRLAM (<http://hirlam.org>), и совершенствование инструментальной и программной базы хранения и работы с метеорологическими архивами привело к созданию формата ODIM (Opera Data Informational Model) HDF, который с 2016 г. стал базовым для архивации данных радаров в модели Harmonie.

Одним из этапов реализации стал проект BALTRAD (2009-2012 гг.) (<http://baltrad.eu/>), который включал как экспериментальную наблюдательскую часть BALTEx, так и коммуникационную (<http://www.baltex-research.eu/>). Последняя заключалась в разработке архитектуры сети для осуществления обмена и обработки данных метеорологических радаров в режиме реального времени. Разработанная



система позволяет получать точную и своевременную информацию о полях различных типов осадков (дождь, снег, град) и характеристик ветра с высоким пространственным разрешением.

Как составная часть Европейских проектов в ОДЕКУ/ОНПУ был разработан программный код для работы в OS UNIX/Linux и преобразован в Matlab для работы в OS Windows. Пакет позволяет обрабатывать и воспроизводить трехмерные изображения осадков в атмосфере, как с отдельных радаров, так и формировать мозаику из нескольких радаров; выделять и отфильтровывать аномалии, не связанные с атмосферными характеристиками; задавать желаемую цветовую палитру и прозрачность изображений; формировать выходные файлы в текстовом или ином доступном в Matlab формате (см. рис.).

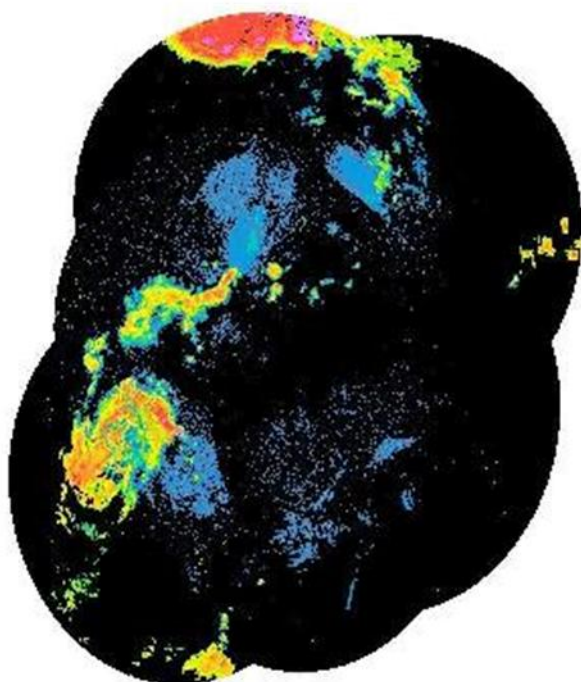


Рисунок - Композиционное изображение данных 6-ти радаров в декартовых координатах

В отдельном блоке программного обеспечения (ПО) собраны функции выявления и удаления аномалий, не связанных с поляриметрическими данными об облаках с осадками, а обусловленных насекомыми, птицами, самолетами, кораблями, шероховатостью подстилающей поверхности, электромагнитными источниками. Обработка данных в этом блоке реализуется в два этапа. На первом этапе проводится идентификация аномалий, а затем их удаление из исходных данных. Такой подход обеспечивает согласованность данного ПО

с другими программами обработки данных и соответствует требованию ODIM по обеспечению пользователя возможностью работать как с исходными, так и с отфильтрованными данными. При идентификации аномалий применялись как гранулированные (пятнистые) детекторы, так и различные пороговые значения отраженного сигнала для биометеоров и самолетов. В расчетах использовались нечеткие функции (fuzzy function), отображающие сигнал/шум в виде непрерывных значений истинности от 0.0 (шум) до 1.0 (сигнал).



## ФОРМУВАННЯ НИЗЬКИХ СТРУМЕНІВ НАД ПІВДНЕМ УКРАЇНИ У ТЕПЛЕ ПІВРІЧЧЯ

*Г.П. Івус, к.геогр.н., проф., Е.В. Агайар, к.геогр.н., доц.,  
А.Б. Семергей-Чумаченко, к.геогр.н., доц., А.П. Дмитренко, асп.*

Вимоги до безпеки господарської, авіакосмічної та інших сфер антропогенної діяльності в нижньому двокілометровому шарі атмосфери, необхідність моніторингу рівня забруднення повітря і забезпечення захисту населення у випадках техногенних і природних катастроф, зв'язок струминної течії нижніх рівнів (СТНР) з небезпечними та стихійними гідрометеорологічними явищами роблять проблему детального вивчення режиму температурно-вітрових аномалій першочерговою.

Діагноз і прогноз СТНР атмосфери є найбільш складною проблемою синоптичної метеорології. Це пояснюється тим, що контактні вимірювання характеристик СТНР практично не реальні із-за малого розміру самих СТНР і їх нерівномірного розташування в просторі. Тому виявлення і, тим більш, прогноз СТНР можливий лише за типом макро- і мезомасштабних баричних полів та цілому комплексу характеристик глобального і локального типу, присутній в самому процесі утворення струменів.

В якості вихідних матеріалів використовуються данні аерологічного зондування на станціях Одеса і Сімферополь за 00 UTC теплих піврічч 2001-2010 рр. Для уточнення конкретних синоптичних ситуацій долучались також синоптичні карти усіх рівнів (кільцева, приземна, АТ-925, АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ-500/1000) з архіву АРМсин кафедри.

За період дослідження в Одесі проведено 1219 (67 %) випусків радіозондів, а в Сімферополі – 1054 (58 %). Незважаючи на порівняно невелику різницю в кількості випусків, над Одесою СТНР утворювались частіше в два рази (94 випадки), чим над Сімферополем (46 випадків). Чому, мабуть, сприяють орографічні особливості території, на якій розташована Одеса.

Одеса розташована на Причорноморській низовині, а Сімферополь - над річкою Салгир, на північних схилах Кримських гір, між двома пасмами його передгір'я. Вплив рельєфу на метеорологічні величини різнобічний і визначається зміною висоти місцевості над рівнем моря, різноманітністю форм рельєфу, крутизною схилів та їх орієнтацією відносно сторін світу та повітряних течій. Значний вплив на метеорологічні параметри, в тому числі й вітер приземного шару атмосфери, впливає ландшафт. У Степу більша частина території розорана і зайнята культурною рослинністю, ліси збереглися лише у вигляді невеликих ділянок і становлять 9 %. Для Криму характерна висотна поясність ландшафтів. На схилах Кримських гір переважають ліси з дуба, бука, сосни, на яйлах — гірсько-степова рослинність, на Південному березі Криму — дубово-ялівцеві ліси (3,5 %) з домішками листопадних та вічнозелених рослин середньоземноморського

типу. Різноманітність земної поверхні у теплий період року значною мірою впливає на формування контрастів у розподілі температури, конвекції, швидкості та напрямку вітру, як у поверхні землі, так і у граничному шарі.

Низькотропосферні струмені частіше розташовуються в 300 - кілометровій зоні перед теплим фронтом, попереду чи перетинаючи холодний фронт і в штормовій зоні зіткнення анти- і циклонічних циркуляцій. В залежності від місця їх розташування вони будуть мати різну інтенсивність (за типом Куетта або Пуазейля) і протяжність, тобто відноситись до мезо- або  $\alpha$  - синоптичного масштабу. У теплу пору року над Одесою і Сімферополем в основному спостерігаються плоскі підінверсійні струмені по типу течій Куетта. Їх інтенсивність не перевищує  $16 - 17 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , а товщина 100 – 200 м.

Найбільш інтенсивна (  $34 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  ) струминна течія відмічена над Одесою 25.06.2009 року. Територія України знаходилась між двома баричними утвореннями: циклоном з центром над Белградом і обширним антициклоном, центр якого знаходився в районі Архангельська. Це струмись по типу течії Пуазейля, коли мало місце тривале за часом меридіональне вторгнення впродовж декількох діб.

Над Сімферополем 04.07.2001 р. у граничному шарі атмосфери сформувався каскадний профіль СТНР (рис.1), при наявності приземної інверсії до висоти 160 м, інтенсивністю  $1,6^\circ\text{C}$ . Утворенню струменя сприяли, як синоптичний процес, так і рельєф місцевості.

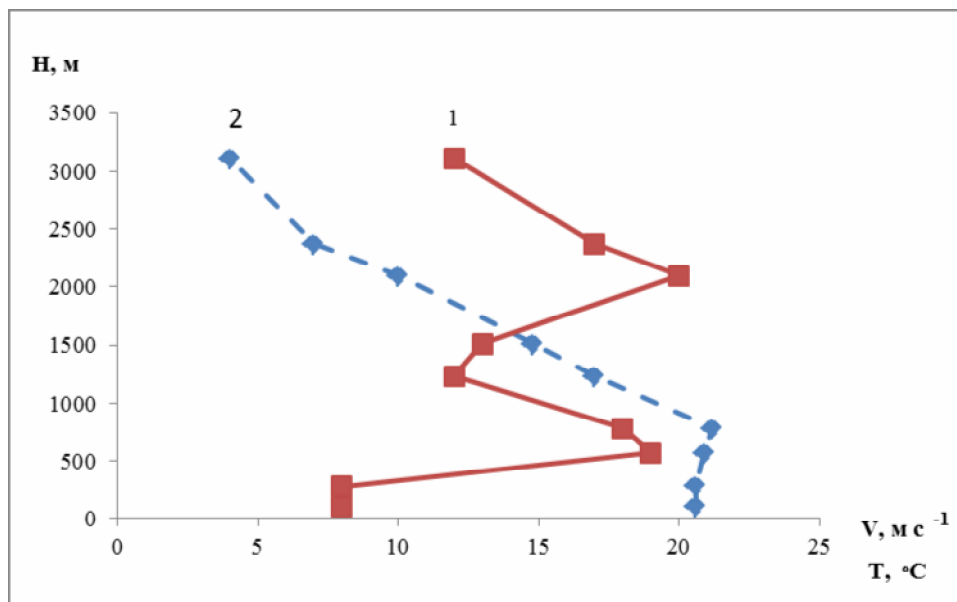


Рис. 1 - Вертикальний профіль швидкості вітру та температури при інтенсивному СТНР над Сімферополем 04.07.2001 р.  
(1 - швидкості вітру, 2 –температура)

Коли Сімферополь знаходиться між двома баричними утвореннями: гребнем антициклону і улоговиною циклону.

## НАУКОВІ ШКОЛИ КАФЕДРИ МЕТЕОРОЛОГІЇ ТА КЛІМАТОЛОГІЇ ОДЕКУ ТА ЇХ РОЛЬ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ

*Івус Г.П., к.геогр.н., проф., Хоменко Г.В., к.геогр.н., доц.,  
Семергей-Чумаченко А.Б., к.геогр.н., доц.  
Одеський державний екологічний університет*

В науково-технічній революції, яка відбувалась з середини 40-х років минулого століття, значна роль належить вченим-метеорологам.

Великим досягненням в області теоретичної та експериментальної метеорології сприяли такі фактори, як розвиток аерологічної мережі, що з'явилося джерелом нової інформації про стан атмосфери в різних її шарах і визначило поширення синоптичних досліджень. Поряд з цим використання ефективних методів аналізу експериментальних даних (зокрема, статистичних методів) дозволяло вченим виявляти важливі закономірності у розвитку атмосферних процесів різних масштабів. І нарешті розвиток чисельних методів розв'язання нелінійних задач надав вченим можливість вивчати не тільки фізику утворення атмосферних рухів різних масштабів, а і складні умови їх взаємодії.

Успіхи метеорологічної науки надихали вчених на неперервну роботу в окремих її областях, що привело до формування наукових шкіл в науково-дослідних інститутах та навчальних закладах.

В 60-ті роки в Одеському гідрометеорологічному інституті багато уваги приділялося вивченню локальних метеорологічних процесів, які суттєво впливають на формування погоди і клімату певних географічних районів, тобто опановувалися нові для того часу наукові напрями в метеорології – мезометеорологія та мезокліматологія.

Ініціатором і організатором цих досліджень був завідуючий кафедрою «Общая метеорология» Бурман Еммануїл Аронович. Ним були організовані чисельні експедиції для дослідження гірсько-долинної циркуляції на Північному Кавказі, фенів в Карпатах, бризової циркуляції на узбережжі Чорного моря. Монографія Е.А. Бурмана, яка присвячена місцевим вітрам не тільки на території СРСР, а і на всіх континентах, крім Австралії, містить енциклопедичні відомості про умови утворення та структуру мезомасштабних циркуляцій в різних фізико-географічних районах і тому залишається актуальною і в теперішній час і цитується багатьма зарубіжними вченими.

В дослідженнях за тематикою наукової школи, яку очолював Е.А. Бурман, активну участь приймали студенти, аспіранти, а також асистенти та викладачі кафедри метеорології. Багато хто з них захистили кандидатські дисертації: Івус Г.П., Зоріна Г.І., Борисова С.В., Іванова С.М., Катеруша Г.П., Тінгаєва Г.О., Ємшанова Н.В.

В теперішній час школу очолює професор, к. геогр. н. Івус Г.П., під керівництвом якої захищено вже 10 кандидатських дисертацій. Всі роботи виконані в рамках науково-дослідних тем, які розробляються на кафедрі в останні роки, і стосуються проблем дослідження умов утворення та прогнозування небезпечних явищ погоди на території України в умовах змін клімату.

До учнів Е.А. Бурмана можна віднести талановитих вчених професорів ОГМІ Шнайдмана В.А., Тарнопольського А.Г., Ківганова А.Ф., під керівництвом яких розвивались нові напрями метеорологічної науки. такі як гідродинамічне моделювання атмосферних процесів в граничному шарі атмосфери, дослідження атмосферних фронтів та процесів циклогенезу. За цими темами захищені кандидатські дисертації багатьма аспірантами, в тому числі і зарубіжними. Аспіранти А.Ф. Ківганова Хохлов В.М. і Семенова І.Г. захистили вже і докторські дисертації, їх наукові інтереси пов'язані з сучасними актуальними проблемами щодо змін кліматичних умов на земній кулі та їх наслідків.

Засновником другої наукової школи на кафедрі метеорології та кліматології є доктор географічних наук, професор Шнайдман В.А. В теперішній час школу очолює доктор фізико-математичних наук, професор Степаненко С.М.

Науковцями кафедри в рамках зазначеної наукової школи, виконуються дослідження в багатьох напрямках: розробка методик дослідження складних природних процесів в прикордонних шарах атмосфери і океану (моря) на основі теорії геофізичного шару, визначення ролі мезомасштабних і конвективних процесів в циркуляції атмосфери: дистанційне зондування і моделювання з високим просторовим розділенням; прогноз змін стану регіонального клімату, оцінка вразливості та адаптація галузей економіки України до змін клімату, оцінка впливу екстремальних атмосферних явищ на окремі галузі економіки України в умовах змін клімату; розробка та вдосконалення методів прогнозу метеорологічних умов забруднення атмосфери над промисловими районами міст; метеорологічні складові екологічних ризиків систематичного забруднення атмосфери; кількісні характеристики циркуляційного та турбулентного режиму граничного шару атмосфери Північного Причорномор'я для цілей вітроенергетики.

Під керівництвом вчених кафедри студенти виконують наукові роботи на конкурси, виступають з доповідями на звітних студентських конференціях та конференціях молодих вчених (в тому числі на Всеукраїнських та міжнародних), публікують статті в наукових журналах.

Все це сприяє поглибленню знань студентів, розширенню їх ерудиції в області метеорологічної науки і, таким чином, покращує якість підготовки спеціалістів.

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАТИСТИЧНИМИ ПРОГНОЗАМИ ВИСОКИХ РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

*Козленко Т.В., Кінтенко Є.М., к.г.н.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Однією із важливих складових програми захисту атмосферного повітря від забруднення є своєчасне і ефективне прогнозування погодних умов, які сприяють формуванню високих рівнів забруднення.

Розвиток методів прогнозування щодо забруднення атмосферного повітря ґрунтується на результатах теоретичних і експериментальних досліджень закономірностей поширення домішок від забруднювальних джерел. Умовно можна виділити три напрямки методів прогнозування щодо забруднення атмосферного повітря. Перший з них базується на теорії турбулентної дифузії в атмосферному повітрі та рівнянь дифузії, другий — на числовому вирішенні рівнянь гідродинаміки атмосферного повітря; третім шляхом вивчення забруднення атмосфери є статистичні методи, що мають найбільше поширення на території України [1,2].

Основу статистичного методу короткострокового прогнозу забруднення атмосферного повітря міста складають дані забруднення та метеорологічні особливості досліджуваної території. На забруднення атмосферного повітря впливає комплекс метеорологічних чинників. Цей комплекс встановлюється шляхом статистичного аналізу зв'язку забруднення з метеорологічними умовами в кожному конкретному місті.

Для розроблювання схем прогнозування забруднення повітря в місті використовують різні методи статистичного аналізу. Вибираючи метод, перевагу віддають такому, що дозволяє максимально виявити зв'язки забруднення з метеорологічними величинами, визначити основні фактори коливання концентрацій різних домішок у повітрі міста, дати задовільні оцінки справджуваності прогнозу і адекватно відтворити процес забруднення. Головним для статистичного аналізу є об'єктивне встановлення зв'язків між забрудненням та метеорологічними величинами. Вибрані предиктори повинні бути статистично значущі.

Найбільш прийнятним для практичного використання в оперативній роботі є метод множинної лінійної регресії з врахуванням нелінійності зв'язків. При цьому розрахунок схеми прогнозування доцільно робити кроковим способом, що дозволяє відбирати інформативні предиктори та розраховувати рівняння регресії і його статистичні оцінки на кожному кроці. Отже, з'являється можливість з кількох рівнянь вибрати найкраще. Отримані коефіцієнти множинної лінійної регресії, критерії Фішера і Ст'юдента визначають потребу включення в рівняння нових факторів. Методом найменших квадратів розраховують прогностичні рівняння регресії, оцінюють їхню справджуваність. Побудова рівняння закінчується

на тому кроці, після якого підвищення множинного коефіцієнта кореляції стає не значущим.

В якості характеристики забруднення атмосферного повітря використано середню по місту концентрацію домішки, нормовану на середню за сезон. До головних предикторів, що формують рівень забруднення атмосфери, належать: напрям та швидкість вітру, температура повітря, тип синоптичного процесу. Крім цього, у прогностичних схемах враховується величина концентрації в попередню прогнозу добу.

В УкрГМІ впродовж багатьох років проводяться дослідження щодо розроблювання прогностичних схем методом множинної регресії. Для її реалізації для кожного міста розроблена своя прогностична схема короткострокового прогнозу забруднення атмосферного повітря з врахуванням особливостей розповсюдження шкідливих домішок і метеорологічних умов формування високих рівнів забруднення.

Вплив метеорологічних величин на розсіювання домішок у різних населених пунктах неоднорідний. По-перше, розсіювальна здатність атмосфери на території України неоднакова, по-друге, у кожному із цих пунктів одночасно функціонують джерела різної висоти, що викидають газові домішки неоднакової температури. У зв'язку із чим під час однотипних погодних процесів у різних містах часто можна спостерігати суттєві відмінності режиму забруднення повітря, тому є потреба розробляння прогностичної схеми для кожного міста окремо. Враховуючи неоднорідність підстильної поверхні території України та різну розсіювальну здібність атмосфери (по території України  $k_1$  змінюється від 0,14 до 0,22 м<sup>2</sup>/с), схеми прогнозу забруднення атмосфери розроблені для міст, розташованих в різних фізико-географічних умовах (Чернівці, Черкаси, Луцьк, Запоріжжя, Дніпропетровськ, Луганськ, Донецьк, Одеса та інші).

Оцінка справджуваності розроблених прогностичних схем свідчить про їх практичну прийнятність. Загальна справджуваність прогнозу складає 75 – 90%, справджуваність випадків високого рівня забруднення приблизно така ж. Позитивні наслідки дає перетворення предикторів. Зв'язки між перетвореними предикторами і предиктантом стають лінійними. Це дає підставу розробляти прогностичну схему з використанням методу множинної лінійної регресії [2].

### *Список використаної літератури*

1. Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України. К. Державна гідрометеорологічна служба, 2010.
2. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы.- Л.: Гидрометеиздат, 1991.-223 с.

## **НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА ЗА ОСОБО ОПАСНЫМИ ЯВЛЕНИЯМИ ПОГОДЫ**

*Кривобок О.А., Кривошеин А.О.*

*Украинский гидрометеорологический институт, Киев*

Рассматриваются современные технические и технологические возможности мониторинга за особо опасными явлениями погоды, как правило, наблюдающиеся в теплое время года. В Украинском гидрометеорологическом институте за последнее время были установлены система приема спутниковой информации и система грозопеленгации.

Основной особенностью современных метеорологических спутников является наличие на своем борту разнообразной многоспектральной аппаратуры, что позволяет определять разные метеорологические характеристики облачности, земной поверхности и атмосферы с использованием RGB-цветовой модели для визуализации, получаемых спутниковых данных.

Достаточно очевидно, что традиционное представление в черно-белой цветовой гамме данных с метеорологических спутников, и соответственно их дальнейший анализ, является не достаточно эффективным по нескольким причинам. Первая – анализируется только одно или последовательно несколько спектральных изображений, что усложняет получение комплексной оценки того или иного исследуемого объекта. Вторая - по цветовой черно-белой гамме иногда сложно определить метеорологический объект или его состояние. Представление спутниковых изображений в виде RGB-цветовой модели позволяет решить выше указанные проблемы. RGB изображение является композиционным, в данном случае оно состоит из трех спектральных изображений и позволяет отобразить определенной цветовой гаммой метеорологический объект его состояние или фазу развития.

Для того, чтобы построить соответствующее RGB изображение, необходимо знать какие метеорологические или физические

характеристики облачности, земной поверхности или атмосферы отображаются в спектральных каналах спутников. Причем в качестве входных данных для построения RGB изображений могут использоваться не только сами спектральные каналы спутников, но и их разница, что тоже отображает метеорологические или физические характеристики исследуемого объекта.

Наиболее эффективно использование RGB моделиза особо опасными конвективными явлениями погоды. При их формировании используются каналы в видимом диапазоне в ближней инфракрасной и инфракрасной областях.

В 2016 году сотрудниками УкрГМИ был создан Украинский сегмент сети грозопеленгации компании EarthNetworks (США), который является первой системой установленной на территории Украины, позволяющей в реальном режиме времени отслеживать грозовую активность. Соответствующие датчики были установлены на 12 метеорологических станциях по территории Украины. Эти датчики позволяют с высокой точностью фиксировать как межоблачные, так и разряды земля-облако, что подтверждено сравнением с данными метеостанций.

Поскольку, система грозопеленгации предоставляет не только информацию о текущих грозах и молниях, но и дает возможность предупредить наступление грозового фронта, в будущем планируется разработать систему автоматического оповещения выбранных районов о наступлении грозы и других опасных метеорологических явлений, таких как: шквальный ветер, ливень и град.

Таким образом, установленный Украинский сегмент сети грозопеленгации и грозооповещения, наряду с построенной в УкрГМИ инфраструктурой обработки, визуализации и распространения спутниковых данных через систему EUMETCast является важным инструментом как для исследовательских целей, так и обеспечения деятельности различных категорий потребителей.



# ПРОГНОЗ СИЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ WRF 13 ИЮЛЯ 2016 ГОДА

*Лаппо П.О., Прохареня М.И.*

*ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии,  
контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей  
среды», Республика Беларусь*

Одним из последствий изменения глобального климата в регионе Восточной Европы и Республики Беларусь является увеличение числа опасных гидрометеорологических явлений на территории Беларуси, таких как сильный ливень, град, шквалы.

Для составления прогнозов погоды, в том числе и прогноза опасных явлений, с 2014 года в Гидрометеиспользуется мезомасштабная численная модель WRF-ARW. Использование данной модели позволяет по косвенным метеорологическим характеристикам спрогнозировать такие локальные опасные явления погоды как, сильный дождь, шквалы и т.д..

В данном исследовании рассматривается вопрос возможности прогноза сильных осадков на территории Республики Беларусь с помощью модели WRF-ARW 13 июля 2016 года (табл.1).

Около 12 часов UTC по территории Беларуси наблюдалось прохождение мезомасштабной конвективной системой, включающей системы глубокой конвекции и представленные группами кучево-дождевых облаков и линиями шквалов, по классификации данный комплекс относится к мезо- $\alpha$  масштабу (мезомасштабный конвективный комплекс (МКК))[1]. Были зафиксированы сильные осадки (до 43 мм), шквалистые усиления ветра и значительная грозовая активность.

*Таблица 1 - Параметры моделирования случая 13.07.2017*

|                               |                                                                       |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Модель                        | WRF-ARW 3.7                                                           |
| Начальные и граничные условия | GFS                                                                   |
| Разрешения                    | 15 и 3 км                                                             |
| Заблаговременность            | 48 часов (каждый час)                                                 |
| Параметризации                | WSM6, погранслои – MM5, радиация – RRTM, без параметризации конвекции |

С помощью модели WRF-ARW была сделана попытка спрогнозировать местоположение и время возникновения МКК. Для идентификации положения зон активной конвекции был использован

расчет аномалии потенциального вихря на верхней границе тропосферы. Формирование максимума изэнтропического вихря (аномалии) приводит к уменьшению конвективной устойчивости в нижних слоях, уменьшению энергии противодействия конвекции (CIN) и увеличению доступной потенциальной энергии конвекции (CAPE) (рис.1).

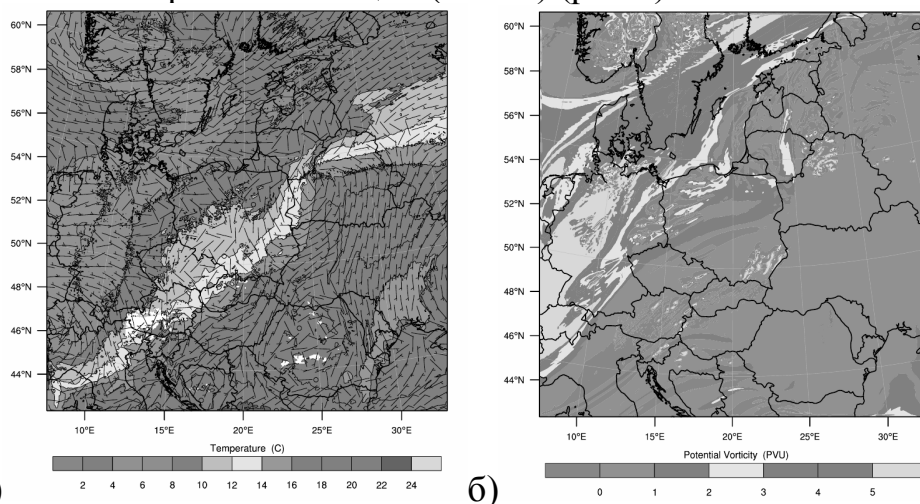


Рисунок 1 - а) Температура 850 гПа(С°), б) аномалия потенциального вихря (PVU)

Оправдываемость для территории Беларуси была достаточно высокой (80-82%) на 12 часов. Количество верно предупрежденных событий осадков колебалось от 79-97%, что говорит о достаточно высоком показателе обнаружения явления. Критерий Пирси-Обухова  $-0.31$  для 15 км,  $0.62$  для 3 км. Это свидетельствует о практической значимости прогноза осадков с разрешением в 3 км (табл.2). Объект-ориентированная оценка показала смещение зон максимумов осадков относительно данных ДМРЛ.

Таблица 2- Статистическая оценка прогноза количества осадков для Беларуси на 13.07

| WRF-ARW, +12/+24                        | +12  |      | +24  |      |
|-----------------------------------------|------|------|------|------|
|                                         | 15   | 3    | 15   | 3    |
| Доля правильных прогнозов, %            | 82   | 80   | 88   | 84   |
| Предупрежденность наличия события, %    | 97   | 79   | 50   | 62   |
| Предупрежденность отсутствия события, % | 33   | 83   | 95   | 88   |
| Индекс критического успеха, %           | 0.8  | 0.75 | 0.4  | 0.38 |
| Критерий Пирси-Обухова                  | 0.31 | 0.62 | 0.45 | 0.51 |

#### Список использованных источников:

1. Вельтищев Н.Ф., Степаненко В.М. Мезометеорологические процессы Учебное пособие. – М.: МГУ, 2006. – 101 с.

# ПЕРШИЙ УКРАЇНСЬКИЙ ПРОЕКТ ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯ ЗИМОВИХ ОПАДІВ ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ

*Лєсков Б.Н.<sup>1</sup>, Кудрявцева С.К.<sup>2</sup>*

*Український гідрометеорологічний інститут<sup>1</sup>,  
Дніпровський Державний аграрно-економічний університет<sup>2</sup>*

**Вступ.** В період 1959-1970 рр. в Українському гідрометеорологічному інституті завершився науковий (пошуковий) етап експериментальних досліджень можливості збільшення кількості зимових опадів шляхом активних впливів на хмари шаруватих форм (Ns-As, Sc, St, Acop). Результатом цих досліджень був висновок, що регулярні впливи на всі зимові хмари, придатні для засівів різними реагентами, можуть збільшити сезонну суму опадів на 35-40%. Цей обнадійливий результат поставив питання про початок виробничих робіт для практичного збільшення кількості опадів в інтересах сільського господарства.

**Методи досліджень.** Перехід до промислових впливів з метою отримання додаткових опадів вимагає якогось перехідного етапу, в процесі виконання якого можна було, по-перше, встановити, як наукові висновки відносно можливості збільшення опадів співвідносяться з реальним результатом, по-друге, цей етап давав можливість більш чітко окреслити масштаби інфраструктури і алгоритм реалізації проекту, які необхідні для успішного проведення активних впливів, які могли б привести до отримання очікуваного результату – прийнятного рівня збільшення кількості опадів.

Такий етап було виконано в процесі проведення січневих напіввиробничих експериментів у 1974-1976 і 1979-1980 рр. Завданням цих експериментів було збільшення сум опадів за січневі місяці цих років на наперед визначеній фіксованій мішені площею 31400 га, яка була в межах Софіївського району Дніпропетровської області. В результаті проведення цього етапу збільшення кількості січневих сум опадів у 1974, 1975, 1976, 1979 і 1980 рр. було у межах 29-63%. Це, в цілому, відповідало даним наукового етапу і відкривало шлях до реалізації виробничого проекту збільшення опадів.

Цей проект тривав з 1987 р. до 1991 р. Для його реалізації було задіяно літаки Ан-26 і Ан-30, обладнані пристроями для впливів на хмари. Планування вильотів відбувалось у відповідності з синоптичною ситуацією. Методика впливів і визначення їх результатів відповідали тим, які використовувались у наукових експериментах.

**Робоча мішень.** Завданням проекту було збільшення опадів зимового періоду (січень-березень, листопад, грудень) на площі 500000 га (захід Дніпровської області). Мішень мала форму кола діаметром 80 км. Центр її був біля районного центру Софіївка.

**Результати робіт і їх аналіз.** Результати впливів у 1987-1991 рр. показані у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати виробничих робіт зі штучного збільшення опадів у 1987-1991 рр.

| Рік  | $\sum \Delta R$ ,<br>мм | $\Delta R_1$ ,<br>% | P,<br>млн.<br>т | q,<br>коп. | K <sub>PC</sub> ,<br>% | $\sum \Delta R^*$ ,<br>мм | $\sum \Delta R + \sum \Delta R^*$ ,<br>мм | $\Delta R_1^H$ ,<br>% |
|------|-------------------------|---------------------|-----------------|------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------------|
| 1987 | 11,3                    | 8,0                 | 56,5            | 1,1        | 12,5                   | 79,1                      | 90,4                                      | 53,5                  |
| 1988 | 13,7                    | 10,0                | 68,5            | 1,0        | 14,5                   | 80,8                      | 94,5                                      | 55,9                  |
| 1989 | 12,7                    | 12,8                | 63,5            | 1,1        | 17,5                   | 59,9                      | 72,6                                      | 43,0                  |
| 1990 | 21,1                    | 14,0                | 105,5           | 0,8        | 22,5                   | 72,7                      | 93,8                                      | 55,5                  |
| 1991 | 33,0                    | 21,0                | 165,0           | 0,5        | 36,0                   | 58,6                      | 91,7                                      | 54,3                  |
| Сума | 91,8                    | -                   | 459,0           | -          | -                      | 351,1                     | 443,0                                     |                       |

Примітки:  $\sum \Delta R$ – сума штучних опадів на мішені;  $\Delta R_1$ – відносне збільшення (%) сезонної суми опадів на мішені; P – кількість води штучних опадів, отриманої за сезон на мішені; q– вартість однієї тони води; K<sub>PC</sub>– відсоток реалізації ситуацій з придатними для впливів Ns-As;  $\sum \Delta R^*$ - можлива кількість опадів з незасіяних (пропущених) хмар;  $\sum \Delta R + \sum \Delta R^*$ - можлива кількість додаткових опадів за умови повного використання потенціалу хмар;  $\Delta R_1^H$  – можливе відносне збільшення опадів порівняно з кліматичною нормою (169 мм) для Західної частини Дніпровської області за умови впливів на всі хмари.

З таблиці 1 видно, що збільшення сезонної суми опадів на мішені в різні роки було в межах 11,3 - 33,0 мм, що відповідає відносному збільшенню на 8,0 – 21%. Отриманий результат, в цілому, прийнятний для сільського господарства. Але він не характеризує потенціал методу активних впливів. Це твердження випливає з того, що в реалізованому проекті відсоток ефективного використання придатних для впливу метеорологічних ситуацій був дуже малим – від 12,5% до 36%, в середньому біля 16%. Підрахунки показали, що за умови впливів на пропущені (через відсутність необхідної кількості літаків і з інших технічних причин) хмари, можна було отримати в кілька разів більше опадів ( від 58,6 до 80,8 мм). А в разі використання всього потенціалу хмар (без пропусків) опади були б збільшені на 72,6 – 94,5 мм, або на 43,0 – 55,9% відносно кліматичної норми цього регіону.

В реалізованому проекті на мішені було отримано 91,8 мм опадів, або 459 мільйонів тон води, а в разі засіву всіх придатних для впливів хмар було б отримано 443 мм опадів або біля 2 мільярдів 215 мільйонів тон води.

Отримані в умовах виробничого процесу результати свідчать, що Україна володіє ефективною технологією збільшення зимових опадів.

## ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ: АНАЛІЗ ПОТЕНЦІАЛУ САМООЧИЩЕННЯ В УКРАЇНІ

*Малицька Л.В.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Забруднення атмосферного повітря є одним із найважливіших елементів оцінки комфортності середовища проживання людини, що спричиняє шкідливий вплив на її здоров'я. За даними наукових досліджень, внесок забруднень атмосферного повітря становить від 80 до 90 % від сумарного канцерогенного та не канцерогенного ризику, пов'язаного з впливом забруднень інших об'єктів довкілля. Це обумовлено, насамперед тим, що забруднюючі речовини з атмосферного повітря потрапляють у різні середовища і поширені практично скрізь. Крім того, людина споживає за добу і в цілому за життя в об'ємному відношенні повітря набагато більше, ніж їжі чи води. На сьогодні ризики для здоров'я від забруднення повітря не викликають сумніву, але якісні дані про кількісні ефекти впливу й досі недостатньо визначені.

В Україні, незважаючи на певний спад виробництва, рівень забруднення повітряного середовища великих міст і промислових центрів залишається стабільно високим. Якщо кількість викидів змінюється несуттєво, то він залежить лише від метеорологічних умов. Тому зміна метеорологічних умов, що відбувається з часом і є проявом зміни клімату, суттєво впливає на якість атмосферного повітря і комфортність середовища проживання людини. Оцінка метеорологічного і кліматичного потенціалу атмосфери до самоочищення, їх зміна в часі є важливим напрямком в дослідженнях забруднення атмосфери. Ця інформація дозволяє визначити регіони, найбільш вразливі до змін клімату і розробити заходи по адаптації до них.

Селегей Т.С. в складі наукового колективу розробив методику, яка описує механізм накопичення та виведення домішок з атмосфери і дозволяє оцінити кліматичний та метеорологічний потенціал розсіювальної здатності (МПА) і, відповідно, її екологічний стан. Проаналізовано дві модифікації МПА: Коефіцієнт самоочищення ( $K$ ) Лапіної С.Н.[1] та Удосконалений комплексний метеорологічний показник розсіювальної здатності атмосфери (УМПА) [2]. Оскільки найбільш інтенсивно вимивання домішок з атмосфери відбувається при облогових опадах, то в розрахунку коефіцієнту самоочищення враховували кількість днів з опадами більше 1 мм за добу. Для цього були використані добові дані спостережень 187 метеорологічних станцій України за температурою повітря, кількістю опадів, швидкістю вітру та кількістю днів з туманами за 1981-2010 рр.

Проведений аналіз кліматичного потенціалу розсіювальної здатності атмосфери, показав, що в Україні спостерігаються переважно *сприятливі умови* для виведення домішок. Середнє багаторічне значення  $K$  для України за 1981-2010 рр. дорівнює 1,2 бали. Однак, потенціал самоочищення по території розподілений не рівномірно. Виділяються райони з виключно сприятливими умовами ( $K > 2$ ): північні схили Волинської височини, східні схили Придніпровської височини, півострів Крим, та території з обмежено сприятливими умовами ( $1,25 \geq K > 0,8$ ): західні схили Українських Карпат, Донецький кряж, південно-західні схили Придніпровської височини.

З початку ХХІ ст. спостерігається тенденція до зменшення  $K$ . В цілому для країни швидкість зниження показника становить 0,1 бал/10 років і є дуже ймовірною (90 – 99 %). Однак, виділяються території, де ці зміни несуттєві, або мають інший напрямок. Встановлено, що в Сумській та Харківській областях здатність атмосфери до самоочищення дуже ймовірно *зростає* на 0,2 та 0,14 бали/10 років відповідно, а в Полтавській та Миколаївській областях такі зміни є ймовірними (66 – 90 %) і становлять 0,14 бали/10 років. Значиме *зниження* (ймовірність вище 66 %) здатності атмосфери до самоочищення спостерігається в Волинській, Львівській, Рівненській, Закарпатській, Житомирській, Вінницькій та Херсонській областях. На решті території України зміни статистично не значимі.

Районування території України за *УМПА* виявило, що на всій території країни спостерігаються стабільно сприятливі умови для розсіювання домішок ( $УМПА \geq 3,5$ ). Не виділено території зони ризику чи з несприятливими умовами. Урахування термічної поправки у *МПА* суттєво корегує поле розподілу потенціалу самоочищення атмосфери: коефіцієнт теплозабезпеченості для України настільки значний, що компенсує вплив вітру та опадів.

### ***Список використаної літератури***

1. Лапина С. Н., Полянская Е. А., Фетисова Л. М., Фетисова Н. А. Способность атмосферы различных районов Саратовской области к самоочищению // Известия Саратовского университета. 2008. Т. 8. Сер. Науки о Земле. Вып. 2. С. 8–11.
2. Разработать усовершенствованный комплексный метеорологический показатель рассеивающей способности атмосферы (на примере территории Западной Сибири): отчет о научно-исследовательской работе / ФБГУ «СибНИГМИ». Новосибирск, 2014. 132 с.

# АДАПТАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МЕТОДУ ПРОГНОЗУ ВНУТРІШНЬОМАСОВОЇ КОНВЕКТИВНОЇ ХМАРНОСТІ

*Мансарлійський В. Ф.*

*Одеський державний екологічний університет*

Більшість з існуючих методів прогнозу метеорологічних та явищ погоди розроблялись або розробляються на основі використання статистичних даних отриманих на метеорологічних станціях конкретного регіону. Тому справджуваність цих методів для різних районів України може суттєво відрізняється, що в свою чергу безпосередньо впливає на якість прогнозу.

Перевірка на справджуваність існуючих методів прогнозу на основі вибірки, отриманої на конкретній станції дає змогу визначити необхідність подальшої адаптації цих методів для підвищення їхньої справджуваності.

Кількість хмарності у більшості випадків прогнозується синоптичним методом з урахуванням географічного положення аеродрому, часу доби та поточної синоптичної ситуації. В єдиному випадку коли споживача не влаштовує синоптичний спосіб прогнозу кількості хмар, є випадок, пов'язаний з метеорологічним забезпеченням на аерофотозйомку (АФЗ). АФЗ проводиться лише тоді, коли кількість хмарності не перевищує 4 балів. Тому льотний і керівний склад авіапідприємства, які відповідають за проведення АФЗ, дуже вимогливо підходять до прогнозу кількості хмарності.

Метою даного дослідження є адаптація та оптимізація методів прогнозу кількості конвективної хмарності шляхом статистичної обробки даних.

У якості вихідних даних для проведення дослідження використовувалися:

1) дані радіозондувань атмосфери за 00 СГЧ по пункту Львів в період з 01. 04. 2010 р. по 30. 09. 2014 р.;

2) архів фактичної погоди аеродрому Львів.

За допомогою програми Microsoft Office Excel були проведені розрахунки коефіцієнта стратифікації, параметра конвекції за методами М.Г.Приходько та прогнозу кількості конвективної хмарності за методом А.М.Мошникова. Для отримання рівняння множинної регресії з кожного методу були відібрані деякі відношення метеорологічних величин, що використовувалися в цих методах. З першого методу М.Г.Приходько

$x_1 = \frac{\Delta T}{(T - T_d)_0}$ , з другого методу М.Г.Приходько  $x_2 = \frac{H_{CT}}{(T - T_d)_0}$ , з методу

А.М.Мошникова  $x_3 = \frac{T_{a150} - T_{a200}}{T_{a200} - T_{a300}}$ . За розрахованими даними було отримане рівняння множинної регресії виду

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3. \quad (1)$$

Для розрахунків була складена система рівнянь множинної регресії з невідомими  $a_0, a_1, a_2, a_3$

Після проведення зазначених розрахунків за методом Гауса, було одержано чотири вільні члени для складання прогностичного рівняння регресії, в якому використана залежність предиктанта (в нашому випадку це загальна кількість хмарності) від визначених предикторів. Верифікацію одержаних даних можна проводити шляхом прогнозування кількості хмарності за будь-якими фактичними поточними даними. В результаті проведення розрахунків отримані наступні коефіцієнти регресії:  $a_3 = 0,8$ ;  $a_2 = 5,5$ ;  $a_1 = 0,5$ ;  $a_0 = 0,4$ .

З урахуванням коефіцієнтів регресії рівняння приймає наступний вигляд:

$$N = 0,5 \frac{\Delta T}{(T - Td)_0} + 5,5 \frac{H_{шару}}{(T - Td)_{шару}} + 0,8 \frac{T_{с850} - T_{с850}}{T_{с850} - T_{с850}} + 0,4 \quad (2)$$

де  $N$  – прогностичне значення конвективної хмарності у балах.

Для перевірки справджуваності прогнозу кількості конвективної хмарності за отриманим рівнянням множинної регресії були використані дані незалежної вибірки, які не увійшли до даних за якими проводились розрахунки пов'язані з отриманням рівняння множинної регресії (дані за 2008-2009 рік). Справджуваність досліджуваних методів наведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Загальна справджуваність методів прогнозу кількості внутрішньомасової конвективної хмарності.

| Методи                       | Загальна справджуваність |
|------------------------------|--------------------------|
| М.І.Приходько ( $K_{стр}$ )  | 64%                      |
| М.І.Приходько ( $P_{конв}$ ) | 76%                      |
| А.М.Мошникова                | 68%                      |
| Адаптований метод            | 84%                      |

### **Список використаної літератури**

1. И. А. Скирда, В. И. Садковский, В. А. Мозиков Авиационные методы прогноза. – М.: Воениздат, 1995. – 423 с.
2. Л. А. Хандожко Экономическая метеорология. – Санкт-Петербург.: Гидрометиздат, 2005. – 491с.
3. Н. Дейпер, Г. Смит Прикладной регрессионный анализ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 912 с.
4. Івус Г.П. Боровська Г. О. Практикум з авіаційної метеорології: Навчальний посібник. – Одеса: Вид-во «Екологія», 2006. – 217 с.



## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ “СЛУЖБЫ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И АКТИВНОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ” МЧС РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ**

*Маргарян В.Г., к.геогр.н., доц.*

*Ереванский государственный университет, E-mail: [vmargaryan@ysu.am](mailto:vmargaryan@ysu.am)*

Велика роль национальных гидрометеорологических служб в области социально-экономического развития стран. На важность последнего указывал 15-й конгресс Всемирной Метеорологической Организации, имевшем место в Женеве в мае 2007 года. Для жизнеобеспечения граждан, охраны их здоровья и имущества, устойчивого развития экономики государства, каждой стране необходимо располагать развитой и систематически возобновляемой, интегрированной в глобальную сеть наблюдений, гидрометеорологическую инфраструктуру.

Учитывая вышесказанное, целью работы является обсуждение, анализ и выяснение актуальных вопросов деятельности Службы по гидрометеорологии и активному воздействию на атмосферные явления” МЧС Республики Армения.

Основной целью гидрометслужбы является осуществление деятельности, касающейся гидрометеорологических наблюдений, регулируемой соответствующими международными стандартами.

Гидрометслужба республики – единственный уполномоченный орган, который осуществляет наблюдения: метеорологические, радиологические, актинометрические, аэрологические, агрометеорологические, гелиогеофизические, гидрологические, а также наблюдения за атмосферными явлениями, сбор, обработка, сохранение, результатов наблюдений, обеспечение заинтересованных лиц и организацией информацией, прогнозирование и составление предупреждений об опасных явлениях. Гидрометеорологические наблюдения производятся соответственно требованиям нормативных документов ВМО.

На территории республики метеорологические наблюдения производятся с 1843-го года. Однако, они носили не систематический характер. Полноценная сеть наблюдений была создана только в 30-х годах прошлого века. В настоящее время в системе национальной гидрометслужбы действуют 47 наземных метеорологических станций и 94 гидрологических поста. Из метеорологических станций 5 имеют 100 и более лет ряд наблюдений, а 36 – 50 и более лет ряд наблюдений [3].

Некоторые метеорологические станции службы включены в сеть мировых данных, межгосударственных метеорологических данных СНГ, в наземную сеть системы глобальных климатических наблюдений и в мировую систему мониторинга озона.

В регионе южного Кавказа только в Армении осуществляются наблюдения за озоновым слоем (Амберд) и аэрологические (Ереван

“аэрология”). Модернизация и обеспечение радиозондами аэрологической станции осуществляется с 1999г. до настоящего времени за счет финансирования со стороны ВМО.

Однако, в сфере наблюдений пока еще есть нерешенные многочисленные проблемы и пропуски, которые требуют больших усилий и финансирования. Недостатком является то, что на высоте 2500-3000 нет метеорологических наблюдений, что отрицательно сказывается на результатах климатических исследований. Следовательно, необходимо восполнить этот недостаток, восстановив на этой высоте ранее действующие станции или создать новые.

После проверки полученные данные собираются в банке данных и хранятся в едином государственном фонде данных о гидрометеорологических явлениях. На основе этих данных составляются справочники, обзоры, журналы, ежегодники, осуществляются гидрометеорологические обслуживания, профессиональные исследования и так далее.

Гидрометслужба постоянно развивает и укрепляет международное сотрудничество, проводит работы по налаживанию новых связей. В рамках программы образования и подготовки кадров ВМО специалисты гидрометслужбы периодически повышают квалификацию в региональных учебных центрах ВМО. За последние годы в рамках международного сотрудничества при поддержке ВМО и ряда международных организаций приобретены и установлены многочисленные профессиональные приборы и оборудование. В государственной сети наблюдений установлены гидрологические и метеорологические автоматические станции, которые улучшили получение, обработку и обмен оперативных данных. Необходимо установить такие содержательные связи также с подобными зарубежными организациями.

Однако, тем не менее, в сфере пока имеется множество проблем, для решения которых необходимы большие финансовые инвестиции. Необходимо отметить, что в настоящее время эксплуатируемые профессиональные инструменты и оборудование в государственной сети наблюдений изношены на 60-70 %, некоторая часть уже вышла из строя, отсутствует внутриреспубликанская компьютерная сеть. Очень мало или почти отсутствуют руководства, наставления на родном языке.

Роль гидрометслужбы велика также в развитии гидрометеорологического образования [1]. Отметим, что она одновременно является и работодателем. Не только практику проходят в Армгидромете, он также и обеспечивает студентов многолетними фактическими гидро- и метеорологическими данными для курсовых и дипломных работ, магистерских работ, а также для кандидатских и докторских работ выпускников.

Таким образом, в результате рассмотрения пришли к следующим выводам и предложениям:

Для осуществления гидро- и агрометеорологических исследований гидрометслужба имеет мощную и богатую базу необходимых фактических данных. Это в буквальном смысле слова является национальным богатством знаний о природе нашей республики, используя которое с помощью множества программ будет возможно выявить природно-климатические особенности нашей страны. В то же время есть некоторые пробелы, связанные с оцифрованием данных, с обеспечением непрерывности и однородности климатических рядов наблюдений, с внедрением новых программ.

Необходимо:

- ✓ переоборудовать объекты государственной сети наблюдений современными средствами (особенно автоматическими) и технологиями, соответствующими международным стандартам, обеспечить их передовую техническую оснащенность и модернизацию методологии,
- ✓ сохранить, усилить и улучшить сеть, систему и мониторинг глобальных, региональных и локальных наблюдений,
- ✓ провести многосторонние систематизированные и непрерывные наблюдения, обеспечивая однородность рядов,
- ✓ развить систему управления банка данных, оснатив ее новейшими программами,
- ✓ создать качественный и надежный банк гидрометеорологических количественных данных,
- ✓ обеспечить доступность и распространение информации, общественную осведомленность гидрометеорологическими данными,
- ✓ обеспечить и еще более укрепить всестороннее и тесное сотрудничество,
- ✓ обеспечить и периодически организовывать процесс повышения квалификации и стажировки специалистов как на национальном, так и на региональном и глобальном уровнях.

### *Список использованной литературы*

1. **Маргарян В.Г.** Проблемы и вопросы метеорологического и климатологического образования в Республике Армения. Совершенствование системы подготовки кадров в высшем учебном заведении в контексте современных вызовов [Электронный ресурс]: сб. науч. ст. / ГрГУ им. Я. Купалы; редкол.: В. М. Кривчиков (гл. ред.) [и др.]. – Электронные данные, объемом 6 МБ. – Гродно: ГрГУ, 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Тираж 100 экз. - 135-138 с.
2. **Margaryan V.G.** Climate studies and information as a guarantee of sustainable development of society. The 9th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD2016), 10<sup>th</sup>-14<sup>th</sup> October 2016 Antalya, Turkey.

# ПЕРЕВІРКА НА НАЯВНІСТЬ «ПОВЗУЧОЇ» НЕОДНОРІДНОСТІ В РЯДАХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ РЕПЕРНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ СТАНЦІЇ КИЇВ

*Москаленко С. О. к.геогр.н., Гальперіна Т.О.*

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та  
НАН України*

**Вступ.** Щоб переконатися у достовірності даних метеорологічних спостережень реперних кліматичних станцій (РКС), які в основному розташовані у великих містах, мають довгий ряд спостережень і призначені для встановлення вікових тенденцій змін клімату, рекомендовано періодично ряди метеорологічних спостережень перевіряти з приводу їх неоднорідності, яка може бути обумовлена впливом великого міста або бути наслідком змін умов місцевості навколо станції чи її перенесенням. В рамках даної роботи здійснена перевірка на наявність «повзучої» неоднорідності у рядах спостережень ОГМС Київ, яка є РКС та входить до кліматичної мережі ВМО.

**Методичні підходи та вихідні дані.** Для виявлення «повзучої» неоднорідності у рядах спостережень за метеорологічними елементами РКС використано методичні підходи, що подано в [1, 2] і які полягають у побудові «ступінчатого тренду» та встановленні зміни рівня ряду та значущості таких змін. При цьому аналізують ряди або різниць, або відношень метеорологічного елемента вимірюваної на міській станції й найближчої до неї станції, розташованої поза даним містом, де зміни навколишнього середовища, що обумовлені антропогенним фактором, мінімальні. За наявності «повзучої» неоднорідності в хронологічному ряду метеорологічної величини повинні спостерігатися декілька порівняно невеликих, але зростаючих чи спадаючих за значеннями однорідних ділянок послідовності досліджуваної характеристики. Для перевірки значущості найбільш різких змін різницю східчастих функцій при наявності «повзучої» неоднорідності використовується додатково критерій Стюдента [3].

У дослідженні проаналізовано за період 1981-2010 рр. ряди різниць середньомісячних значень за липень та січень температури повітря, тиску водяної пари, швидкості вітру та сум опадів за даними спостережень ОГМС Київ (міська станція) та найближчих до неї метеостанцій, що розташовані поза містом – ОГМС Вишгород та метеостанції Бориспіль (відстань від Києва відповідно 24 км та 32 км).

**Отримані результати.** Приклад перевірки наявності «повзучої» неоднорідності у рядах різниць середньомісячної температури повітря за липень та січень за даними спостережень ОГМС Київ (міська станція) та найближчих до неї, що розташовані поза містом – Вишгород та Бориспіль, подано на рис. 1.

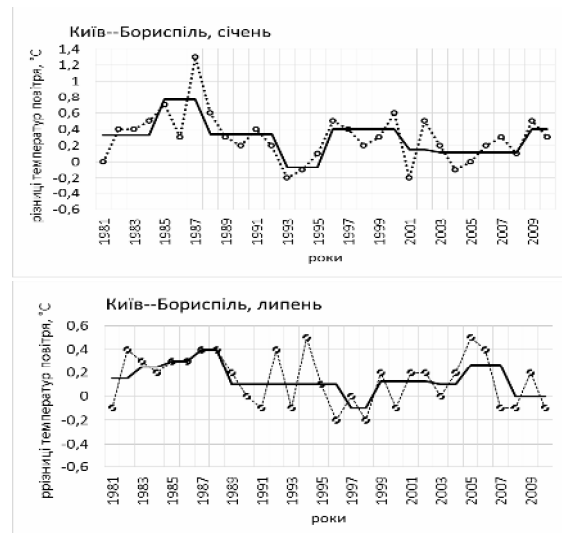
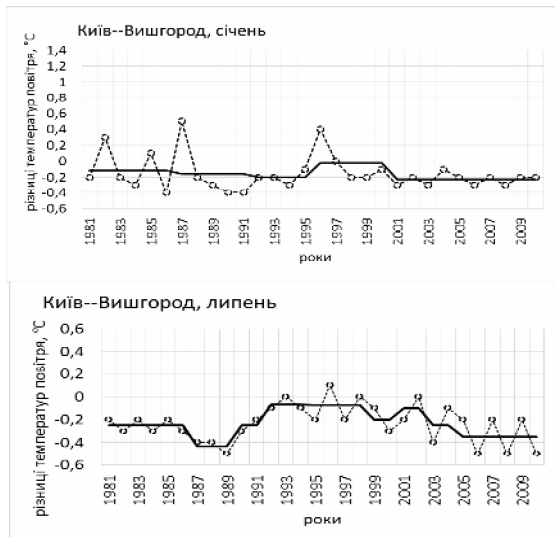


Рисунок 1 – Східчаста функція однорідних частин ряду різниць середньомісячних температур повітря за липень та січень в місті (Київ) та за містом (Вишгород, Бориспіль) за період 1981-2010 рр.

Аналіз східчастих функцій однорідних частин рядів ходу різниць усіх досліджуваних метеорологічних елементів в місті (Київ) та за містом (Вишгород, Бориспіль) за липень та січень місяці показали, що «повзуча»

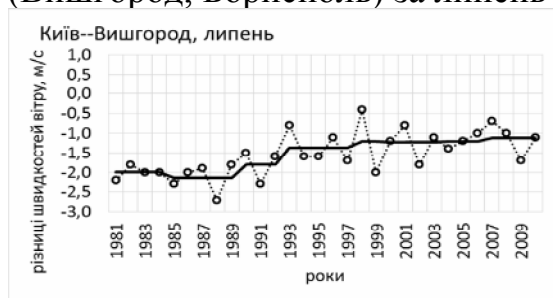


Рисунок 2 – Східчаста функція однорідних частин ряду різниць середніх місячних швидкостей вітру за липень в місті (Київ) та за містом (Вишгород) за період 1981-2010 рр.

неоднорідність присутня лише у ряді різниць середньомісячної швидкості вітру за липень, що вимірювалися в Києві (місто) та у Вишгороді (за містом) (рис.2). Це підтверджується наявністю послідовно зростаючих однорідних ділянок за значеннями різниць. При цьому найбільш різкі зміни в ряді різниць середньої місячної швидкості вітру за липень відбулися з 1993 на 1994 рр. і вони виявилися статистично значимими.

### Список використаної літератури

1. Методические указания управления гидрометеорологической службы по оценке репрезентативности реперных станций и их дублеров. – Л. – 1978. – С.8-22.
2. Москаленко С.О. Особливості перевірки однорідності рядів спостережень за метеорологічними елементами реперних кліматичних станцій//Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених «Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля у контексті екологічних викликів сьогодення». –К.: Ніка-Центр, 2016. – С. 106-108.
3. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб: изд. РГГМУ, 2007. – С. 54-55, 109-111, 251.

# ОЦІНКА МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В ПРОМИСЛОВИХ МІСТАХ УКРАЇНИ

*Надточій Л.М., асп., м.н.с, Баитаннік М. П., н.с.*

*Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ, Україна,  
[milka.ua@mail.ru](mailto:milka.ua@mail.ru)*

В сучасний період, у зв'язку зі змінами клімату, нарізла необхідність уточнити роль впливу метеорологічних факторів на формування рівня забруднення атмосферного повітря [1]. Рівень забруднення повітря формується, в основному, під впливом двох факторів: викидів забруднюючих речовин в атмосферу та метеорологічних умов місцевості.

Для оцінки метеорологічних факторів, які впливають на розсіювання та накопичення домішок в атмосфері використовується комплексний показник - метеорологічний потенціал забруднення атмосфери (МПЗА), який являє собою відношення метеорологічних величин, що сприяють накопиченню домішок (слабкі вітри та тумани) до величин, що сприяють їх видаленню за межі міста (сильні вітри та опади)[2].

**Метою роботи** є виділення районів за різною інтенсивністю метеорологічних параметрів, що сприяють накопиченню та розсіюванню домішок на території України.

Показник МПЗА розраховувався за формулою, запропонованою Т. С. Селегей [3]. Для розрахунку метеорологічного потенціалу промислових міст України використано відповідні дані 37 метеорологічних станцій за кліматичний період (1961-1990рр.) і період з 2000 по 2013рр.

Аналіз розподілу середніх значень МПЗА на території України, показав, що в сучасний період рівень метеорологічного показника потенціалу в порівнянні з багаторічним збільшився і змінювався від 0,4 до 3,7 (рис.1).

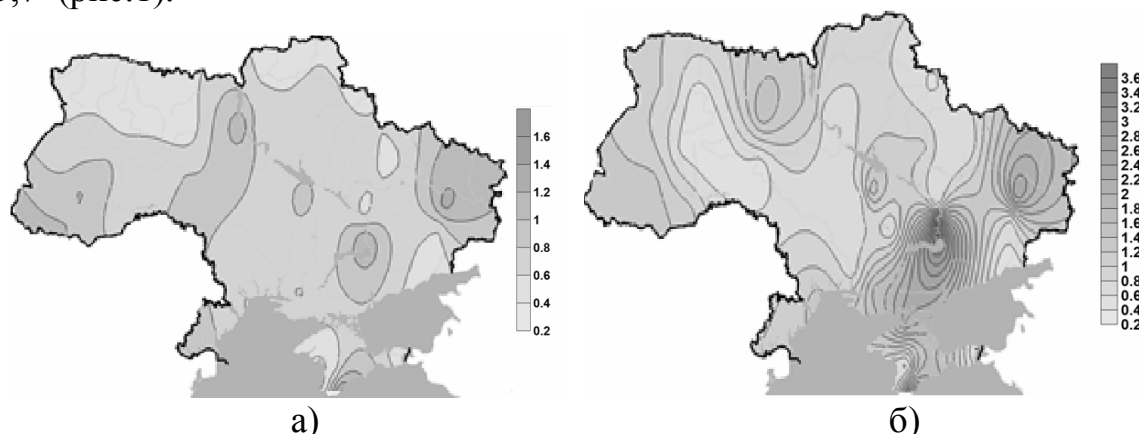


Рисунок 1 – Метеорологічний потенціал забруднення атмосфери в містах України: а) за кліматичний період (1961-1990 рр.), б) за 2000-2013рр.

Для районування території України (міських умов) за величиною МПЗА та його середньоквадратичним відхиленням виділено райони за різною інтенсивністю метеорологічних параметрів[4], а саме:

$МПЗА < 0,8$  – територія із сприятливими умовами розсіювання домішок;

$0,8 \leq МПЗА \leq 1,2$  – територія з однаковою ймовірністю атмосферних процесів, що сприяють як накопиченню так і розсіюванню домішок;

$1,3 \leq МПЗА \leq 1,7$  – територія, де переважають метеорологічні фактори, що сприяють накопиченню домішок;

$МПЗА \geq 1,8$  – територія з найгіршими (вкрай несприятливими) умовами розсіювання домішок.

Встановлено, що в атмосферному повітрі більшості промислових міст протягом періоду 2000-2013рр. переважали атмосферні процеси, що сприяють розсіюванню та видаленню домішок. Найкращі умови для розсіювання домішок спостерігаються у повітрі міст північно-західного регіону, а також у містах на сході країни. Міста на північному сході, в центральному регіоні (Київ, Полтава), на півдні країни (Одеса, Ізмаїл) та окремі міста Карпатського регіону, характеризуються однаковою ймовірністю процесів як до накопичення так і видалення домішок з атмосфери. Найгірші умови для розсіювання домішок спостерігалися у Запоріжжі, містах Донецької та Луганської областей.

У результаті проведеного аналізу зроблено наступні **висновки**: для промислових міст України виділено 4 зони за різною інтенсивністю розсіювання домішок у повітрі та виявлено зростання метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери за період 2000 - 2013рр.

### *Список використаної літератури*

1. *Переведенцев Ю. П.* Метеорологический потенциал самоочищения и качество атмосферного воздуха в Казани в последние десятилетия. Ю. П. Переведенцев, Ю. Г. Хабутдинов.- Вестник Умдуртского ун-та.- 2012. Вып. 3., С. 22-28
2. *Малицька Л. В.* Зміна здатності атмосфери до самоочищення як прояв зміни клімату / Л. В. Малицька, В. О. Балабух // Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. Сер. 4, Географія і сучасність / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2013. – Вип. 30. – С. 35–44.
3. *Селегей Т.С.* Формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах Сибири/Т. С. Селегей//Новосибирск: Наука, 2005. 248с.
4. *Онос Л.М.* Оцінка метеорологічного потенціалу забруднення атмосфери/ Л. М. Онос, М. П. Баштаннік//Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення: Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених, К.: Ніка-Центр.- С.140-143

## ТЕХНОЛОГИЯ ЧИСЛЕННОГО ОПИСАНИЯ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ HARMONIE

*Паламарчук Ю.О., к.геогр.н., Иванов С.В., д.геогр.н., Рубан И.Г., к.ф.-м.н.  
Одесский Государственный Экологический Университет*

В эпоху широкомасштабной индустриализации всех отраслей экономики и повсеместного внедрения информационных технологий, охватившей цивилизованную часть планеты в последние десятилетия, проявилась парадоксальная ситуация. Общество стало в большей степени зависеть от состояния окружающей среды и погодных условий. Это, в свою очередь, стимулировало интенсивное развитие науки об атмосфере с привлечением последних достижений в области прикладной математики, программирования и вычислительных комплексов. Однако, реализация подобных задач оказалась не под силу отдельным странам, что привело к формированию нескольких сообществ по созданию моделирующих систем атмосферы. Организованный десятилетия ранее Европейский Центр Среднесрочных Прогнозов Погоды (ЕЦСПП) сегодня объединяет 34 страны (<http://www.ecmwf.int/>). Центр стал Мировым лидером в области прогнозов погоды, архивации материалов о состоянии атмосферы и подстилающей поверхности, а также располагает самым мощным среди гражданских организаций вычислительным комплексом HPCFS (High Performance Computing Facility System) (<http://www.ecmwf.int/en/computing>).

ОДЕКУ, как участник международных проектов *EuMetChem* и *AQMEII* по атмосфере, получил возможность доступа к вышеуказанным Европейским ресурсам для проведения научных исследований. Выход на *HPCFS* осуществляется по линии интернета через систему паролей. Численные эксперименты формируются в рабочей области *ECGATE* на кластере *IBM P5 p575*, собственно расчеты выполняются в области *C2a* на кластере компьютеров *IBM POWER7 775*, а результаты временно (до 60 дней) хранятся на кластере *S2a*. Работа на едином вычислительном центре решающим образом оптимизирует процесс расчетов. Исходная версия модели, в нашем случае *Harmonie-40h1.1*, размещается в репозитории. Для всех пользователей он доступен только для чтения. Исследователь имеет возможность копировать в свою рабочую область необходимую для последующих изменений часть кода или скрипты, используя при этом оставшиеся неизменными составляющие модели непосредственно из репозитория.

Региональная мезомасштабная модель *Harmonie* представляет собой программный комплекс из более чем десяти тысяч подпрограмм и скриптов, состыкованный с метеорологическим архивом *MARS* (*Meteorological ARchive System*). Последний факт обеспечивает непосредственное извлечение атмосферных полей для задания краевых



условий. Блок усвоения данных содержит несколько различных подходов, *3DVAR*, *4DVAR*, *EnKF*, *ETKF*, по выбору пользователя. Модель включает несколько комплексов физической параметризации (*AROME*, *ALARO*, *ECMWF*), подмодель подстилающей поверхности *SURFEX*, негидростатическое ядро *ALADIN* с двух-уровневой по времени полунейной полу-лагранжевой схемой дискретизации эластичных уравнений, гибридную вертикальную систему координат.

Модель *Harmonie* может использоваться как для прогностических расчетов физического состояния атмосферы (см. рис.), так и в задачах мониторинга окружающей среды. В частности, проводимые в ОДЕКУ исследования по проектам *EuMetChem* и *AQMEII* показали влияние аэрозолей на радиационные потоки в атмосфере и условия развития и выпадения осадков.

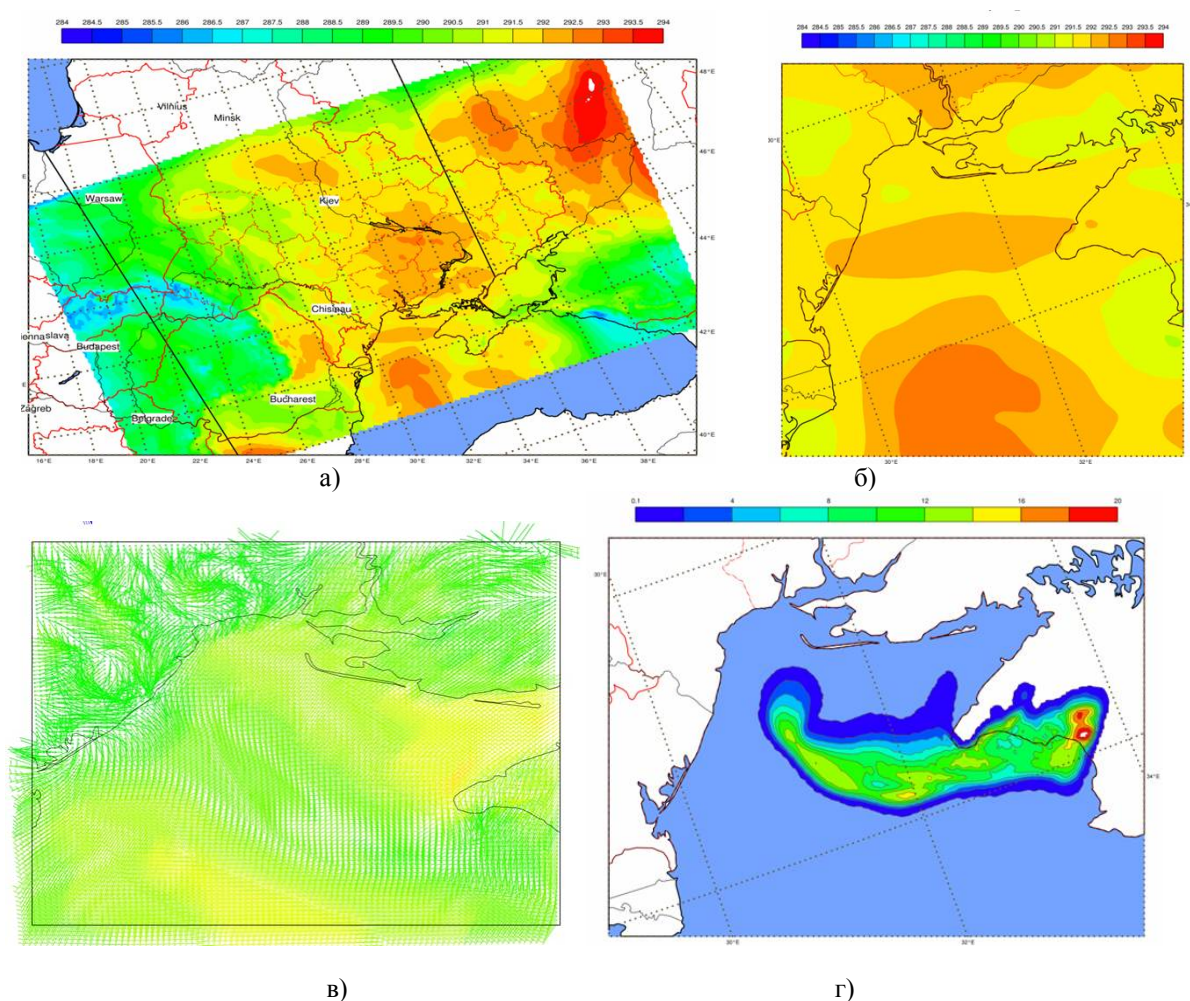


Рисунок. – Примеры расчетных полей температуры (а, б), скорости ветра (в) и осадков (г) над территорией Украины и северо-западной частью Черного моря с разрешением 1 км.

# ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ

*Перелыгин Б.В., к.т.н., доцент*

Одесский государственный экологический университет

Результатом выполненной на кафедре автоматизированных систем мониторинга окружающей среды фундаментальной научно-исследовательской работы „Усовершенствование методов построения систем получения и обработки измерительной информации с целью мониторинга окружающей среды” и выполняемой прикладной научно-исследовательской работы „Разработка и исследование системы метеорологического радиолокационного мониторинга причерноморского региона Украины и требований к ее элементам” (обе с государственным финансированием) явились разработанные принципы построения радиолокационной системы мониторинга атмосферы. В наиболее общем виде содержание их заключается в следующих основных положениях:

1. Изучить характеристики протекающих над территорией гидрометеорологических процессов, подлежащих радиолокационному мониторингу[2, 6],
2. Определить требования будущих потребителей к радиолокационной информации о гидрометеорологических процессах, подлежащих радиолокационному мониторингу[5],
3. Определить пространственные характеристики области атмосферы, из которой необходимо получать данные о гидрометеорологических процессах, подлежащих радиолокационному мониторингу[3, 6],
4. Определить временные характеристики для данных, получаемых о гидрометеорологических процессах, подлежащих радиолокационному мониторингу[5],
5. Провести районирование территории с радиометеорологической точки зрения для определения наиболее эффективных длин волн метеорологических радаров для мониторинга гидрометеорологических процессов в различных регионах[1, 6],
6. Определить потребную конфигурацию радиолокационного поля, накрывающего область атмосферы, из которой необходимо получать данные о гидрометеорологических процессах, подлежащих радиолокационному мониторингу[4, 6],
7. На основе системного подхода предъявить общие требования к метеорологическим радиолокационным станциям, формирующим потребное радиолокационное поле,
8. На основе системного подхода разработать тактико-технические требования к метеорологическим радиолокационным станциям,

- формуючим радіолокаційне поле,
9. Спільно з замовником підготувати вихідні дані для технічного проекту створення радіолокаційної системи моніторингу атмосфери,
  10. Розробити технічний проект створення радіолокаційної системи моніторингу атмосфери,
  11. Реалізувати технічний проект створення радіолокаційної системи моніторингу атмосфери.

Роботи по розробці принципів створення радіолокаційної системи моніторингу атмосфери продовжуються в рамках другої згаданої вище науково-дослідницької роботи.

### *Список использованной литературы*

1. Данова Т.Е., Перельгин Б.В. Обоснование требований к длинам волн радиолокационного мониторинга в гидрометеорологических целях // Радиотехника. 2016. Т. 59, № 7 (649). С. 37–50. (Известия вузов).
2. Данова Т.Е., Перельгин Б.В. Повторяемость стихийных явлений погоды в районе Северного побережья Черного моря // Инновационные методы и средства исследований в области физики атмосферы, гидрометеорологии, экологии и изменения климата: 2 международная научная конференция с элементами научной школы: сборник трудов. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. С. 153–156.
3. Данова Т.Е., Перельгин Б.В. Требования к гидрометеорологической информации, получаемой от радиолокационных станций // Радиотехника. Всеукраинский межведомственный научно-технический сборник. 2013. Вып. 175. С. 134–141.
4. Перельгин Б.В. Концепция построения радиолокационного поля системы мониторинга окружающей среды Украины // Метрологія, технічне регулювання та забезпечення якості: 5-а Міжнародна науково-практична конференція: Збірник наукових праць. Одеса: Видавництво-друкарня ТОВ „ПЛУТОН”, 2015. С. 144–149.
5. Розробка та дослідження системи метеорологічного радіолокаційного моніторингу причорноморського регіону України та вимог до її елементів: наук.-техн. звіт (номер держ. реєстрації 0116U002509) / Одеський державний екологічний університет; кер. Б.В. Перелігін. Одеса, 2016.
6. Удосконалення методів побудови систем одержання і обробки вимірювальної інформації з метою моніторингу навколишнього середовища: наук.-техн. звіт (номер держ. реєстрації 0113U000164) / Одеський державний екологічний університет; кер. Б.В. Перелігін. Одеса, 2013–2015.

# ПРОГНОЗ КОНВЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ В ГИДРОМЕТЕОЦЕНТРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Прохареня М.И.**

*ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю  
радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды»,  
Республика Беларусь*

В настоящее время в Гидрометеоцентре Республики Беларусь используют продукцию ряда численных моделей, обладающих высоким пространственным разрешением. Однако для прогноза конвективных явлений особый интерес представляет выходная продукция региональных численных моделей. В Гидрометеоцентре Республики Беларусь используется региональная численная модель WRF-ARW с пространственным разрешением 15 км и 3 км и временным разрешением до 48 часов.

Один из случаев мощной конвекции, сопровождавшийся множеством опасных явлений, был зафиксирован над Республикой Беларусь 13.07.2016г. Прохождение мощного конвективного шторма над Минском отмечалось в 12 UTC (рис.1).

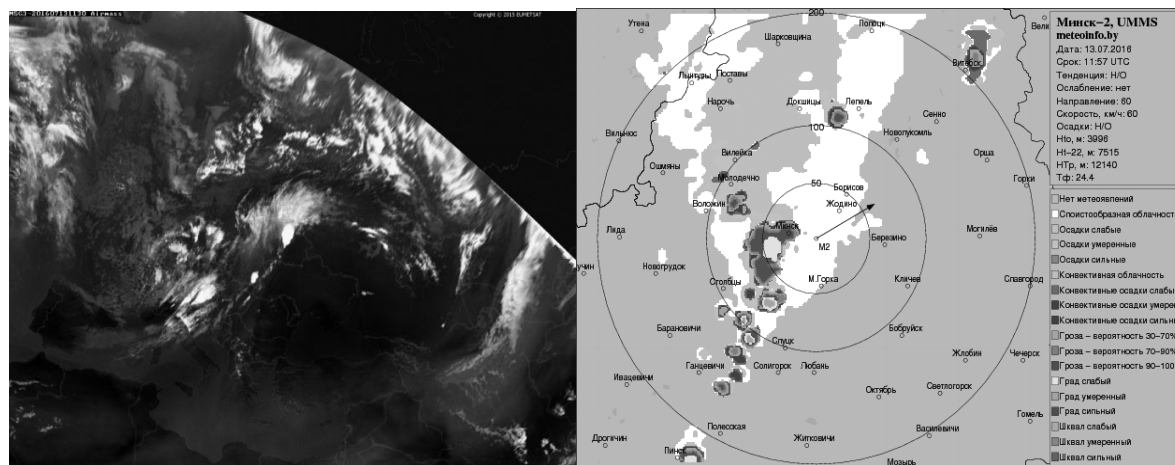


Рисунок 1 – Спутниковые и радарные снимки 13.07.2016г. 12 UTC

Определяющим фактором развития конвекции является энергия неустойчивости, которая в численных моделях интерпретируется индексами неустойчивости. Было выявлено, что для территории Республики Беларусь наиболее эффективными являются индексы ТТІ, LIFT, CIN[1] (табл.1), где для ТТІ появление сильных гроз определяется значениями большими 48, для LIFT меньшими -2, для CIN близкими к 0.

*Таблица 1 – Численный прогноз индексов неустойчивости  
для г. Минска на 12 UTC 13.07.2016г.*

| Модель | Шаг,<br>км | CIN | CAPE | LIFT | Thompsonindex | K<br>index | TotalTotalsindex |
|--------|------------|-----|------|------|---------------|------------|------------------|
| UM     | 89         | -   | -    | -    | -             | 25         | 48               |
| GFS    | 28         | -1  | 1635 | -5   | 34            | 29         | 49               |
| WRF    | 15         | -14 | 1529 | -5   | 36            | 31         | 49               |
| WRF    | 3          | -6  | 2314 | -7   | 38            | 31         | 51               |

В Гидрометеоцентре Республики Беларусь для прогноза гроз и активной конвекции применяются автоматизированные методики Славина и Решетова, использующие метеорологические поля численных моделей. Для случая 13.07.2016 была произведена категориальная оценка оправдываемости прогноза методик. Результат представлен в табл. 2.:

*Таблица 2– Статистические показатели успешности прогноза гроз  
по методам Славина и Решетова для случая 13.07.2016г.*

|         | Метод Славина |      |       |      | Метод Решетова |      |      |      |
|---------|---------------|------|-------|------|----------------|------|------|------|
|         | UM            | GFS  | WRF   | WRF  | UM             | GFS  | WRF  | WRF  |
| Шаг, км | 89            | 28   | 15    | 3    | 89             | 28   | 15   | 3    |
| PC, %   | 37            | 55   | 35    | 51   | 73             | 76   | 73   | 80   |
| SR, %   | 67            | 100  | 50    | 83   | 83             | 76   | 73   | 78   |
| U, %    | 35            | 44   | 33    | 41   | 60             | 73   | 75   | 89   |
| POD, %  | 6             | 31   | 6     | 31   | 75             | 91   | 94   | 97   |
| PODN, % | 94            | 100  | 88    | 88   | 71             | 47   | 35   | 47   |
| FBIAS   | 0.09          | 0.31 | 0.12  | 0.37 | 0.91           | 1.19 | 1.28 | 1.25 |
| FAR, %  | 33            | 0    | 50    | 17   | 17             | 24   | 27   | 23   |
| POFD, % | 6             | 0    | 12    | 12   | 29             | 53   | 65   | 53   |
| ETS     | 0             | 0.14 | -0.02 | 0.08 | 0.28           | 0.26 | 0.2  | 0.33 |
| HK      | 0             | 0.31 | -0.06 | 0.19 | 0.46           | 0.38 | 0.29 | 0.44 |
| H       | 0             | 0.24 | -0.04 | 0.15 | 0.44           | 0.41 | 0.33 | 0.49 |

Выполненный анализ показал, что для успешного прогноза конвективных явлений необходимо использовать численные модели с меньшим шагом сетки. Выбор индексов неустойчивости и их интерпретация обусловлены особенностями исследуемой территории и требует дальнейшего изучения.

### *Список использованной литературы*

1. Lapo Palina, Yaroslava Sokolovskaya, Svetashev Alexander, Krasouski Alexander, Barodka Siarhei, Leonid Turishev, Siarhei Barodka Summertime Thunderstorms Prediction in Belarus EGU General Assembly 2015, held 14-17 April, 2015 in Vienna, Austria EGU2015-14170.

# МОНІТОРИНГ ГЕЛІОЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

*Рибченко Л. С. к.г. н., Савчук С. В.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

Використання природних ресурсів може забезпечувати надійність та стійкість роботи окремих галузей економіки і життєдіяльності населення країни. Сучасне оцінювання змін клімату зумовлює необхідність проведення моніторингу кліматичних ресурсів сонячної радіації як одного з відновлюваних джерел енергії.

Кліматичні ресурси сонячної енергії традиційно використовуються для виробництва електричної енергії у країнах Скандинавії, Німеччині, Данії та ін. як один із важливих чинників сучасної енергетики. Геліоенергетика в теперішніх умовах розглядається як природний потенціал сталого розвитку енергетичної незалежності нашої країни. Так, на початку жовтня 2016 р. у Черкаській області запрацювала електрична станція на сонячних батареях, що у подальшому буде розвиватися.

Головною складовою радіаційного балансу є сумарна сонячна радіація, що застосовується для оцінки і розрахунку показників у геліоенергетиці. Тривалість сонячного сяйва, як важлива характеристика радіаційного режиму є ресурсним критерієм окремих територій.

Проведені розрахунки за період 1961-1990 рр. показали перспективність застосування геліоенергетичних станцій на півдні степової зони і на морському узбережжі. У подальшому збільшення потенціалу геліоенергетичних ресурсів відбувалось за рахунок зростання прямої сонячної радіації у складі сумарної та тривалості сонячного сяйва у кінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. (1991-2015 рр.). Застосування геліоенергетики стало можливим у степовій і східній частині лісостепової зони. Розрахунки проведені для початку ХХІ ст. (2001-2015 рр.) показали подальше зростання прямої радіації до 50 % і більше у складі сумарної сонячної радіації, що стало важливим показником перспективи геліоенергетичних станцій для більшої частини території (табл. 1).

Таблиця 1. – Внесок прямої радіації у сумарну (%). 2001-2015 рр.

| Станція    | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень |
|------------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|
| Покошичі   | 50      | 57      | 58      | 59     | 58      | 54       |
| Конотоп    | 54      | 61      | 60      | 61     | 60      | 55       |
| Ковель     | 50      | 52      | 52      | 54     | 55      | 50       |
| Бориспіль  | 51      | 54      | 57      | 59     | 58      | 54       |
| Нова Ушиця | 51      | 54      | 54      | 56     | 55      | 54       |
| Полтава    | 51      | 59      | 59      | 60     | 60      | 63       |
| Міжгір'я   | 47      | 49      | 47      | 52     | 56      | 48       |

Продовження табл. 1

| Станція        | Квітень | Травень | Червень | Липень | Серпень | Вересень |
|----------------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|
| Берегове       | 48      | 51      | 56      | 56     | 61      | 51       |
| Одеса          | 57      | 63      | 66      | 66     | 67      | 61       |
| Болград        | 55      | 61      | 63      | 65     | 63      | 59       |
| Херсон         | 57      | 62      | 63      | 66     | 66      | 62       |
| Асканія Нова   | 49      | 57      | 55      | 60     | 60      | 54       |
| Карадаг        | 55      | 64      | 66      | 69     | 69      | 64       |
| Нікітський Сад | 59      | 65      | 67      | 70     | 71      | 64       |

За даними розподілу річної суми сумарної радіації за 2001-2015 рр. перспективною для геліоенергетики можна вважати значну частину території країни, де сумарна радіація перевищує 4000 МДж/м<sup>2</sup>, а на півдні і у Криму – наближається до максимальних значень геліоенергетичних ресурсів (рис. 1).

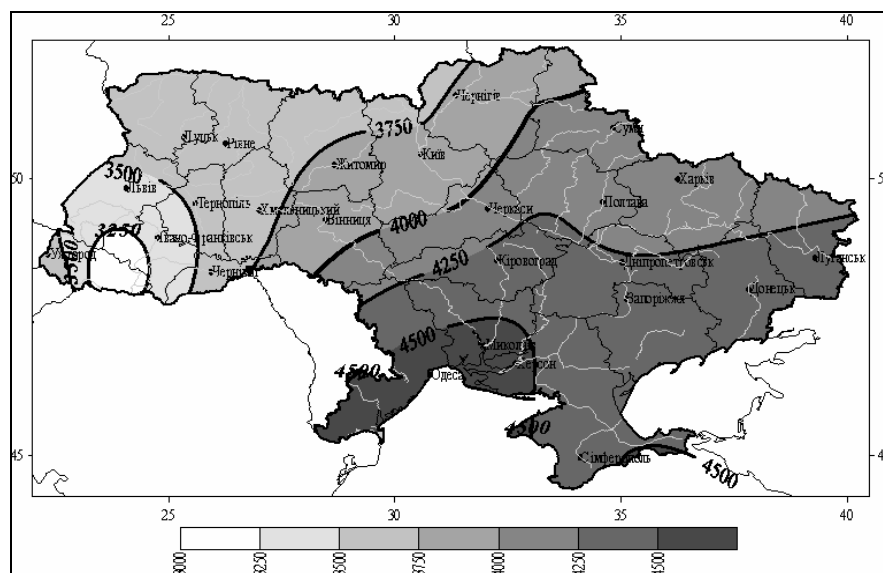


Рисунок 1 – Річна сумарна сонячна радіація (МДж/м<sup>2</sup>). 2001-2015 рр.

Отже, на початку ХХІ сторіччя відмічалось збільшення кліматичних ресурсів сонячної радіації. За 2001-2015 рр. підвищилась річна сума прямої і сумарної сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. Відмічено зростання тривалості сонячного саява. У потоці сумарної радіації спостерігалось зростання прямої радіації, що характеризує потенціал конкурентоспроможності запровадження геліоенергетики. Ресурси сонячної радіації не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи для використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються високим потенціалом на території Степу, Криму та на сході Лісостепу. Обмеження, щодо впровадження, стосуються західного Лісостепу і гірських районів Українських Карпат. Моніторинг сонячної радіації на початку ХХІ сторіччя засвідчує зростання потенціалу геліоенергетичних ресурсів в Україні.



## ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АТМОСФЕРНОГО БЛОКУВАННЯ

**Самчук Є.В., аспірант**

*Український Гідрометеорологічний інститут*

Тема атмосферного блокування, не зважаючи на тривалий період вивчення та велику кількість проведених досліджень, лишається недостатньо дослідженою. Це яскраво виражено у відношенні методологічних основ дослідження, а саме різноманітних індексів, за допомогою яких ідентифікується атмосферне блокування. В поєднанні з тим фактом, що існуючі гідродинамічні моделі незадовільно прогнозують блокуючі процеси, атмосферне блокування постає як потужний чинник формування погоди, що вимагає детального вивчення.

Початок систематичного вивчення атмосферного блокування датується 1950 роком, коли в [3] даний атмосферний феномен був означений як розділення західної повітряної течії у помірних широтах на два окремі потоки з різким переходом від зональності до меридіональності, що відмічається щонайменше на  $45^\circ$  довготи впродовж щонайменше десяти днів. Незважаючи на те, що ознаки атмосферного блокування були сформульовані достатньо чітко, перші об'єктивні індекси у зв'язку з технічною недосконалістю обчислювальних засобів використовували дуже спрощений підхід до ідентифікації блокування.

Так, наприклад індекс Льєнаса-Окленда [1] передбачає використання в кості діагностуючої ознаки наявності блокування на певній довготі від'ємної різниці геопотенціалу ізобаричної поверхні АТ500 на широті  $40^\circ$  та  $60^\circ$  пн. ш. Індекс Тібальді-Монтені [4] оперує не абсолютними значеннями геопотенціалу АТ500, а її градієнтами на широтах  $50^\circ$  та  $70^\circ$  пн.ш. Більш сучасні індекси блокування в якості вхідних даних використовують і інші величини, такі як потенційна температура ізобаричної поверхні АТ250 [2], яка є надійним індикатором стійкої стратифікації атмосфери. Однак навіть у такому випадку зберігається базис перших баричних індексів, що жорстко прив'язані до конкретних широт. Також науковою спільнотою не були визначені єдині критерії тривалості та просторового поширення атмосферного блокування, відтак кожен дослідник формулює свої. Основним недоліком вказаних вище індексів блокування є той факт, що відсоток помилкової ідентифікації атмосферного блокування при їхньому застосуванні досягає 30%, що нівелює їхню простоту та швидкість застосування.

Альтернативою такому підходу може стати методика, спрямована на діагностику стану тропосфери шляхом виділення у ній цілісних баричних систем - складових частин баричного поля, таких як циклони та антициклони. Їхнє виділення згідно принципам синоптичного аналізу



проводиться на основі аналізу баричного поля в усій товщі нижньої та середньої тропосфери до ізобаричної поверхні АТ500 включно, що дозволяє з упевненістю судити про вертикальну протяжність, стадію розвитку та роль конкретного баричного утворення в поточній синоптичній ситуації.

Ідентифікація баричних утворень проходить в три етапи. На першому відбувається локалізація осередків високого та низького тиску у приземному полі та на ізобаричних поверхнях 850, 700, 500 гПа. На другому етапі з отриманих центрів формується вертикальний профіль баричного утворення. На завершальному етапі відбувається побудова траєкторії переміщення кожного баричного утворення. У відношенні до атмосферного блокування використання цієї методики полягає у виділенні антициклонів, що стаціонарують впродовж тривалого часу (не менше 5 днів) в межах відносно невеликого регіону. Перевагами застосування такого підходу є відмова від опосередкованих ознак атмосферного блокування, притаманних традиційним методам, використання зрозумілих синоптичних категорій та критеріїв, а також загальна гнучкість та можливість використання для вивчення інших циркуляційних режимів атмосфери та вирішення супутніх задач синоптичної практики.

На даному етапі розробки запропонована методика дозволяє в повній мірі ідентифікувати баричні утворення на території Північної півкулі та виділяти з їхнього числа блокуючі антициклони. За досліджуваний період (1976-2016 роки) виділено 240 антициклонів, що задовольняють встановленим критеріям відповідності ознакам атмосферного блокування. Сформована вибірка потребує подальшої фільтрації з метою виключення випадків хибної ідентифікації та уточнення критеріїв відбору.

### *Список використаної літератури*

1. Lejenas H. Characteristics of northern hemisphere blocking as determined from a long series of observational data / H. Lejenas, H. Okland // Tellus. – 1983. – Vol. 35A. – P. 350–362.
2. Pelly J. L. The predictability of the atmospheric blocking: A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy / Joanna L. Pelly ; The University of Reading, Department of Meteorology. – Reading, 2001. – 207 p.
3. Rex D. F. Blocking Action in the Middle Troposphere and its Effect upon Regional Climate. Part I: An Aerological Study of Blocking Action / D. F. Rex // Tellus. – 1950. – Vol. 2, issue 3. – P. 196–211
4. Tibaldi S. On the operational predictability of blocking / S. Tibaldi, F. Molteni // Tellus. – 1990. – Vol. 42A. – P. 343–365.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУМЕРНОЙ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕТРА РЕГИОНОВ УКРАИНЫ

*Собченко А. Ю., младший научный сотрудник  
Одесский государственный экологический университет*

**Вступление.** Разработка стохастических моделей ветра, как правило, ограничивается исследованиями скалярных распределений вероятности величины (модуля) и направления вектора ветра. Такой подход, при очевидных преимуществах: инструментальной точности аппроксимации массивов данных измерений, известной легкости интерпретации результатов, не учитывает взаимного влияния компонент вектора ветра, в частности, зональной и меридиональной составляющих. В свою очередь исследование моментов многомерной плотности распределения вектора позволяет оценить влияние компонент на энергетические характеристики вектора ветра, детализировать показатели пространственной ориентации преобладающих направлений ветра, что представляется важным для оценки ветроэнергетического потенциала региона.

Настоящая работа посвящена исследованию двумерной стохастической модели вектора ветра применительно к данным пяти регионов Украины.

Рассмотрим ветер как двумерный случайный вектор, характеризуемый величиной (модулем) скорости и направлением в полярных или, что эквивалентно, зональной и меридиональной составляющими в декартовых координатах. Предположим, что плотность распределения подчиняется двумерному нормальному закону

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y\sqrt{1-\rho^2}} e^{-\frac{1}{2(1-\rho^2)}\left(\frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma_x^2} - \frac{2\rho(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sigma_x\sigma_y} + \frac{(y-\bar{y})^2}{\sigma_y^2}\right)}, \quad (1)$$

где:

$x, \bar{x}, \sigma_x$  — величина, математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение зональной составляющей вектора скорости ветра;

$y, \bar{y}, \sigma_y$  — величина, математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение меридиональной составляющей вектора скорости ветра;

$\rho$  — коэффициент корреляции зональной и меридиональной составляющих вектора ветра.

Массив данных представлен информацией АМСГ Одесса, Киев (Борисполь), Кривой Рог, Симферополь и Львов и содержит осредненные получасовые данные приземного слоя о векторе ветра в полярных координатах за период с 2001 по 2014 гг. В ходе обработки информация преобразована в декартову систему координат и аппроксимирована двумерной нормальной плотностью вероятности (1) по критерию минимума среднеквадратической ошибки.

Результаты аппроксимации представлены в табл.1, содержащей оценки моментов распределения и коэффициента корреляции компонент вектора ветра, а также численные характеристики эллипсов рассеяния для каждого региона, кроме того, таблица включает показатели среднего значения ( $\bar{V}$ ) и среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ) модуля скорости ветра, рассчитанные на основе исходных данных исследованных регионов без использования предложенной стохастической модели.

Таблица 1 – Статистические характеристики составляющих вектора ветра

|                       | Одесса | Киев   | Кривой<br>рог | Симферополь | Львов  |
|-----------------------|--------|--------|---------------|-------------|--------|
| $\bar{V}, м/с$        | 4,11   | 3,60   | 3,91          | 4,53        | 2,92   |
| $\sigma, м/с$         | 2,37   | 1,96   | 2,16          | 2,71        | 2,21   |
| $\bar{x}, м/с$        | -0,208 | 0,388  | -0,174        | -0,896      | 0,191  |
| $\bar{y}, м/с$        | 0,567  | 0,0012 | 0,552         | -0,117      | -0,375 |
| $\sigma_x, м/с$       | 2,92   | 2,83   | 3,19          | 4,16        | 2,98   |
| $\sigma_y, м/с$       | 3,85   | 3,10   | 3,18          | 3,35        | 2,25   |
| $\sigma_x^2, м^2/с^2$ | 8,54   | 8,03   | 10,19         | 17,29       | 8,89   |
| $\sigma_y^2, м^2/с^2$ | 14,83  | 9,63   | 10,15         | 11,19       | 5,07   |
| $\rho$                | -0,05  | 0,06   | -0,03         | -0,54       | 0,29   |
| $L$                   | 0,96   | 0,99   | 1,00          | 0,82        | 0,92   |
| $tg 2\alpha$          | 0,18   | -0,63  | -15,15        | -2,45       | 1,01   |
| $\alpha, ^\circ$      | 5      | 344    | 317           | 326         | 22     |

### Выводы:

- совпадение направлений главных осей эллипсов рассеяния с географическими осями горных массивов (Крымские горы для района Симферополь, Карпаты для района Львов) определяет пути преобладающего тепломассопереноса и направлений соответствующих ветровых потоков;
- наличие горного массива есть необходимое условие существенной корреляции компонент вектора ветра синоптического масштаба;
- наличие водного массива не является необходимым условием корреляции компонент ветра, но обеспечивает эллиптичность плотности распределения, связанную с существенной разницей дисперсий компонент;
- наиболее перспективными с точки зрения ветроэнергетического потенциала представляются регионы (Одесса, Симферополь), описываемые эллиптическим нормальным распределением вектора ветра;
- актуальным представляется сравнительный анализ результатов исследования предложенной стохастической и стандартно используемой в климатологии детерминированной модели ветра.

## СОСТОЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УКРАИНЕ

*Степаненко С.Н., д.ф.-м.н., проф., Волошин В.Г., к.геогр.н., доц.*

*Одесский государственный экологический университет*

Оценка и контроль загрязнения атмосферного воздуха в районах с высокой антропогенной нагрузкой должна быть основана не только на результатах прямых измерений, но и на результатах модельных расчетов распространения вредных веществ в атмосфере. Стационарные наблюдения загрязнения атмосферного воздуха, так называемый прямой мониторинг, проводятся на очень ограниченном количестве пунктов. Но, даже хорошо организованная сеть станций не способна представить информацию о качестве воздуха по всему физическому объему контролируемого региона. Поэтому весомым дополнением к прямому мониторингу является использование математических моделей, которые обеспечивают детальную оценку уровня загрязнения воздуха, даже там, где отсутствуют данные прямого мониторинга.

До сих пор для охраны атмосферного воздуха в Украине используется методика ОНД-86, разработанная в 70-80 гг. в СССР. На основе методики ОНД-86 создана автоматизированная система расчета рассеивания выбросов вредных веществ в атмосфере «ЭОЛ 2000», предназначенная для оценки предельно допустимых норм выбросов вредных веществ в атмосферу от проектируемых и действующих предприятий. Однако, применение методики ОНД-86 для проведения косвенного мониторинга качества воздуха в принципе не возможно, так как в методике отсутствует учет зависимости концентрации примесей в атмосферном воздухе от метеорологических условий.

В 2005 г. в Одесском государственном экологическом университете была создана научно-исследовательская лаборатория «Метеорологические аспекты загрязнения атмосферы». Научным руководителем лаборатории являлся д.ф.-наук проф. Степаненко С.Н., руководил лабораторией к.г.н., доц. Волошин В.Г. Основной задачей лаборатории являлось создание новой нормативной модели расчета концентраций вредных веществ, с целью создания специальной службы косвенного мониторинга в крупных промышленных центрах Украины.

Модель получила наименование «Модель локальной атмосферной диффузии. МЛАД». В качестве основных диффузионных параметров в модели используются коэффициенты турбулентной вязкости, составляющие вектора скорости ветра, вертикальные скорости диффундирующих частиц и их вертикальные и горизонтальные распределения. Работа над созданием модели привела к доказательству теоремы о фундаментальности решения полуэмпирического дифференциального уравнения турбулентной диффузии в трехмерной локальной области при заданных коэффициентах диффузии и скоростях переноса. Решение оказалось оригинальным и не имеет аналога в мировой научной литературе.

Расчет полей концентраций производится на сеточной области, размер которой, количество расчетных ячеек и дискретность расчетов  $q(x, y, z)$  в горизонтальной и вертикальной плоскости, задается в соответствии с условиями решаемой задачи. Для некоторых типов задач, когда необходимо, например, учесть изменение направления ветра в условиях сложного рельефа или поворот ветра с высотой и/или построить траекторию движения облака примесей, вводится время диффузии и модель от эйлерового анализа результатов переходит к лагранжевому.

Модель МЛАД работает совместно с метеорологическим препроцессором (SLEB), предназначенным для оценки размерных и безразмерных масштабов и величин пограничного слоя атмосферы, которые необходимы для расчета концентраций примесей при различных метеорологических и геофизических условиях.

Обобщение результатов применения модели в различных прикладных задачах, в том числе и при косвенном мониторинге, выполнено Волошиным В.Г. в монографии «Динамическая модель загрязнения атмосферы с метеорологическим препроцессором» [1]. Научным редактором издания является доктор физ.-мат. наук, профессор С.Н. Степаненко.

### *Список использованной литературы*

1. *Волошин В.Г.* Динамическая модель загрязнения атмосферы с метеорологическим препроцессором: Монография / МОН Украины; ОГЄКУ; В.Г. Волошин; науч. ред. С.Н. Степаненко. – Одесса: Экология 2013. – 296 с.

## ТЕХНОЛОГИЯ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Сумак Е.Н., Шакур В.Н.*

*Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Беларусь)*

Первостепенными задачами гидрометеорологической службы страны является составление прогнозов погоды и своевременное предупреждение об опасных метеорологических явлениях с целью снижения угрозы жизни населения и минимизации ущерба экономике. В решении этих задач в Республиканском центре по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Республики Беларусь (Гидромет) ключевую роль играет служба метеорологических прогнозов.

Для успешного прогнозирования погодных условий и опасных явлений (ОЯ) важную роль играет наличие хорошо отлаженной системы наблюдений (приземных и высотных), использование современных технических средств, обмен штормовыми оповещениями с сопредельными государствами.

В системе международного обмена информацией задействована 51 станция наблюдательной сети Республики Беларусь, из них 31 станция включена в список Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). В последние годы по стране было ликвидировано 4 наблюдательных пункта, в 10 пунктах сократилась программа наблюдений в ночное время.

В Гидромете Беларуси действует автоматическая информационная система штормовых оповещений, поступающих с сети метеонаблюдений, как от метеостанций Беларуси, так и сопредельных государств.

Действующая в Беларуси сеть МРЛ включает 3 радиолокатора – в Бресте, Гомеле и Минске. В Национальном аэропорту Минск установлен доплеровский МРЛ «Meteor 500-С». В Гомеле также установлен ДМРЛ. В Бресте действует МРЛ-5 1991 года выпуска, который в настоящее время является автоматизированным.

С 2009 по 2014 год гидрометеорологическая служба Беларуси принимала участие в международном проекте BALTRAD. В результате была создана современная метеорологическая радиолокационная сеть, объединяющая Республику Беларусь со странами Балтийского региона.

Аэрологическое зондирование атмосферы в Беларуси осуществляется в пунктах Брест и Гомель, как правило, два раза в сутки.

Широко используется спутниковая информация: установлены станции по приему информации со спутников NOAA-18 и NOAA-19, TERRA, METEOSAT и METOP-A.

С помощью программного комплекса «ГИС Метео» осуществляется обработка метеорологической информации, включающая в себя анализ синоптических карт – приземных и высотных, проведение атмосферных фронтов на кольцевых картах погоды.

При составлении прогнозов погоды специалист применяет результаты расчетов численных моделей атмосферы.

В Гидромете Беларуси используется выходная продукция глобальных численных моделей GFS (США) и UM (Великобритания), некоторых численных моделей Росгидромета: САП, РЭП, COSMO-RU. Реализован счёт региональной гидростатической модели Гидрометцентра России (автор В.М.Лосев).

На базе кластерной системы в оперативном режиме осуществляется счёт мезомасштабной численной модели WRF-ARW. Выходная продукция модели WRF имеет временную дискретность 1 час, заблаговременность прогноза составляет 48 часов. Счёт осуществляется для двух доменов, с пространственным разрешением 15 и 3 км, что позволяет иметь детализированную информацию для составления прогнозов явлений локального характера.

В 2016 году реализован экспериментальный счёт модели WRF на основе уточнения исходных данных за счёт усвоения синоптической информации. Также начаты работы по внедрению системы WRFDA (WRF Data Assimilation) с целью дальнейшего усвоения радиолокационных метеоданных.

На основе анализа всего имеющегося материала осуществляется подготовка прогностической продукции, которая затем распространяется во все сетевые подразделения. Гидрометеорологическая информация передается Президенту Республики Беларусь, Премьер-министру, МЧС, в Совет Безопасности, министерствам, ведомствам и т.д.

Для идентификации степени гидрометеорологической опасности и для лучшего восприятия прогнозов погоды, содержащих предупреждения о НЯ и ОЯ, Гидромет ввел специальный цветовой код. Шкала кода состоит из 4 цветов, которые представляют собой различные градации рисков.

Согласно Стратегии развития гидрометеорологической деятельности Республики Беларусь на период до 2030 года, в ближайшей перспективе основным источником гидрометеорологической информации будет оставаться сеть гидрометеорологических наблюдений. Предполагается внедрение автоматических станций метеонаблюдений, современных средств телекоммуникации и обработки информации; приобретение и установка дополнительных доплеровских радиолокаторов; усовершенствование сети пунктов аэрологических наблюдений. Требуется совершенствования научно-методическая база. Необходимо также дальнейшее совершенствование системы мезомасштабного численного моделирования.

**УРБОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ТА БІОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ  
ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
(на прикладі м. Києва)**

*Шевченко О.Г., к.геогр.н., доцент, Сніжко С.І., д.геогр.н., професор  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

Урбометеорологічні дослідження, зокрема мікроклімату та біоклімату великих міст, мають велике наукове і прикладне значення, оскільки їх результати можуть використовуватися для техніко-економічного обґрунтування проектів планування та забудови території, проектів адаптації міст до зміни клімату (оптимізація біоклімату в межах забудованих ділянок та всередині приміщень, оптимізація адаптаційних заходів до прояву зміни клімату та розрахунок їх ефективності, зниження рівня забруднення атмосферного повітря у містах).

В ХХІ ст. в урбометеорології для дослідження мікроклімату активно застосовуються різноманітні моделі та програмні продукти, що дають змогу отримати значення метеорологічних елементів в межах різних типів забудови. Застосування чисельних методів для вивчення міського клімату має низку переваг, порівняно з комплексними інструментальними вимірюваннями. «ENVI-Met» є прогностичною тривимірною моделлю, що застосовується для моделювання мікроклімату урбанізованого середовища. Основною її перевагою є те, що це одна з перших моделей, що відтворює основні процеси в атмосфері, які впливають на мікроклімат з урахуванням фундаментальних законів гідродинаміки і термомеханіки. Максимальний період моделювання – 48 годин, з часовим кроком від 10 сек та просторовою роздільною здатністю від 0,5 до 10 м. В моделі враховуються особливості структури забудови, тобто будівлі різної форми і висоти, дизайну, з різним кольором фасаду та іншими особливостями. Рослинність враховується не лише в якості пористої перешкоди для вітрової і сонячної радіації, але й враховуються фізіологічні процеси евапотранспірації і фотосинтезу. Можуть бути використані різні типи рослинності з певними властивостями. Враховуються також різні типи ґрунту.

Моделювання особливостей мікроклімату міста з використанням моделі «ENVI-Met» здійснювалося нами на прикладі ділянки, розташованої в межах житлового масиву, поблизу станції метро Позняки, (Дарницький район міста Києва). Область моделювання характеризується висотною забудовою та порівняно малою кількістю рослинності. Для моделювання було обрано дні з різними типами погоди – ясний та хмарний. Моделювання здійснювалося для трьох метеорологічних величин – температури повітря та напрямку і швидкості вітру. Результати свідчать, що в літній день з ясною погодою температура повітря в різних частинах обраної ділянки суттєво відрізняється в денні та вечірні години – на 1,4 та



1,1°C, відповідно, проте вже опівночі різниці температур по території не перевищували 0,5°C. В хмарний день різниці температур значно нижні і коливаються від 0,5 до 0,7°C в різні строки. Моделювання вітру для обраної ділянки дало змогу визначити місця локальних посилень повітряного потоку та застоїв повітря, а також встановити особливості трансформації напрямку повітряного потоку в межах забудови.

Досягнення теплового комфорту організму людини залежить від трьох груп чинників – фізіологічного стану організму, умов оточуючого середовища та одягу з відповідною термоізоляцією. На сьогоднішній день існує величезна кількість різноманітних біокліматичних індексів (БІ), що можуть використовуватися для оцінки біоклімату. Закономірно, що найбільш об'єктивними з них є БІ, при розрахунку яких враховуються всі три групи чинників. Крім того, для об'єктивної оцінки біоклімату великого міста дуже важливо, щоб при розрахунках БІ, який для цього використовується, враховувалася також середня радіаційна температура, адже, в умовах щільної забудови великого міста відбувається багаторазове перевідбивання радіаційних потоків, що впливає на тепловідчуття, проте не може бути враховано при використанні лише температури повітря.

На сьогоднішній день серед європейських вчених одним з найпопулярніших таких БІ є фізіологічно-еквівалентна температура (ФЕТ), запропонована Н. Мауер і Р. Норре (1987). Основою для розрахунків даного біокліматичного індексу є Мюнхенська модель енергетичного балансу людини, що ґрунтується на рівнянні енергетичного балансу тіла людини. На сьогоднішній день моделювання ФЕТ включено у вигляді окремих модулів в популярні моделі, які використовуються в урбометеорології. Наприклад, модуль для розрахунків ФЕТ є у вище згадуваній моделі «ENVI-Met». Також для отримання значень індексу ФЕТ може використовуватися модель «RayMan», розроблена у Метеорологічному інституті Фрайбурзького університету імені Альберта-Людвіга. Остання має простіший інтерфейс та частіше застосовується для розрахунків ФЕТ з метою характеристики біоклімату певної території, для визначення динаміки біоклімату міст чи окремих територій.

Нами за допомогою моделі «RayMan» були розраховані значення ФЕТ для кожного дня календарного літа в Києві за 2005–2014 рр., що стало основою для біокліматичної характеристики літнього сезону в цьому місті в сучасний період. На основі отриманих значень ФЕТ було встановлено, що середня повторюваність кількості днів з холодним стресом в червні становила 10,0 % (це переважно були дні з легким холодним стресом), в липні – 2,6 %, а в серпні – 7,1 %. Комфортна погода найчастіше влітку спостерігається в червні – її повторюваність становить 20,0 %, в серпні – 17,8 %, а в липні – лише 10,6 %. Повторюваність днів з тепловим стресом є високою у всі літні місяці. Закономірно найвищою вона є в липні – 86,8 %, в червні та серпні – 70,0 % та 75,1 %, відповідно.

## НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕКТОРА СКОРОСТИ ВЕТРА В ПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТАХ

Школьный Е.П., д-р техн. наук, проф.

*Одесский государственный экологический университет,*

Организация систем ветроэнергетических устройств невозможна без исследования на данной территории режима скорости ветра в приземном слое атмосферы на климатических масштабах. При такого рода исследованиях достаточно часто аппроксимация вероятностей скорости ветра осуществляется в форме нормального закона системы случайных величин, которыми являются зональная  $u$  и меридиональная  $v$  составляющие вектора скорости ветра. Представляется, что в целях ветроэнергетики более предпочтительными являются представления вектора скорости ветра в полярных координатах  $(r, \alpha)$ . В статье путем функционального преобразования осуществляется переход от нормального закона распределения вероятностей с плотностью  $\varphi(u, v)$  к нормальному закону с плотностью  $\varphi(r, \alpha)$  при условии эллиптического рассеивания. На основе нормального закона распределения  $\varphi(r, \alpha)$  путем интегрирования по соответствующим переменным  $(r, \alpha)$  в областях их существования, получены частные распределения вероятностей  $\varphi_a(r)$  и  $\varphi_r(\alpha)$ , а так же их условные распределения вероятностей  $\varphi(r/\alpha)$  и  $\varphi(\alpha/r)$ .

Получены параметры  $a, b, c$  нормального распределения в полярных координатах, которые связаны с  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  эллипса рассеивания.

Проводится анализ указанных распределений вероятностей в случаях кругового и эллиптического рассеивания векторов скорости ветра при условии коррелированности и некоррелированности его составляющих. Показано, частное распределение вероятности скорости ветра при круговом рассеивании при условии отсутствия корреляционной зависимости становится распределением Релея, а условное распределение полярного угла вырождается в равномерное распределение.

Вывод формул для частного и условного распределений связан с необходимой аппроксимацией вероятностного интеграла при новых параметрах закона распределения. Показано, что при аппроксимации вида,

$$x = -\frac{r^2}{4(1-\rho^2)}(a + b \cos 2\alpha - c \sin 2\alpha),$$

где  $\rho$  - коэффициент корреляции, полученные выражения распределения удовлетворяют теореме умножения вероятностей, а при

определенных условиях – свойствам распределения Релея и равномерного распределения, что аппроксимация является удачной.

Рассмотрены случаи распределений, когда рассеивания модуля скорости ветра имеют эллиптический характер при условии наличия корреляционной связи между компонентами скорости ветра. Рассчитаны вероятности пребывания полярного угла в различных отрезках в области  $0 \leq \alpha \leq 2\pi$  при заданных значениях модуля скорости ветра. Численные эксперименты подтверждают преимущество такого моделирования вероятностей вектора скорости ветра.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Обухов С. Г., Плотников И. А., Сарсикеев Е. Ж. Динамическая модель продольной составляющей скорости ветра // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 139 – 145.
2. Mahrt L. Surface wind direction variability. *J. Appl. Meteorol and Clim.*, 2011, no. 50, pp. 144-152.
3. Гутерман И. Г. Распределение ветра над северным полушарием. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 252 с.
4. Капустин С. Н., Червоный А. А., Колинченко Б. А. Теория вероятностей, математическая статистика и методы исследования операций. Часть первая. М.: «ВАИА», 1961. 594 с.
5. Капля Е. В. Статистическая модель динамики скорости и направления ветра // Метеорология и гидрология. 2014. №12. С.29-34.
6. Капля Е. В. Система финитного управления приводами лопастей ветроэнергетической установки // Автоматизация и современные технологии. 2013. № 5. С. 13-17.
7. Кобышева Н. В., Степанская Г. А., Чмутова З. Е. Оценка потенциальных ветроэнергетических ресурсов на территории СССР // Труды ГГО. 1983. Вып. 475. С. 7-12.
8. Сапицкий К. А., Кобышева Н. В. Потенциальные ветроэнергетические ресурсы Грузии // Труды ГГО. 1983. Вып. 375. С. 12-15.
9. Венцель Е. С. Теория вероятностей. М.: Физматлит, 1958. 464 с.
10. Гнаденко Б. В. Курс теории вероятностей. М.: Физматлит, 1961. 396 с.
11. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. М.: Наука, 1969. 511 с.
12. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. 576 с.
13. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. Книга первая. М.: "Сов. радио", 1966. 728 с.
14. Динамическая метеорология (Теоретическая метеорология) // под ред. Д. Л. Лайхтмана. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 607 с.

## ПЕРЕХРЕСНА ПЕРЕВІРКА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ДАНИХ ТА НАЗЕМНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЩОДО ГРОЗИ ТА ГРАДУ

*Шниг В.М., к.г.н., Будаг І.В.*

*Український гідрометеорологічний інститут*

*ДСНС України та НАН України*

Дані спостережень наземної мережі метеостанцій та метеорологічних радіолокаторів (МРЛ) є важливим джерелом інформації про погодні умови над певною територією. МРЛ широко застосовуються у різних областях метеорології, екології, гідрології, транспортній галузі, сільському господарстві тощо. Дані МРЛ, приземних метеорологічних спостережень та аерологічного зондування використовуються для валідації супутникової інформації щодо водності хмар, кількості та інтенсивності опадів і метеорологічних явищ, оскільки остання є опосередкованою.

Дане дослідження є продовженням [1]. Для обробки та аналізу були використані архівні дані доплерівського метеорологічного радіолокатора (ДМРЛ), який розташований у Міжнародному аеропорті “Бориспіль”, за 2013-2014 рр. та дані приземних спостережень за відповідний період (див. рис. 1). Архів складається із сукупності дешифрованих радіолокаційних зображень з інформацією щодо просторового розподілу метеорологічних явищ та висоти хмарності у зоні дії ДМРЛ. Для діагностики імовірності або факту явища за характеристиками радіовідлуння (відбивальності, радіальної швидкості, кута місця і т.п.) використовується набір емпіричних функцій, реалізований у програмному забезпеченні (ПЗ) ДМРЛ. Для обох типів даних було створено ПЗ, призначенням якого було декодування та занесення до баз даних, що дозволило повністю автоматизувати обробку з метою уникнення помилок, пов’язаних із людським фактором.

Подібно до [1] було виконано оцінку ефективності мережі спостережень за геометричними параметрами грозових осередків. Ця оцінка дозволяє визначити відсоток грозових осередків, що були виявлені ДМРЛ та при цьому пройшли над (принаймні) однією із станцій мережі, розташованих у 150-кілометровій зоні навколо ДМРЛ протягом строку.

Використовуючи кількісні критерії точності чисельних прогнозів погоди, які описані у [2], проведено оцінку ефективності ДМРЛ за даними мережі спостережень, тобто оцінку ефективності радару як засобу реєстрації гроз за умови, що дані мережі спостережень прийняті за еталон. Також було виконано оцінку ефективності мережі спостережень за радарними даними, метою якої було визначити ефективність мережі спостережень як засобу реєстрації гроз, якщо прийняти радарні дані за еталон.

Два розглянуті у даному дослідженні джерела даних наземних спостережень щодо грозових осередків (мережа і радар) є неповними або

непрямими. Так, наземна мережа метеостанцій схильна до пропуску значної частини гроз через свої геометричні характеристики (малу щільність), отже її дані слід вважати неповними. Радіолокаційні дані можуть вважатися непрямими, оскільки радар вимірює не грозову активність, а радіолокаційну відбивну здатність, а подальший діагноз явищ ґрунтується на емпіричних співвідношеннях, що дають імовірнісні результати.

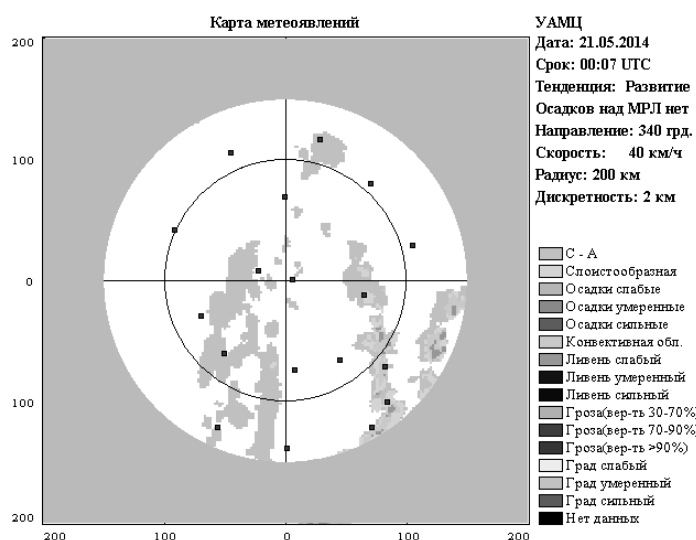


Рисунок 1 – Область, в якій аналізувались особливості просторового розподілу грози та граду

Порівняльна оцінка даних ДМРЛ та мережі у зоні його дії щодо граду виконувалася за дещо більший період: 2012-2015 рр. Ця обставина була пов'язана із незначною кількістю (малою частотою) його прояву як явища.

Висновки: за допомогою двох незалежних підходів було підтверджено приведені у [1] результат щодо ефективності наземної мережі спостережень та припущення щодо її (ефективності) залежності від просторово-часових характеристик досліджуваного явища.

### ***Список використаної літератури:***

1. Шпиг В.М. Сравнительная оценка радиолокационных и наземных данных наблюдений грозы / В.М. Шпиг, И.В. Будак // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Сборник научных статей международной научной конференции, г. Минск, 5 – 8 мая 2015 г. – Минск, Издательский центр Белорусского Государственного Университета, 2015. – С. 202 – 203.
2. Recommendations for the verification and intercomparison of QPFs and PQPFs from Operational NWP Models. – WMO TD No. 1485, 2009. – 37 p.

## СПІВВІДНОШЕННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ТА НЕЕКСТРЕМАЛЬНИХ ОПАДІВ У МІСЯЧНИХ НОРМАХ ОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Щеглов О.А., Мартазінова В.Ф., д. ф-м. н., професор,  
Український гідрометеорологічний інститут ДСНС НАН України*

Екстремальні атмосферні опади можуть приносити економічні збитки, так само, як і їх дефіцит, що в останні роки проявляється протягом літнього періоду в Україні [1]. В Україні для поняття екстремальних опадів встановлено критерії небезпечних явищ (НЯ) та стихійних гідрометеорологічних явищ (СГЯ), які практично є однаковими для всіх сезонів і більшості регіонів країни [2]. Однак, екстремальні опади в кожному місяці і регіоні мають індивідуальний прояв. Одним із альтернативних визначень екстремальності опадів можуть бути перевищення двох стандартних відхилень. Останнім часом у наукових роботах пропонується розділення опадів на класи екстремальності.

В ХХІ столітті увагу привертає суттєва зміна режиму небезпечних та стихійних опадів, які були описані для кінця ХХ століття [3]. Тому у даній роботі розглядається саме сучасний період 2001-2014 рр. Були використані дані про добову кількість опадів ЦГО, які були зібрані в електронний архів у відділі КДДПП УкрГМІ. Був проведений аналіз повторюваності добових опадів понад 5,10,15,20,30 мм/добу (рис.1).

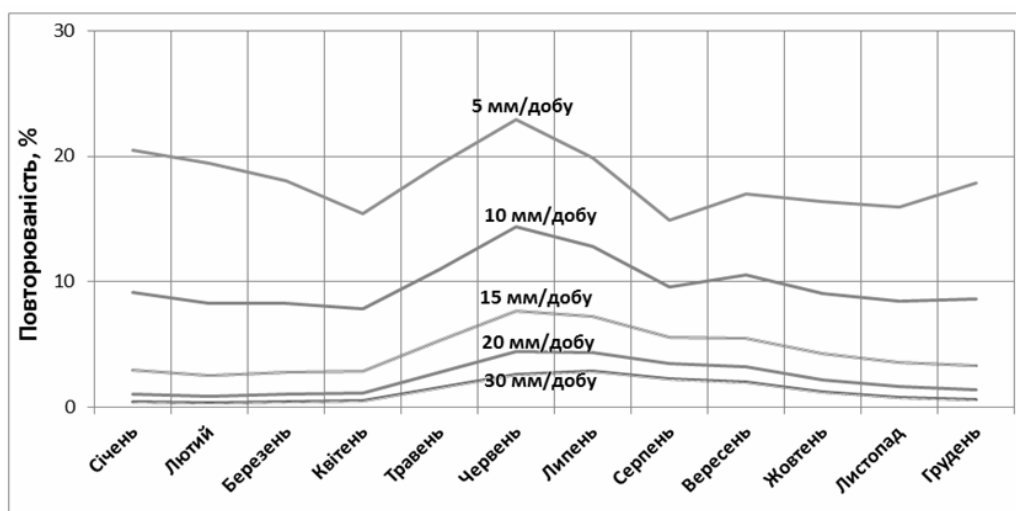


Рисунок 1 – Повторюваність опадів вище відповідних порогів 5,10,15,20, 30 мм/добу, у відсотках в середньому по станціям України (2001-2014 рр.)

Як показано на рис. 1, найменша кількість сильних добових опадів відмічається протягом холодного півріччя, особливо в зимовий період. Влітку відмічається максимум повторюваності опадів всіх обраних градацій. Всі зазначені категорії опадів є складовими місячних норм. В

даній роботі пропонується розглядати місячну норму як:  $\bar{R} = \bar{R}_r + \bar{R}_d$ , де  $\bar{R}_r$  – середнє багаторічне значення сильних опадів вище заданого критерію,  $\bar{R}_d$  – середнє багаторічне значення добових опадів нижче критерію. Цей підхід дозволив виявити просторово-часові закономірності екстремальних опадів. Так, наприклад, для липня місячна норма опадів понад 15 мм змінюється з південного сходу (від 20-30 мм) на захід (до 50-60 мм) (рис.2а). При цьому відсотковий вміст опадів понад 15 мм у місячній нормі складає близько 50% на півдні, сході та у Карпатах, а на заході та півночі – близько 40% (рис.2б). Решту складають опади менше 15 мм на добу.

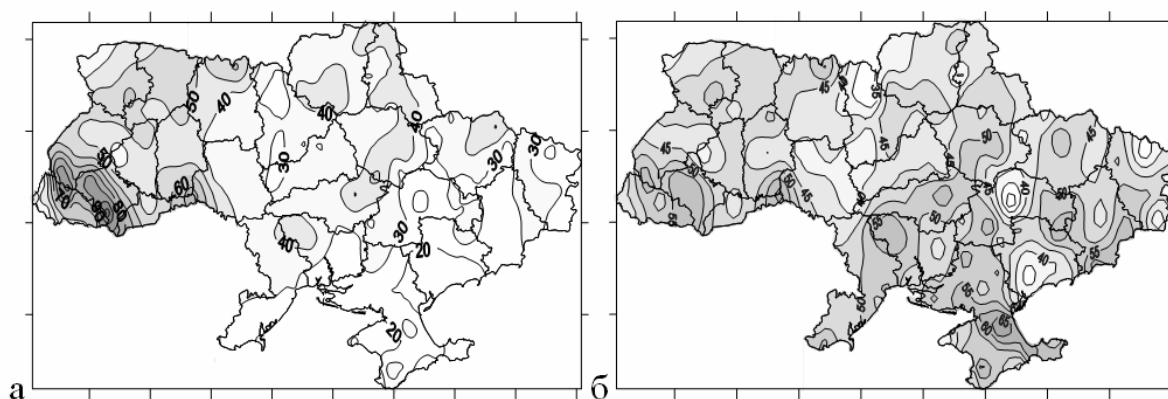


Рисунок 2 – а) місячна норма опадів понад 15 мм на добу; б) відсотковий вміст опадів понад 15 мм/добу у загальній нормі 2001-2014 рр., липень

Таким чином, у даному дослідженні були отримані місячні норми екстремальних опадів для кожного місяця всіх сезонів, а також обчислено відсотковий вміст цих опадів у загальній нормі. Найменші значення відмічаються в зимові місяці. Так, наприклад, для січня відношення суми екстремальних опадів до загальної норми в північній половині країни варіює в районі 5-10%, а в південній половині – близько 20%, місцями вище.

### Список використаної літератури:

- 1) Мартазінова В.Ф., Иванова Е.К., Щеглов А.А. Тенденция современного температурно-влажностного режима Украины к аномально сухим и знойным атмосферным процессам в летний сезон // Наук. пр. УкрГМІ. – 2016. – Вип. 268. – С.15-24
- 2) Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди. – К.: Державна гідрометеорологічна служба, 2003, – 32с.
- 3) Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005рр.)/За ред. В.М.Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М.Бабіченко. 2006. 312

**секція**  
**„ОКЕАНОЛОГІЯ”**



## ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ШЕЛЬФОВУЮ ЗОНУ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

*Берлинский Н.А., д. геогр.н., проф., Сафранов Т.А., д.г.-м.г., проф.  
Одесский государственный экологический университет*

На современном этапе актуальные проблемы океанологии обусловлены сложным комплексом причинно-следственных связей. Разработка теоретических и прикладных аспектов региональной океанологии должна занимать основную нишу исследований. Однако, экономическая и геополитическая ситуация в Черноморском регионе накладывает свой отпечаток, ограничивая возможности для проведения необходимых исследований.

Большое внимание к состоянию черноморской экосистемы уделяется странами Евросоюза. В настоящее время для подготовки и выполнения европейских проектов («Horizon 2020») выделены значительные средства для проведения комплексных исследований в Черном море с целью оценки состояния морской среды и возможностью ее реабилитации и восстановления. Анализ последних исследований и публикаций свидетельствует о крайней необходимости проведения регулярных комплексных наблюдений в северо-западной части Черного моря (СЗЧМ). Прежде всего, это экологический мониторинг Черного моря (проект «EMBLAS») с участием стран, расположенных на черноморском побережье. Главная цель проекта сводилась к оценке современного экологического состояния морской среды – от эколого-биологических аспектов до энвайроментологических – характеризующих собственно среду обитания, качество водных масс и донных отложений, определение современных, наиболее характерных, значений и их сопоставление с данными прошлых периодов. Второй, не менее актуальный проект – это исследования и создание инфраструктуры для научных целей в сопряжении река – дельта – море (проект «DANUBIUS»), что для черноморской экосистемы имеет определяющее значение, поскольку именно сток рек и вынос биогенных и загрязняющих веществ во многом обуславливает состояние водной среды и донных отложений. Кроме того, предусмотрена регулярная оценка степени нагрузки на дельту реки Дунай, которая служит своеобразным «биологическим фильтром» растворенных и взвешенных веществ, поступающих из реки в море, а также широкий спектр образовательных программ в создаваемом Центре исследований, расположенном в румынской части дельты. Образовательная составляющая, наряду с унифицированными методами исследований и методиками обработки данных, позволит на новом, качественном уровне, внедрять современные достижения в едином центре Нижнего Дуная, оборудованном техническими средствами и приборной базой для стран Центральной и Восточной Европы. Участие украинских исследовательских организаций в проектах Евросоюза весьма актуально. При этом следует обеспечить целесообразное и корректное, с научной точки зрения, выполнение работ в украинском секторе устьевой области реки.

Следует отметить нерешенные в настоящее время проблемы шельфа СЗЧМ. К ним относятся абиогенная составляющая морской экосистемы, которая определяют условия обитания гидробионтов и их сообществ, периодичность формирования придонной гипоксии и заморов донных

организмов. Этот пробел научных знаний обусловлен отсутствием регулярных наблюдений на протяжении последних полутора десятков лет.

Известно, что к главной проблеме прибрежных и шельфовых экосистем относится процесс формирования придонной гипоксии и массовой гибели донных организмов. Это обусловлено крупномасштабным эвтрофированием вод Черного моря, начиная с 70-х годов XX века. В ряде публикаций детально описан процесс развития эвтрофирования и установлена зависимость придонной гипоксии от степени трофности вод и гидрометеорологических условий [1-3]. Была определена пространственно-временная изменчивость эвтрофных вод, участков гипоксии и заморов донной флоры и фауны. При этом были установлены так называемые импактные зоны, т. е. участки морской акватории, где антропогенное эвтрофирование проявлялось в большей степени. На украинском участке моря к импактным зонам относятся акватория Дунайско-Днестровского междуречья и Приднепровско-Бугский район, включая Одесский залив.

Комплексный экологический мониторинг должен выполняться с учетом локализации зон придонной гипоксии на относительно глубоководье (на глубинах свыше 20 м), как наиболее долговременных и устойчивых формирований, с учетом аспектов сезонного развития планктонных сообществ и деструкции органического вещества, а также с использованием методов комплексного изучения морской среды с наблюдениями за гидролого-гидрохимическими параметрами и показателями состояния гидробионтов.

К ещё одному фактору влияния на морскую экосистему относится прямое техногенное воздействие в результате деятельности морского транспорта, морехозяйственного комплекса, разработки полезных ископаемых, сброса сточных вод промышленно-городских агломераций и использование прибрежной зоны в качестве рекреационного ресурса.

Сравнительный анализ доступных данных показал повышение нагрузки на морскую экосистему в последнее десятилетие тяжелыми металлами и нефтепродуктами, происхождение которых не всегда связано с судоходством, как фактором прямого воздействия, либо интенсификации аккумуляции за счет седиментации взвешенных веществ в районах известных природных квазистационарных вергенций и требует дополнительного изучения. Одной из возможных причин процессов накопления загрязняющих веществ в донных отложениях может быть усиление динамики вод на шельфе в результате активизации атмосферных процессов над Центральной Европой, т.е. эффектом глобальных климатических изменений.

### *Список использованной литературы*

1. Берлинский Н.А. Динамика техногенного воздействия на природные комплексы устьевой области Дуная – Одесса : Астропринт, 2012. – 252 с.
2. Зайцев Ю.П. Северо-западная часть Черного моря, как объект современных гидробиологических исследований // Биология моря, 1977. – Вып. 43. – С. 3–6
3. Толмазин, А.С. Острогин, А.П. Кудрянь, А.И. Балашов, З.Т. Буланая З.Т. Анализ гидрологических и гидрохимических факторов формирования гипоксии в междуречье Дунай – Днестр // Биология моря, 1977. – Вып. 43. – С. 7–11.

## ВПЛИВ РЕЛЬЄФУ НА ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА В ЗОНАХ МОРСЬКИХ УЗБЕРЕЖ

*Комлев О.О., д.г.н., професор*

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

В зонах морських узбереж помірного, субтропічного, тропічного кліматичних поясів важливу роль у речовинно-енергетичних обмінах у тропосфері відіграє *бризова циркуляція*. Бризидіють практично постійно весь рік у вузькій смузі берегової лінії та, враховуючи її загальну довжину, мають *планетарне* значення. Для бризів характерні постійні відтворення градієнтних термобаричних контрастів, а також фізичні процеси фазових перетворень, дифузії, конвекції, турбулентного перемішування. Бризові циркуляційні «кільця» мають добову і сезонну просторово-часову динаміку, яку визначає взаємодія місцевих і планетарних чинників.

З бризовою циркуляцією узбереж багатьох районів Світового океану чітко корелюються явища, які періодично виникають в приводній частині тропосфери, які невидимі візуально, а спостерігаються тільки на моніторах радіолокаторів. Вони представляють собою відбиті радіосигнали (ехо) від невидимих матеріальних утворень, які були названі *аномальними*, оскільки не зразу стала відома їх природа. Серед них були і так звані *ангел-ехо*, які, на відміну від інших радіо-ехо, утворених атмосферними фронтами, шквалами, грозами, дощем, утворюються при ясній, не дощовій погоді, відзначаються стійким сигналом, когерентністю, відсутністю флуктуацій.

Були висунуті різні гіпотези щодо походження ангел-ехо, в тому числі із проходженням в атмосфері різних природних або техногенних об'єктів. Але, з часом став очевидним зв'язок ангел-ехо з бризовою циркуляцією. Були встановлені морфологічні типи відображення цих радіосигналів на моніторах радіолокаторів - крапки, смуги, кільця, стовпчики ін. З часом, склались і певні уявлення причин виникнення і будови цих утворень. Нині у дослідників ангел-ехо найбільш прийнятною є модель «терміка» - конвективного пузиря, що піднімається вгору, який внутрішньо стратифікований за різними фізичними показниками (температурою, вологістю тощо). Менш досліджені для терміків є: динаміка формування, встановлення реальних розмірів (незалежно від довжини електромагнітної хвилі), просторово-часова поведінка, зв'язок з місцевими циркуляційними процесами, а також структурою рельєфу морських узбереж.

В колишньому СРСР і в незалежній Україні проводились комплексні дослідження ангел-ехо в рамках важливих державних програм. В процесі їх виконання ставились завдання вивчення будови і динаміки «терміків» різними фізичними методами і з фізико-географічними чинниками. Автор брав участь у дослідженнях конкретних зв'язків

повторюваності, часу, місць виникнення, тривалості, висоти ангел-ехо з бризовою циркуляцією і рельєфом земної поверхні. Ці роботи велись на системній основі з значним використанням загальнонаукових підходів - аналогій, подібності, конформності. Були проаналізовані результати багаторічних стаціонарних радіолокаційних спостережень на кількох полігонах в прибережній смузі субтропічного узбережжя Криму, виконано їх співставлення з даними метеорологічних спостережень в літні місяці, які велись одночасно в пунктах профілів, закладених в межах окремих форм рельєфу. В результаті цих робіт були отримані певні результати:

1. Ангел-ехо виникають в ясну, малохмарну, мало вітряну погоду, фіксують складні, неоднорідні скупчення водяної пари, ще не оформлені в хмари, які виникають періодично і існують від кількох хвилин до години. Найбільш активно ангел-ехо утворюються на відстані 10-15 км від берега на висоті до 50 м над водою. Максимум утворення ангел-ехо припадає на 18 годину. Спостерігаються як поодинокі ангел-ехо, зосереджені вздовж лінійних зон, так і вузли їх концентрацій, де виникають своєрідні сімейства ангел-ехо. Встановлені просторово-часові особливості поведінки ангел-ехо вказують на їх зв'язок з розвинутою системою бризової циркуляції.

2. Значний вплив на утворення ангел-ехо мають рисунок берегової лінії, загальна орографія і параметри рельєфу морських узбереж. Ангел-ехо частіше утворюються в акваторіях навпроти увігнутих берегів, особливо якщо вони звернуті до моря амфітеатром. Орографічні елементи (особливо крупні) визначають відстань проникнення бризів в межі суші. Алгоритм досліджень рельєфу в даному випадку полягає у визначенні загального його потенціалу (вертикального розчленування) його співставлення з потужністю шару атмосфери, охопленого бризовою циркуляцією. Це дозволяє оцінити можливість відображення структури гравітаційного поля земної поверхні (рельєфу) в параметричних і динамічних полях атмосфери. Динаміка розвитку ангел-ехо видає існування над акваторією направлених повітряних потоків та вузлів їх перетину. Системи потоків консервативні і діють у реверсному режимі. Основне місце їх зародження - цесуша, рельєф якої найбільше впливає на виникнення температурних контрастів. На користь принципу відображення свідчить і загальність рельєфу для всіх геосфер географічної оболонки.

Тому рельєф повинен враховуватись при вивченні проходження і локалізації гідрометеорологічних явищ, подібних до ангел-ехо.

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ В ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЇ

*Кучеренко Н.В., Капочкіна М.Б.*

*НДЦ ЗС України «Державний океанаріум»*

Донедавна в провідних країнах Світу стан застосування дистанційних методів гідрометеорологічного моніторингу передбачав виключно супутникові системи. Відповідно до орбітальних характеристик супутникових систем, кількості апаратів в угрупованні, ширини смуги сканування формуються показники покриття та оновлення інформації. В певній мірі від орбітальних показників (висота та швидкість руху) залежить й просторова розподільна здатність отримуваної інформації. Сучасний рівень гідрометеорологічного забезпечення передбачає заміну супутників на підсупутникові системи. На прикладі г/м забезпечення бойових дій ВМФ США, розробленого агентством перспективних дослідницьких проєктів «DARPA», вже більше 10 років застосовує мережеву систему повітряних (БПЛА), надводних, підводних та гібридних роботизованих комплексів.

Сучасні БПЛА здатні вести сканування морської поверхні використовуючи методи, що застосовуються при супутниковому моніторингу акваторій. Використання БПЛА дозволяє перейти від недосконалих альтиметричних та скатерометричних технологій до більш ефективних радарних та лазерних технологій сканування морської поверхні. БПЛА представляють собою гібрид супутникових, буйкових та судових систем морського моніторингу. Така гібридна роботизована система, що застосовує як контактні так і дистанційні методи досліджень, в напрямку дистанційного зондування морської поверхні має певні переваги в порівнянні з супутниковими засобами моніторингу. Така система має кращу розподільчу здатність, дані сканування не спотворюються впливом атмосфери. Оновлення даних сканування морської поверхні є керованим параметром і може покращуватись відповідно до потреб користувача. Сучасні БПЛА здатні проводити відбір проб морської води, проводити їх хімічний експрес-аналіз. НДЦ ЗС України «Державний океанаріум» на замовлення Державної екологічної інспекції Північно-Західного регіону Чорного моря розробило ТТХ відповідного БПЛА.

У повній відповідності до сучасних потреб для зони морської відповідальності України в Чорному та Азовському морях НДЦ ЗС України «Державний океанаріум» розробив концептуальні положення створення перманентної морської системи гідрометеорологічного моніторингу на базі мережевої системи автономних підводних безпілотних

робототехнічних комплексів (дронів). Ефективність океанологічного моніторингу на базі мережевої системи надводних та підводних дронів значно перевищує ефективність сучасних мережевих систем, створених на базі стаціонарних та дрейфуючих буйкових станцій. Як приклад наведемо розробку [Liquid Robotics](http://www.liquid-robotics.com) автономного безпілотного дрону «Wave Glider SV3». Ще в 2009 році цей дрон за 82 дні, виконуючі надводні та підводні океанологічні вимірювання, подолав 2500 морських миль від Гонолулу до Сан-Дієго. На рис. 1 приведено результати вимірювань у 2012 р., які в оперативному режимі передавав дрон, перетинаючи Тихий океан в районі, де розгорнута мережа стаціонарних буйкових станцій проекту NOAA Tropical Atmosphere Ocean (TAO). Економічна ефективність таких

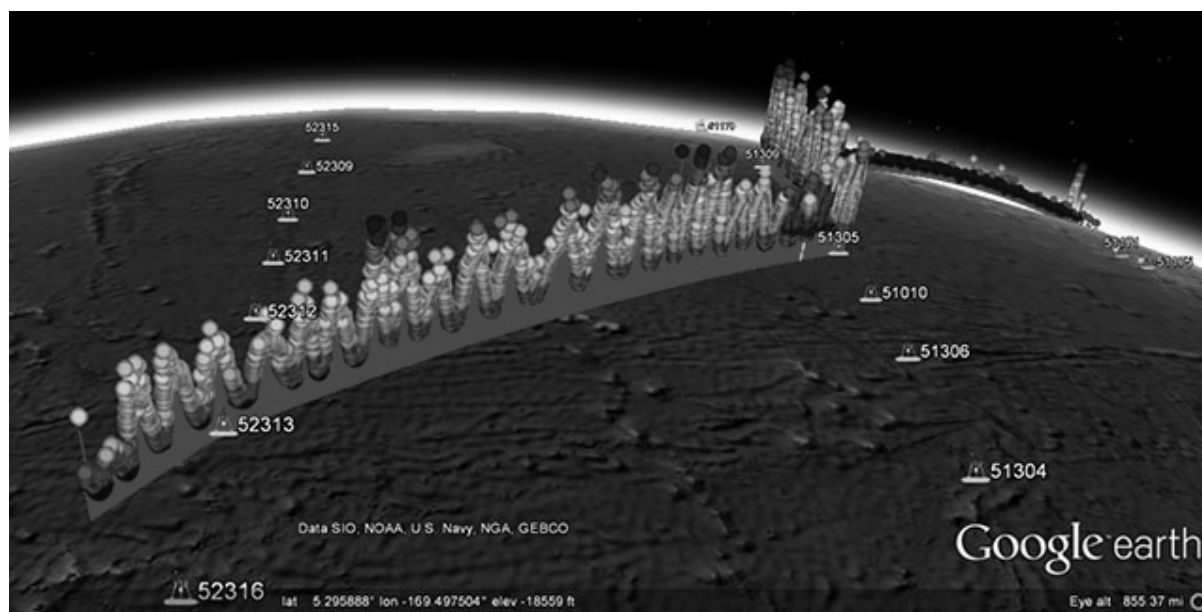


Рис. 1 Результати вимірювань SV3 за маршрутом Австралія-Гавайські острови (<https://www.liquid-robotics.com/company/company-history/>)

вимірювальних систем в рази перевищує аналогічні вимірювання з застосуванням науково-дослідних кораблів. На відміну від традиційних засобів вимірювання, безпілотні комплекси здатні робити дослідження навіть в зонах дії тропічних циклонів. Існує досвід успішного застосування зазначеного дрона для дослідження тропічного циклону-«Sandy» в 2012 р, в умовах вітру зі швидкістю 36 м/с та відповідній висоті хвиль.

Створення морського гідрометеорологічного моніторингу в Україні повинно базуватися на сучасних ефективних методах вимірювань. Відбудова неефективного наукового флоту та фінансування космічних програм, тобто методів та засобів, які досі не здатні надавати оперативну океанологічну інформацію, не є доцільним. Така ситуація, безумовно, потребує перегляду самого концептуального підходу до стандартів морського г/м моніторингу, які сформувалися в минулому та позаминулому сторіччі.

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ФРОНТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

*Матыгин А.С., к.ф.-м.н., Попов Ю.И., к.г.н.,  
Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей  
Филиал Государственного учреждения «Одесский регион  
Госгидрографии»,*

Структура термохалинных фронтов северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) описана недостаточно подробно, что обусловлено её малыми поперечными пространственными масштабами. В то же время следует отметить, что фронтальные зоны СЗЧМ, образующиеся, в основном вследствие распространения и накопления трансформированных речных вод богатых биогенными веществами, являются важным структурным элементом гидробиологических полей, который связан с пространственными особенностями концентраций биогенных параметров морских вод. Экспедиционный материал и спутниковые наблюдения давали только предпосылки для описания качественных и вероятностных свойств фронтов.

С середины 80-х годов все суда Одесского отделения Государственного океанографического института были оборудованы стационарными системами непрерывной регистрации температуры и солености поверхностного слоя морской воды. С их помощью были получены данные о пространственно-временной структуре фронтальных зон и фронтов. В период 1998-2000 гг. было выполнено более 150 разрезов в районе термохалинных фронтов. Уникальный экспедиционный материал позволил отследить внутригодовые изменения наиболее выраженных фронтальных разделов в шельфовой области моря. Впервые для СЗЧМ определены условия формирования и развития фронтальных зон и фронтов в течение всего года. Показана роль и оценены вклады речного стока, ветрового режима, зимней конвекции и динамических процессов для интенсификации и смещения по акватории шельфа термохалинных фронтов.

Основные термохалинные разделы в западной половине СЗЧМ формируются за счет выноса «языков» трансформированных речных вод. Процесс чрезвычайно сложный и по линейному разрезу его можно проанализировать только в летние и зимние сезоны, когда существуют корреляционные связи между температурой и соленостью вод. Наиболее мощными и интенсивными фронтами, как правило, являются южные границы «языков» распространения трансформированных речных вод. На рис.1 такие фронты выделены жирными линиями.

Для западной половины СЗЧМ поперечная протяженность соленосных фронтальных зон колеблется в пределах 2-70 км. Наибольшая

повторяемость ширины фронтальных зон составляет для района Основного черноморского течения (ОЧТ) - 2-25 км; для зоны влияния дунайских вод – 5-45 км; для днестровских вод -2-35 км. Средние по фронтальным зонам градиенты температуры и солёности находятся примерно в одинаковых пределах – 0,02 – 0,14 °C/км и 0,02 – 0,14 ‰/км, а максимальные градиенты на фронтах могут достигать значений 1,0-3,0 °C/км и 1,0-3,0 ‰/км, соответственно.

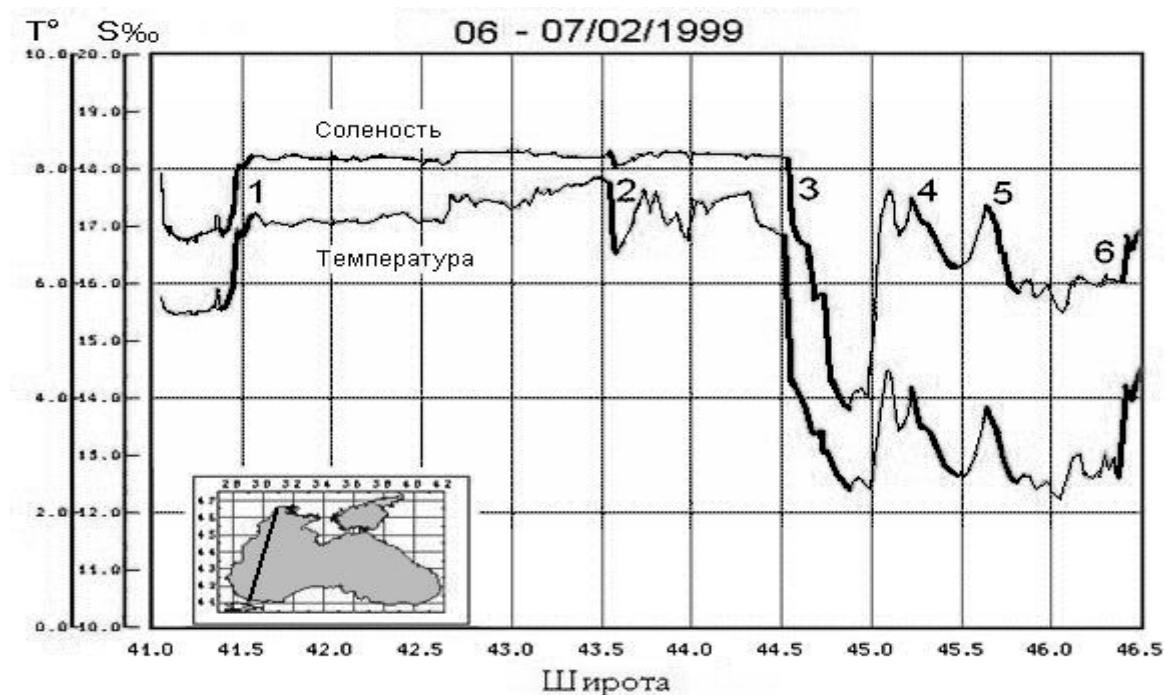


Рисунок 1- Распределение температуры и солёности поверхностного слоя воды на трансчерноморском разрезе п. Одесса – пр. Босфор (06-07 февраля 1999 г.). Толстыми линиями выделены: 1 – северный фронт южной струи ОЧТ; 2 - южный фронт северной струи ОЧТ; фронты южных границ зон распространения: 3 -дунайских, 4 и 5 - днестровских вод; 6 – фронт прибрежного апвеллинга у северного побережья Черного моря.

Фронтальные зоны восточной части СЗЧМ выделяются на фоне квазилинейной равномерной сезонной структуры пространственных полей температуры и солёности. Следуя ветровыми условиями в осенний период, пространственная термохалинная структура вод на севере-востоке СЗШ может иметь ступенчатый вид из нескольких фронтальных зон с хорошо выраженными фронтами. Они имеют протяженность порядка 5-25 км. Термохалинные градиенты во фронтальных зонах могут достигать значений 0,1°C/км и 0,1-0,25‰/км. «Фронтальные градиенты» в 5-10 раз превышают средние значения зональных градиентов, которые в среднем почти на порядок меньше градиентов фронтальных зон западных районов СЗЧМ.



## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

*Сриберко А.В., Андрианова О.Р., д.г.н., Батырев А.А., к. ф-м. н.,  
Скина М.И., к.т.н.*

*Государственное учреждение "Отделение гидроакустики Института  
геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины"*

*Введение.* Современные спутниковые данные отличаются высоким пространственно-временным разрешением, возможностью информационной засветки обширных акваторий, включая экономические зоны и территориальные воды различных государств, что не всегда доступно контактными методами. Большая часть современных исследований термохалинных характеристик в Черном море с использованием спутниковой информации посвящена их изменчивости на поверхности моря [2, 3, 4, 5], выявлению и анализу трендов, верификации и калибровке спутниковых данных [1, 2, 3], в то время как возможности построения их вертикального распределения на основе дистанционных данных практически не изучены.

На сегодняшний день для решения различных прикладных задач приходится прибегать к косвенным методам определения вертикального распределения температуры и солености воды.

Таким образом, разработка данной методики является актуальной задачей, поскольку она дает возможность оперативно рассчитывать термохалинные характеристики по вертикали в любой точке на акватории Черного моря.

*Цель.* Целью работы является разработка методики расчета вертикального распределения температуры и солености воды в Черном море на основе спутниковой информации.

*Материалы и методы.* Исходными для расчетов были климатические, контактные и спутниковые данные. Методика расчетов основывалась на комплексном использовании статистических зависимостей и формулах ЮНЕСКО для расчета скорости звука [6] и солености воды. Расчеты вертикального распределения температуры воды в Черном море проводились по разработанной нами методике на основе спутниковой информации. В основу методики положено использование статистических зависимостей между температурой воды на соседних горизонтах по климатическим данным. Расчеты солености воды по вертикали проводились на основе значений скорости звука, температуры воды и гидростатическому давлению (глубине) в западной части Черного моря.

Значения скорости звука вычислялись по горизонтам с использованием уравнений регрессии.

*Основные результаты и выводы.* Расчеты температуры воды и скорости звука по вертикали на основе спутниковой информации показали статистически значимые результаты в период весна–осень. Коэффициент корреляции между фактическими измерениями и рассчитанными по спутниковым данным значениями составил 0,89 – 0,99 для этого периода. Среднеквадратическое отклонение для разницы значений скорости звука, рассчитанных по нашей методике и значений формулы ЮНЕСКО, не превышает 1,76 м/с для периода весна - осень (0,63 м/с для июля) Сравнение результатов расчетов солёности по вертикали с фактическими значениями показало, что среднеквадратическая ошибка достаточно мала (для июля месяца она составила 0,55‰).

Выполненные исследования показали эффективность разработанной методики как на этапе оценки возможности ее применения с учетом гидрологических условий, так и для последующих расчетов вертикального распределения термохалинных характеристик морской среды по спутниковой информации. Данная методика может быть применима как в Черном море, так и в других регионах Мирового Океана.

#### Список используемой литературы

1. Андрианова О.Р. Подспутниковая заверка и интерпретация данных космической съемки морской поверхности / О.Р. Андрианова, А.А. Батырев, М.И. Скипа, А.В. Сриберко // *Космічна наука і технологія*. – 2004. – Том 10. – № 4. – С.92 – 95
2. Копелевич О.В. Использование спутниковых данных для исследования и мониторинга морей и океанов / О.В. Копелевич, С.С. Лаппо // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2005. – В.2. – Т. 1. – С.30-39.
3. Люшвин П.В. Приближение спутниковых карт температуры поверхности воды (ТПВ) к картам ТПВ, построенным по данным контактных наблюдений // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2005. – В.2. – Т.2. – С.140–144.
4. Полонский А.Б. Десятилетняя изменчивость температуры и солёности в Черном море / А.Б. Полонский, И.Г. Шокурова, В.Н. Белокопытов // *Морской гидрофизический журнал*. – 2013. – №6 –С.27– 41.
5. Ginzburg A. I. Sea surface temperature variability / Ginzburg A. I., Kostianoy A. G., Sheremet N. A. // *The Black Sea Environment. The Handbook of Environmental Chemistry*, Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008, Vol. 5, Part Q, pp. 255-275, DOI 10.1007/698\_5\_067.
6. Fofonoff N.P. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater / N.P. Fofonoff, R.C. Millard Jr. – UNESCO , 1983. – 44 – 50 p.

## РОЗРОБКА СКЛАДОВИХ НАЦІОНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОРСЬКИХ ПРОГНОЗІВ УКРАЇНИ

*Тучковенко Ю.С., д.геогр.н., професор  
Одеський державний екологічний університет*

В останні роки значно погіршилась ситуація із забезпеченням прогностичною інформацією різних галузей морегосподарчого комплексу України. Це пов'язано з тим, що розробкою, впровадженням та підтриманням функціонування в Україні інтегрованої загальноєвропейської системи діагнозу і прогнозу стану моря займався Експериментальний центр морських прогнозів Морського гідрофізичного інституту (МГІ) НАН України (м.Севастополь) за фінансовою та матеріально-технічною підтримкою Європейського Союзу в межах реалізації міжнародних проектів MyOcean та MyOcean-2. Цей центр успішно функціонував до моменту окупації Криму Російською Федерацією у 2014 р., після чого МГІ практично у повному науковому складі вийшов з під юрисдикції України і перестав обслуговувати її потреби у морських прогнозах. Крім того, припинена співпраця з Гідрометеорологічним центром РФ, який частково забезпечував потреби України у морський прогностичний інформації для Азовського моря та льодової обстановки в Азово-Чорноморському басейні.

На теперішній час складання оперативних морських прогнозів Гідрометцентром Чорного та Азовського морів здійснюється з використанням застарілих методик, які були розроблені ще за часів Радянського Союзу. Відновлення функціонування сучасної системи оперативного прогнозу гідрологічних та гідрофізичних параметрів стану морського середовища української частини акваторії Азово-Чорноморського басейну для забезпечення потреб морегосподарчого комплексу, Військово-Морських Сил України є актуальною задачею, яка відноситься до питань безпеки та забезпечення обороноздатності України.

Для вирішення задачі відновлення функціонування національної системи морських прогнозів України, яка буде базуватися на нових та визнаних світовою науковою спільнотою фізико-статистичних методах, чисельних математичних моделях прогнозування стану морського середовища, необхідне об'єднання наукового досвіду, знань та практичних навичок фахівців Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ), Гідрометцентру Чорного та Азовського морів, Українського гідрометеорологічного інституту.

ОДЕКУ запропонована наступна структура сучасної національної системи морських прогнозів в Україні. Прогностична система буде складатися з:(1) гідродинамічної моделі Delft3D-FLOW – для прогнозування короткострокової (3-5 діб) просторово-часової мінливості

рівня моря, течій, температури і солоності води; (2) спектральної моделі SWAN(SimulatingWavesNearshoreModel) – для оперативного прогнозу просторово-часової мінливості параметрів вітрового хвилювання; (3) удосконалених або нових фізико-статистичних методів прогнозу характеристик льодового та рівневого режиму українських портів; (4) програмного модуля зчитування та засвоєння прогностичних метеорологічних даних глобальної чисельної моделі GFS(GlobalForecastSystem); (5) регіональної атмосферної моделі високого розділення Harmonie європейського консорціуму HIRLAM – для забезпечення незалежного оперативного прогнозування мінливості метеорологічних умов.

Delft3D-FLOW та SWAN є сучасними числовими математичними моделями загальноєвропейського рівня, які апробовані, тестовані та визнані світовою науковою спільнотою як високонаукоємні, комплексні та ефективні при вирішенні широкого спектру задач прикладних задач океанології та морського природокористування. Зокрема, вони використовуються океанографічним офісом оперативної підтримки ВМС США NAVOCEANO для прогнозування хвиль та циркуляції вод в прибережних районах. Реалізація моделей на криволінійній у горизонтальній площині розрахунковій сітці, з можливістю подальшої телескопізації розрахунків для обраних ділянок акваторії(зокрема, акваторій портів та навігаційних підходів до них), дозволить одержувати оперативні прогнози гідрофізичних характеристик у прибережній зоні моря зі значно більшою виправданістю, ніж до тепер.

Як вихідні для моделювання будуть використані прогностичні метеорологічні дані глобальної чисельної моделі GFS(із завчасністю 120 годин), просторове розділення яких у горизонтальній площині становить  $0,25^\circ$  за широтою та довготою. Національна метеорологічна служба США надає безкоштовний доступ до прогностичних даних моделі GFS, які надходять з прогностичним інтервалом в 3 години. Одночасно з цим будуть проводитися дослідження з адаптації та випробовування Європейської моделі Harmonie в якості базової для створення крайових (метеорологічних) умов з високим просторово-часовим розділенням в прогностичних розрахунках за чисельними моделями Delft3D-FLOW та SWAN.

Удосконаленні фізико-статистичні методи прогнозу характеристик рівневого та льодового режимів в північно-західній частині Чорного та в Азовському морях повинні враховувати вплив на зв'язки між предикторами і предиктантами прогнозу змін регіонального клімату, які відбулись в останні десятиріччя.

Випробувальне використання системи у прогностичному режимі планується провести на базі Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА СТРАТЕГИЮ ВОДНОГО МЕНЕДЖМЕНТА ЛАГУН СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

*Тучковенко Ю.С., д.геогр.н., профессор,*

*Лобода Н.С., д.геогр.н., профессор*

*Одесский государственный экологический университет*

На участке украинского побережья северо-западной части Черного моря расположены 16 лиманов, связь которых с морем поддерживается искусственно и, в преобладающем большинстве случаев, не регулярно. В мировой классификации эти лиманы называют лагунами. Количество и качество воды в лагунах определяются соотношением между приходной (атмосферные осадки, поверхностный и подземный сток с водосборного бассейна) и расходной (испарение) составляющими ее пресного водного баланса, а также условимиводообмена с морем. Важнейшей гидроэкологической характеристикой лагуны является скорость ее промывки, т.е. скорость, с которой вода поступает в лагуну, циркулирует в ней и выходит из лагуны в море. Скорость промывки определяет время удержания в лагуне содержащихся в воде веществ – солей, биогенных и токсических загрязняющих веществ. Лагуны, как правило, имеют низкие показатели по промывке из-за ограниченного обмена с морем, что способствует высокой первичной продуктивности, эвтрофикации, аккумуляции солей и загрязняющих веществ. Факторы, определяющие скорость промывки включают размер и форму лагуны, условия связи с морем, колебания уровня моря и пресноводный сток.

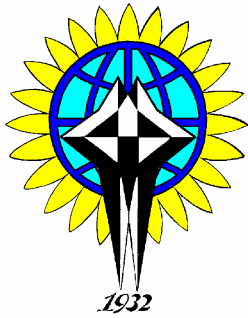
Впоследниедесятилетия, начиная с конца 80-х годов XX ст., на территории Украины наблюдаются существенные изменения климата и водных ресурсов. На побережье северо-западной части Черного моря эти изменения характеризуются ростом засушливости климата и соответствующим уменьшением притока пресных вод в прибрежные лагуны от водотоков, которые в них впадают. По оценкам [1], к 2050 г. для южных областей Украины прогнозируется уменьшение водных ресурсов (климатического стока) на 50-75 %. Наиболее негативные последствия эти изменения имеют для тех лагун, которые в настоящее время утратили естественную связь с морем и на водосборе которых ведется интенсивная водохозяйственная деятельность. В результате роста температуры воздуха и, как следствие, испарения, происходит уменьшение притока пресных вод с водосборного бассейна, что вызывает формирование значительного дефицита годового пресного баланса. При продолжительном отсутствии связи с морем, в лагунах возникает многолетняя тенденция уменьшения объема их вод и, следовательно, обмеления, а также увеличивается соленость воды, концентрации биогенных и загрязняющих веществ.

Для компенсации дефицита водного баланса лагун необходимо либо увеличить приток в них пресных вод путем реализации различных сценариев рационального земле- и водопользования на водосборном бассейне, либо обеспечивать регулярную связь лагун с морем. Первый путь, как правило, требует значительных финансовых затрат и решения многочисленных социально-экономических проблем. Кроме того, его эффективность может быть низкой из-за сокращения природного речного стока в результате изменений климата, особенно для лагун, объем вод которых во много раз превышает годовой объем стока пресных вод с водосбора. Второй путь порождает опасность ухудшения качества вод в лагунах вследствие аккумуляции солей, биогенных элементов, загрязняющих веществ, в случае низкой пропускной способности соединительных каналов (или) режиме их работы, который обеспечивает только компенсацию дефицита пресного баланса, т.е. одностороннем (из моря в лагуну) водообмене с морем.

В современных и прогнозируемых в XXI ст. климатических условиях, исторически сложившийся режим искусственного регулирования водообмена лагун северо-западного Причерноморья с морем, при котором мелкие каналы открываются на несколько месяцев в году в рыбохозяйственных целях и для компенсации дефицита баланса пресных вод, приводит к тому, что они лишь принимают в себя морскую воду, т.е. являются непроточными водоемами. Эффективное решение проблемы стабилизации гидроэкологического режима лагун заключается в обеспечении постоянного в течение года разнонаправленного водообмена с морем через искусственно созданные каналы. Разнонаправленность водообмена обеспечивается иницируемыми ветром колебаниями уровня воды в море и лагунах. При этом должна быть обеспечена максимально возможная пропускная способность соединительных каналов, определяемая их морфологическими характеристиками и расположением [2]. Поскольку морским водам, как правило, свойственна значительно меньшая, чем водам лагун, соленость и концентрация биогенных веществ, то разнонаправленный водообмен с морем уменьшит темпы накопления солей в лагунах и повышения трофности их вод.

### **Список использованной литературы**

1. Лобода Н.С., Божок Ю.В. Водные ресурсы Украины в XXI столетии по сценариям изменения климата (RCP 8.5 и RCP4.5) // Український гідрометеорологічний журнал.-вип. 17, 2016.-С.114-122.
2. Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В., Лобода Н.С. Оценка влияния условий водообмена с морем на изменчивость уровня и солености воды в Тилигульском лимане // Український гідрометеорологічний журнал, вип. 16, 2015.- С.232-241.



# ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Рік заснування - 1932

вул. Львівська 15, м. Одеса 65016  
Тел. (8-0482) 32-67-64, 32-67-57, факс (8-0482) 32-67-64.  
Підготовче відділення тел. (0482) 42-77-64.  
E-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua) офіційний сайт: [odeku.edu.ua](http://odeku.edu.ua).

## НАШІ ПЕРЕВАГИ:

|                                           |                              |
|-------------------------------------------|------------------------------|
| ▪ Освіта європейського рівня              | ▪ Розвинута матеріальна база |
| ▪ Відомі наукові школи                    | ▪ Унікальна професія         |
| ▪ Сотні дипломів на міжнародних конкурсах | ▪ Досвід практичної роботи   |

**Навчання в унікальному, єдиному в Україні вищому спеціалізованому навчальному закладі IV рівня акредитації за спеціальностями:**

***Освітня програма підготовки бакалаврів(денна, заочна форма):***

- |                                                   |                                             |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 101. Екологія, екологічна політика і право        | 103. Науки про землю (Гідрометеорологія)    |
| 183. Технології захисту навколишнього середовища  | 073. Менеджмент                             |
| 207. Водні біоресурси та аквакультура             | 281. Публічне управління та адміністрування |
| 242. Туризм, економіка туристичної галузі         | 074. Публічне управління та адміністрування |
| 122. Комп'ютерні науки та інформаційні технології |                                             |

***Освітня програма підготовки магістрів(денна, заочна форма):***

- |                                                   |                                             |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 101. Екологія                                     | 051. Економіка                              |
| 183. Технології захисту навколишнього середовища  | 073. Менеджмент                             |
| 207. Водні біоресурси та аквакультура             | 281. Публічне управління та адміністрування |
| 103. Науки про землю (Гідрометеорологія)          | 081. Право                                  |
| 122. Комп'ютерні науки та інформаційні технології |                                             |

## Додаткові можливості:

***Військова кафедра:*** підготовка за програмами „офіцерів кадрів” та „офіцерів запасу”

***Післядипломна освіта:*** на базі факультету підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів отримання другої вищої освіти за всіма ліцензованими спеціальностями, проведення курсів підвищення кваліфікації та перепідготовки.

**ОСОБЛИВА ПРОПОЗИЦІЯ:** після рівня бакалавра одночасне здобуття другої освіти зі спеціальностей економіко-управлінського спрямування та закінчення Університету з двома дипломами.

Факультативне вивчення **англійської мови рівня «B2»**.

***Підготовче відділення:*** підготовка з української мови та літератури, математики, фізики, географії, біології та хімії. Період навчання з жовтня по травень.

## До послуг студентів:

|                                              |                                    |
|----------------------------------------------|------------------------------------|
| ▪ студентські гуртожитки (100% забезпечення) | ▪ студентський профілакторій       |
| ▪ спортивно-оздоровчий комплекс              | ▪ їдальня, буфети                  |
| ▪ спортивні майданчики                       | ▪ студентський клуб,               |
| ▪ тренажерні зали                            | ▪ спортивні та художні гуртки тощо |
| ▪ плавальний басейн                          |                                    |

**Ліцензія МОН України серія АЕ № 527694 від 23 грудня 2014 р.**

**ПЕРШИЙ  
ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ  
ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ  
З'ЇЗД**

**ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ**

**ПЕРВЫЙ  
ВСЕУКРАИНСКИЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
СЪЕЗД**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

**FIRST ALL-UKRAINIAN  
HYDROMETEOROLOGICAL  
CONGRESS**

**PROCEEDINGS**

Підписано до друку 10.03.2017р. Формат 60х84/16

Папір офсетний. Ум. друк. арк.18,37

Наклад 100 прим. Замовлення 220

Видавництво та друкарня «ТЕС»

(Свідоцтво ДК № 771) Одеса, Канатна 81/2

тел.: (0482)42-90-98, (0482)42-89-72

Одеський державний екологічний університет

65016 м. Одеса, вул. Львівська, 15