

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 2 (13)

Одесса - 2011

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2011. — № 2(13). — 154 с. — Языки: укр., рус.**

Редакционная коллегия

Главный редактор: Сытов В. Н.
Зам. гл. редактора: Савилова А. И.
Члены редколлегии: Чумак П. К.
Лаврентьева В. Н.
Драган А. Н.
Компьютерная верстка: Щеголева М. А.

Адрес редакционной коллегии: Украина, 65009, г. Одесса,
ул. Французский б-р, 89
ГМЦ ЧАМ
тел. (0-482) 63-16-10
www.odessabul@ukr.net

**ОПИС ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ,
ЯКІ МАЛИ НАЙБІЛЬШ ІСТОТНИЙ ВПЛИВ НА ВИРОБНИЧУ
ДІЯЛЬНІСТЬ ОСНОВНИХ ГОСПОДАРСЬКИХ ГАЛУЗЕЙ
У 2011 РОЦІ**

Зима (січень, лютий)

Зима характеризувалась нестійкою погодою з різкими коливаннями температури повітря від сильних морозів до тривалих відлиг, середня температура за зиму склала 1-3,5⁰ морозу, що близько до норми та торішніх значень.

Середня місячна температура повітря у січні становила 2-3⁰ морозу, що у більшості районів на 1-2⁰ вище за норму і на 2-4⁰ вище торішніх значень. У лютому середня температура повітря була 2-5⁰ морозу, що на 1-2⁰ нижче за норму і на 2-3⁰ нижче торішніх значень.

У січні на території області переважав зимовий режим погоди, лише II декада місяця за температурними показниками виявилась теплішою, ніж звичайно. Оподи випадали впродовж всього місяця. Кількість опадів у середньому по області становив 44 мм (122 % місячної норми). Сніговий покрив залягав на полях протягом більшості днів I та III декади. Висота снігового покриву становила 8-15 см. Максимальна температура повітря у II декаді січня підвищувалась до 8-10⁰ тепла. Мінімальна температура у III декаді знижувалась до 13-18⁰ морозу, місцями у південно-західних районах до 21⁰ морозу.

В I декаді лютого на території Одеської області переважала надзвичайно тепла для даного часу та суха погода. З 13 лютого і до кінця місяці утримувався зимовий режим погоди з невеликими опадами у вигляді дощу та снігу. У лютому спостерігався значний дефіцит опадів. Середня кількість їх не перевищила 14 мм (37 % місячної норми). Сніговий покрив залягав з 18 лютого і до кінця місяця. Висота снігового покриву становила 3-10 см. Температурний мінімум становив 12-16⁰ морозу, максимальна температура повітря у найтепліші дні першої декади місяця становила 10-14⁰ тепла.

В середній тропосфері протягом зими атмосферна циркуляція була в основному меридіональною при східному положенні висотного гребеня та змішаної форми. Зональна форма циркуляції переважала з 8 по 14 січня та в середині I декади лютого.

Меридіональне перетворення термобаричного поля супроводжувалось вторгненням арктичного повітря на східні райони Європи. При зональному переносі повітряних мас спостерігалась адвекція теплого атлантичного та середземноморського повітря, що обумовлювало в ці періоди незвично теплу погоду з тривалими туманами.

Основні синоптичні ситуації, які взимку істотно впливали на діяльність підприємств різних галузей Одещини, — це переміщення північно-західних та південних циклонів, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля.

На погоду в зимовий період найбільший вплив мало переміщення улоговин циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту (7 циклонів), і зумовлювали випадання опадів, посилення вітру, істотні коливання температури повітря. Яскравим прикладом може бути ситуація 12-14 лютого.

В зимові місяці середземноморська гілка полярного фронту була менш активною, ніж минулого року. На хвилях холодного фронту при сприянні меридіональності змішаної форми утворювались південні циклони, які зміщувались на північний схід, значно погіршуючи погодні умови на території Одеської області Так було 3, 4, 20-23 січня. Всього в зимовий період на погоду області впливали улоговини 5 південних циклонів з мінімальним тиском в центрі 1000-1010 гПа.

Значний вплив на погодні умови взимку мала взаємодія баричних утворень протилежного знаку, в основному улоговин південних циклонів та малоазійської депресії з гребенями західних та східного сибірського антициклону. Така ситуація мала місце 29-31 січня та 18-28 лютого.

Погодні умови січня та лютого формувались, в основному, під впливом повітряних мас помірних широт Атлантики та Середземномор'я, проте в окремі періоди спостерігалось вторгнення арктичного повітря.

Несприятливі погодні умови в вигляді погіршення видимості в туманах спостерігалися в гребенях західних антициклонів.

Взимку найбільш несприятливі погодні умови на території Одеської області спостерігались в наступні періоди:

- **20-23 січня**

- коли на Азово-Чорноморський басейн з Італії змістився циклон з мінімальним тиском близько 1005 гПа. В цей період на території Одеської області спостерігався сніг, місцями сильний, нали-

пання мокрого снігу, яке в Одесі досягло критерію СГЯ (діаметр відкладень склав 40-50 мм), посилення вітру північного напрямку до 15-16 м/с. Термодинамічні умови сприяли активізації циклону, який знаходився в передній частині висотної улоговини.

• **12-14 лютого**

- несприятливі погодні умови на Одещині с досягненням СГЯ зумовила улоговина північно-західного циклону (по типу «пірнаючого») з мінімальним тиском 989 гПа, який з Прибалтики зміщувався в район Самари. Посилення північно-західного вітру 12 лютого досягало критерію СГЯ в містах Іллічівськ та Білгород-Дністровський (25-28 м/с). При проходженні системи арктичного фронту та фронту помірних широт відмічалось погіршення в видимості в опадах менше 1000 м, спостерігались хуртовини.

• **18-28 лютого**

- погоду на території Одеської області обумовлювала взаємодія гребеня антициклону, який з Прибалтики зміщувався в район Самари з максимальним тиском 1055 гПа, та серії південних циклонів, які з Італії зміщувались в східному напрямку до Малої Азії. 18-19 лютого в передній частині улоговини південного циклону спостерігався сильний сніг, хуртовини; погіршувалась видимість в опадах до 1-2 км; на території області, за винятком південно-західної частини, знову утворився сніговий покрив; за рахунок взаємодії посилювався північно-східний вітер 15-16 м/с; спостерігалось зниження температури повітря вночі до 7-14⁰ морозу.

Весна

Навесні переважала помірно тепла погода. Середня температура за сезон була 9-10⁰, що у більшості районів вище за норму на 0,4-0,8⁰.

У березні погода була нестійкою з різкими коливаннями температури повітря та зі значним дефіцитом опадів. Середня температура повітря у березні становила 2-4⁰ тепла, що на 1⁰ вище за норму і на 1⁰ нижче торішніх значень. Мінімальна температура повітря у першій декаді знижувалась до 9-13⁰ морозу, у північних та східних районах до 14-15⁰ морозу. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні II та III декади підвищувалась до 18-24⁰ тепла. Кількість опадів на більшій частині області становила 9 мм (30 % місячної норми). Сніговий покрив у більшості районів області відмічався у першій п'ятиденці березня, у північних

районах — до 18-19 березня. Максимальна висота снігового покриву становила 1-13 см.

У квітні на території Одеської області спостерігалась помірно тепла, часом прохолодна погода. Опади випадали переважно у першій половині місяця. Кількість опадів у більшості районів становила 33-38 мм (94-109 % місячної норми). У південно-західних районах не перевищила 18-24 мм (51-69 % норми). Середньомісячна температура повітря становила 10⁰ тепла, що близько до норми та торішніх значень. Мінімальна температура повітря та на поверхні ґрунту у найбільш холодні ночі знижувалась до 3-5⁰ морозу. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні III декади підвищувалась до 22-25⁰ тепла..

У травні на території області спостерігалась переважно тепла нестійка погода зі зливовими дощами різної інтенсивності, місцями випадав град, спостерігалось шквалисте посилення вітру. Прохолодна дощова погода в окремі дні першої декади травня була несприятливою для квітучих садів та вегетації винограду. Заморозки 1-2⁰ на висоті 2 см від поверхні ґрунту були небезпечними для сходів овочевих культур. Внаслідок злив, шквалистого вітру та місцями граду на деяких площах відбулось полягання та пошкодження посівів. Середньомісячна кількість опадів становила 34 мм (77 % норми). Середньомісячна температура повітря становила 16-17⁰, що на 1⁰ вище за норму та близько до торішніх значень. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні третьої декади місяця підвищувалась до 30-32⁰, мінімальна температура у першій декаді знижувалась до 0-5⁰ тепла, на поверхні ґрунту — до 1⁰ морозу.

Протягом весни в середній тропосфері переважала меридіональна форма циркуляції, в березні при західному положенні висотного гребеня та змішаної форми, зональність спостерігалась наприкінці місяця. В квітні переважала зональність, лише в першій половині місяця набувала розвитку меридіональна форма циркуляції при східному положенні висотного гребеня. В травні переважала меридіональна форма циркуляції, наприкінці місяця отримала розвиток зональність. Меридіональне перетворення термобаричного поля супроводжувалось вторгненням арктичного повітря на схід Європи, внаслідок чого на території області спостерігались заморозки на поверхні ґрунту, місцями у повітрі.

На господарську діяльність підприємств Одеської області в березні впливали улоговини північно-західних та західних циклонів

(6 циклонів з мінімальним тиском 980-1010 гПа) та взаємодія баричних утворень протилежного знаку. Характерною особливістю березня була відсутність активного впливу середземноморських циклонів.

В квітні на погоду Одеської області також був дуже відчутним вплив улоговин північно-західних циклонів (8 циклонів з мінімальним тиском 980-990 гПа, з них 1 північний по типу «пірнаючого»); суттєво впливала взаємодія баричних утворень протилежного знаку. Південні циклони в квітні були представлені одним циклоном з мінімальним тиском 1000 гПа.

В травні, на відміну від двох попередніх місяців, більш суттєвий вплив мали улоговини південних циклонів (4 циклони з мінімальним тиском 1000-1005 гПа). Погіршення погодних умов спостерігалось і в зоні взаємодії близькосхідної депресії та гребенів західних антициклонів

Середземноморська гілка полярного фронту була активною в середині першої декади та наприкінці другої декади травня. Саме тоді південні циклони ускладнювали погодні умови на території області.

Атлантична гілка полярного фронту була активною протягом всієї весни. В улоговинах північно-західних та західних циклонів спостерігалась несприятлива погода.

Нестійка погода спостерігалась в багатоцентрих малоазійських депресіях, які навесні поширювались на територію області.

Навесні найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

- **24-26 березня**

- погоду Одещини зумовлювала улоговина циклону з центром над Новою Землею (мінімальний тиск 970 гПа) з системами арктичного та полярного фронтів, при проходженні яких на території області посилювався вітер західного, північно-західного напрямку до 12-20 м/с, спостерігались опади в вигляді дощу та мокрого снігу.

- **1-4 квітня**

- погоду Одеської області зумовлювала взаємодія улоговини циклону над сходом Середземного моря (мінімальний тиск 1007 гПа) та гребенем антициклону з центром над Нижньою Волгою (максимальний тиск 1042 гПа). В зоні взаємодії посилювався вітер північно-східного напрямку до 15-20 м/с. На АМСЦ Одеса було зафіксовано швидкість вітру 25-33 м/с.

- **8-10 квітня**

- на території Одеської області спостерігались вкрай несприятливі погодні умови в улоговині північного циклону (по типу «пірнаючого»), який зміщувався з півночі Балтики в район Москви. Мінімальний тиск в центрі циклону становив 975 гПа. По області посилювався північно-західний вітер до 20-24 м/с, при проходженні холодного фронту спостерігались опади, по місту — град діаметром 4 мм, температура повітря знизилась на 5-7⁰. Через сильний вітер були відключення електроенергії в 8 районах області.

- **7-8 травня**

- територія області перебувала під впливом гребеня антициклону з центром над Прибалтикою (максимальний тиск 1037 гПа). В цих умовах на висоті 2 см над поверхнею ґрунту та місцями в повітрі спостерігались заморозки 0-2⁰.

- **25-26 травня**

- погода Одещини була обумовлена проходженням холодних фронтів в улоговині циклону з центром над північними районами Скандинавії (мінімальний тиск 995 гПа). При проходженні фронтів спостерігались короткочасні грозові дощі зі шквалистим посиленням вітру та наступним зниженням (на 5-7⁰) температури повітря.

Літо

Влітку переважала спекотна і дуже спекотна погода зі зливовими дощами, грозами, градом та шквалами. Середня температура за сезон склала 21-23⁰, що вище за норму на 1,1-1,6⁰.

У червні на території Одеської області переважала тепла, в окремі дні дуже тепла погода. В останній п'ятиденці місяця у зв'язку з переміщенням холодних атмосферних фронтів температурний фон суттєво знизився, майже повсюдно пройшли грозові зливові дощі, подекуди дуже сильні, місцями з градом, в супроводі шквалистого посилення вітру, що спричинило полягання та пошкодження посівів сільськогосподарських культур. Інтенсивні дощі в третій декаді призвели до перезволоження ґрунту, що обумовило вкрай несприятливі умови для збирання врожаю ранніх зернових культур.

У червні середня місячна температура повітря становила 20-21⁰, що на 1-1,5⁰ вище за норму, але на 1⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря досягала 32-35⁰, мінімальна температура знижувалась до 9-13⁰. Кількість опадів у середньому по області становила 106 мм (183 % місячної норми).

У липні на території Одеської області переважала дуже тепла, часом спекотна погода. Істотні опади спостерігались переважно у III декаді. Середня місячна температура повітря була 22-24⁰ і виявилась на 2⁰ вище за норму, але у більшості районів на 1⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря досягала 33-37⁰, мінімальна температура знижувалась до 8-13⁰. Кількість опадів у середньому по області становила 35 мм (57 % місячної норми).

У серпні на Одещині переважала жарка суха погода. Зливи різної інтенсивності з грозами та шквалистим вітром відмічались лише в окремі дні I та II декади, однак розподіл їх був дуже нерівномірний. Середньомісячна температура повітря склала 20-23⁰, що на 1-2⁰ вище за норму і на 3-4⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря у найбільш спекотні дні місяця досягала 31-35⁰, мінімальна температура знижувалась до 8-13⁰. У серпні спостерігався значний недобір опадів. У середньому по області кількість опадів не перевищувала 10 мм (24 % місячної норми), що було менше, ніж у 2010 році. Внаслідок тривалої відсутності ефективних опадів на більшості площ сільськогосподарських угідь області відмічалась ґрунтова засуха.

Влітку значне місце займала меридіональна форма циркуляції.

Чорноморська та малоазійська депресії були основними синоптичними процесами і характеризувались грозовими дощами зі шквалами, місцями сильними.

В улоговинах атлантичних циклонів з полярними та арктичними фронтами спостерігались грозові дощі зі шквалистим посиленням вітру.

Середземноморська гілка полярного фронту влітку була не активною.

Найбільш несприятливі умови влітку 2011 року на території Одещини спостерігались в наступні періоди.

• **25-27 червня**

- несприятливу погоду зумовлювала улоговина циклону, який виник на хвилі холодного фронту над південними районами України з мінімальним тиском в центрі 998 гПа. При проходженні фронтів спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами та посиленням північно-західного вітру до 17-22 м/с, в окремих районах — до 25-27 м/с. Кількість опадів, які випали за ці дні, склала 15-64 мм, що в 1,5-2 рази вище місячної норми. Штормові умови посилювала взаємодія вищезгаданого циклону з гребенем антициклону з центром над Центральною Європою.

- **17-20 липня**

- в полі підвищеного тиску спостерігалась спекотна погода (денні температури становили 31-36⁰, нічні — 17-23⁰), яка сприяла надзвичайній пожежній небезпеці на території Одеської області.

- **21-22 липня**

- погіршення погодних умов на Одещині було пов'язане з проходженням холодного арктичного фронту в улоговині циклону з центром в районі Варшави (мінімальний тиск 997 гПа). В цей період спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами, кількість опадів складала 17-27 мм за 12 год.

Липень звітного року

- характеризувався значною кількістю днів з туманами. Їх було 10, що перевищує середні багаторічні дані.

- **11-14 серпня**

- акваторія Азово-Чорноморського басейну перебувала під впливом близькосхідної депресії з мінімальним тиском 995 гПа. Через територію області в зоні депресії проходили холодні фронти з хвилями, які загострювались в денні години і супроводжувались активною грозовою діяльністю, зливовими дощами з градом та шквалистим посиленням вітру. Особливо це було помітно в другій половині дня 14 серпня, коли під час зливи погіршувалась видимість до 300 м. Спостерігався шквал 19 м/с, місцями град діаметром 3 мм.

Спекотна погода серпня сприяла надзвичайній пожежній небезпеці, яка спостерігалась на території Одеської області з 8 серпня до кінця місяця.

Осінь

Осінь визначалася сухою та досить теплою погодою, що призвело до ґрунтової засухи.

У вересні переважала по-літньому тепла та суха погода. Середня температура повітря у вересні була 17-20⁰, що на 2-3⁰ вище за норму і торішніх значень. Максимальна температура повітря у найбільш теплі дні II декади підвищувалась до 31-35⁰, мінімальна температура у III декаді місяця знижувалась до 2-8⁰. Кількість опадів у середньому по області становила 11 мм (27 % місячної норми).

У жовтні по-літньому тепло було лише у I декаді, в II та III декадах переважала прохолодна, в окремі дні навіть холодна для даного часу погода. Середньомісячна температура повітря станови-

ла 8-10⁰, що на 1⁰ нижче за норму, але на 1-2⁰ вище торішніх значень. Максимальна температура повітря у першій декаді підвищувалась до 26-30⁰. Мінімальна температура повітря та на поверхні ґрунту в третій декаді знижувалась до 3-8⁰ морозу. Заморозки у більшості районів області спостерігались протягом 9-17 днів місяця.

Істотні опади спостерігались лише в період 9-11 жовтня. Кількість опадів у середньому становила 11-17 мм (42-65 % місячної норми), лише місцями дощі дали 30-47 мм опадів (115-181 % норми).

У листопаді на території Одеської області спостерігалась аномально суха на фоні зниженого температурного режиму погода. Середньомісячна температура повітря була 2-3⁰ тепла, що на 1-3⁰ вище за норму і на 8-9⁰ нижче торішніх значень. Максимальна температура повітря у першій декаді місяця підвищувалась до 12-16⁰. Мінімальна температура знижувалась до 5-9⁰ морозу, місцями у південно-західних районах до 11⁰ морозу. За останні 65 років спостережень листопад виявився аномально сухим. На переважній частині області опади були відсутні зовсім, лише в окремих пунктах Любашівського, Болградського та Ізмаїльського районів спостерігались невеликі опади у сумі 0,7-3,5 мм, що становило 2-9 % місячної норми. Протягом 1-2 днів місяця відмічалась надто низька для листопада відносна вологість повітря — 30 % та менше.

Атмосферна циркуляція восени була переважно меридіональною. Зональність спостерігалась лише в третій декаді кожного осіннього місяця.

Основні синоптичні ситуації, які істотно впливали на господарську діяльність восени: улоговини західних атлантичних циклонів, гребені західних, північно-західних та східних антициклонів, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля. Характерною особливістю осені була невисока активність середземноморської гілки полярного фронту. Південні циклони впливали на погодні умови на територію області лише 7-11 жовтня.

Найбільш несприятливі погодні умови восени спостерігались в наступні періоди:

- **7-10 вересня**

- через територію Одеської області проходив холодний арктичний фронт, який був пов'язаний з циклоном в районі Москви (мінімальний тиск 994 гПа). В цей період спостерігалась несприятлива погода, особливо 9 вересня, коли посилювався вітер північно-західного

напрямку до 15-20 м/с, пройшли помірні дощі. Вторгнення арктичного повітря спричинило зниження температури повітря на 5-8°.

• **8-11 жовтня**

- територія Одещини перебувала під впливом улоговини південного циклону, який виник на хвилі холодного фронту над Італією та зміщувався в східному напрямку на Егейське море з мінімальним тиском 996 гПа. При проходженні фронтів, пов'язаних з циклоном, по області спостерігалась активна грозова діяльність, посилювався вітер від південного до північно-західного напрямку 15-18 м/с, пройшли зливові дощі з грозами, місцями сильні.

• **15-19 жовтня**

- погоду Одеської області зумовлювала взаємодія малоазійської депресії (мінімальний тиск 1009 гПа) та гребеня антициклону (максимальний тиск 1036 гПа), який з Німеччини зміщувався в східному напрямку на Середню Волгу. Найбільш несприятливими погодні умови були 16-18 жовтня, коли посилювався північно-східний вітер до 15-20 м/с.

В третій декаді жовтня західні та східні антициклони принесли на територію Одеської області холодну суху погоду. На поверхні ґрунту та місцями в повітрі відмічався заморозок до 3-8°.

На відміну від жовтня, у листопаді спостерігалась аномально суха погода.

• **9-10 листопада**

- територія Одеської області перебувала під впливом улоговини циклону з центром над Середньою Волгою. Мінімальний тиск в центрі становив 996 гПа. При проходженні фронтів по області посилювався вітер північно-західного напрямку до 15 м/с, відбулось зниження температури повітря на 5-7°.

Зима (грудень)

Грудень, на відміну від посушливого листопада, характеризувався значною кількістю опадів та досить високими температурами.

В I та II декадах грудня на Одещині спостерігалась незвично тепла для цієї пори року погода. Середня декадна температура повітря в I декаді становила від 3-5° тепла, що на 3° вище за норму та на 1-3° вище торішніх значень, II декада виявилась ще теплішою: середня температура була 4-6° тепла, що на 5-6° вище за норму та на 8-10° вище, ніж торік. Максимальна температура повітря в найбільш теплі дні I декади підвищувалась до 11-18° теп-

ла, мінімальна знижувалась в більшості районів до 2-8⁰, місцями в південно-західних районах — до 9-11⁰ морозу.

В першій декаді протягом 1-2 днів спостерігались невеликі опади. На більшій частині території випало 4-9 мм опадів (31-69 % декадної норми). Ефективні опади випали в останні дні другої декади. В більшості районів за декаду випало 11-18 мм опадів (73-120 % декадної норми), в окремих районах — 21-30 мм (140-200 % норми), найбільша кількість опадів відмічена в районі Сербки та в м. Одеса — 31-32 мм (207-213 % норми).

На початку третьої декади по області спостерігались опади, місцями сильні, переважно у вигляді мокрого снігу. 21-22 грудня навіть утворився сніговий покрив у більшості районів, його висота склала 1-6 см.

Основні синоптичні ситуації, які впливали на погоду Одеської області: взаємодія гребенів західних та східних антициклонів з південними циклонами, гребені східних континентальних антициклонів, улоговини західних циклонів, південні циклони.

Найбільш складні погодні умови спостерігались при переміщенні улоговин північно-західних та південних циклонів на територію області.

- ***Протягом I та II декад***

- погіршувалась видимість в туманах в умовах малоградієнтного поля підвищеного тиску та в передній частині улоговин циклонів при адвекції теплого вологого повітря Атлантики та Середземномор'я.

- ***19-22 грудня***

- на погоду Одеської області впливала улоговина південного циклону, який виник над Італією та зміщувався в північно-східному напрямку на північно-західну частину Чорного моря та далі в район Києва. Мінімальний тиск в центрі становив 1007 гПа. На території області при проходженні холодного фронту з хвилями спостерігались опади, місцями сильні, переважно у вигляді мокрого снігу, налипання мокрого снігу, погіршувалась видимість в опадах та тумані до 100-500м, утворився сніговий покрив у більшості районів, його висота склала 1-6 см.

Висновки

Звітний рік характеризувався різкими коливаннями температури повітря у зимовий період, помірно теплою весною та осінню, підвищеним температурним фоном влітку та значним дефіцитом опадів у весняно-літній та осінній періоди.

Атмосферна циркуляція протягом року була переважно меридіональною.

На господарську діяльність в Одеській області істотно впливали уловини західних на північно-західних циклонів, менш південних циклонів, малоазійські та чорноморські депресії, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля. Депресії набували пріоритетного значення влітку, а також восени.

Характерна особливість року — не дуже значна активність середземноморської гілки полярного фронту.

Середньорічна температура повітря по області склала 9-11⁰ тепла, що на 1⁰ вище за норму, але на 0,6-0,8⁰ нижче торішніх значень. За холодний період випало 122-194 мм опадів (66-105 % норми), в теплий період на більшій частині області — 166-273 мм (54-89 % норми), лише в деяких північних та центральних районах кількість опадів склала 375-413 мм (123-135 % норми).

*Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко,
Л. М. Гурська, К. С. Федоткіна*

ЗВ'ЯЗОК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ З АЕРОСИНОПТИЧНИМИ ЧИННИКАМИ НАД ОДЕСОЮ

Рівень забруднення атмосферного повітря великих міст формується під впливом цілої низки чинників, серед яких найважливішими є обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, характеристики джерел надходження домішок, ландшафтні особливості території та метеорологічні умови. З впливом останніх пов'язане розсіювання, вимивання та перетворення шкідливих речовин в атмосферному повітрі, а також значна мінливість їх концентрацій у просторі та часі [3; 4; 8]. Однією з важливих ланок в системі моніторингу охорони чистоти атмосфери повітря є дослідження режиму формування шкідливих домішок і розрахунок їх перенесення залежно від характеру атмосферної циркуляції і місцевих фізико-географічних умов. Ця проблема є особливо актуальною для тих районів, в яких розміщується багато промислових підприємств, що є постійним джерелом забруднення нижніх шарів атмосфери [7; 8]. Охорона атмосферного повітря включає: організацію дієвого контролю за вмістом шкідливих домішок в атмосфері, отримання об'єктивної інформації про джерела забруднення, попередження про можливе виникнення небезпечних рівнів забруднення.

Основною метою цієї роботи є дослідження впливу циркуляції повітряних мас та їх аеросиноптичних характеристик на рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса викидами оксиду вуглецю (СО) у зимовий та літній сезони 2003-2007 рр. Необхідно відзначити той факт, що, з одного боку, м. Одеса є великим портовим, промисловим містом України, а з іншого — одним із курортно-туристичних центрів України. Перше формує високе техногенне навантаження на повітряний басейн, а друге — високі вигоди до якості стану атмосферного повітря.

Для м. Одеса [5], як і для всіх міст-мільйонників, характерні три типи антропогенних джерел забруднення атмосфери:

- низькі точкові або лінійні джерела висотою 10-30 м, рівномірно розподілені по площі міста (дрібні підприємства, окремі цехи, котельні);
- окремі високі точкові джерела з висотою труб 60-120 м, розташовані в промислових районах міста (труби ТЕЦ, хімічних заводів і великих підприємств);
- просторові приземні джерела, до яких відноситься поверхня вулиць та автотранспорт, що знаходиться на ній.

За класом небезпеки [5] найбільше розповсюджені забруднюючі речовини, які надходять до повітряного басейну м. Одеса, розподіляються наступним чином:

- перший клас: двоокис азоту, формальдегід, фтористий водень, фенол;
- другий клас: двоокис сірки, окис азоту, сажа, пил неорганічний;
- третій клас: окис вуглецю.

Виміри стану забруднення атмосферного повітря в м. Одеса здійснюються на восьми (№№ 8, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20) контрольно-вимірювальних постах (КВП), які розміщені у різних районах міста (рис. 1). Пост № 8 знаходиться у прибережній зоні моря на Французькому бульварі на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів на значній відстані від промислових підприємств та автошляхів. Тому значення концентрацій забруднюючих речовин, які вимірюються на цьому посту, можна вважати фоновими. Пости №№ 10, 15, 17 розташовані у північній та північно-західній частинах міста (вул. Чорноморського козацтва — № 10, Херсонський сквер — № 15, автовокзал — № 17), де знаходяться основні джерела викидів небезпечних речовин: нафтопереробний, цементний, лакофарбувальний заводи та інші. Пости

№№ 16, 18, 19 розміщені у тих районах міста, де найбільший рух автотранспорту: ріг Олександрівського проспекту та вул. В. Арнаутської — № 16, 1 ст. Люстдорфської дороги — № 19, вул. Балківська — № 18. Окремо необхідно відзначити КВП № 20, який знаходиться на розі Італійського бульвару та вул. Канатної (приблизно в 30 м від перехрестя вулиць). Це район, де немає промислових підприємств, але спостерігається великий рух автотранспорту, особливо у часи пік. Інформація, яка надходить з пунктів контролю якості атмосферного повітря, в цілому об'єктивно відображає стан повітряного середовища у місті.



Рис. 1. Схематичне зображення постів спостереження за забрудненням атмосфери м. Одеса

Основною особливістю поля концентрацій домішок на території міста є збільшення концентрації всіх домішок по мірі віддалення від берегової лінії в глибину суші (незалежно від пори року і часу доби) і далі до промислових районів. Це пояснюється як географічними особливостями розміщення самого міста на березі моря, так і розміщенням промислових підприємств, яке склалося історично. Природними джерелами забруднення повітря міста пилот є великі відкриті земельні масиви, що оточують місто.

В якості характеристики забруднення повітря використовувалися дані концентрації оксиду вуглецю (СО). Незважаючи на те, що ця домішка відноситься до 3-го класу небезпеки, вона є основним

маркером забруднення. Гранично допустима концентрація (ГДК) для СО складає $5,0 \text{ мг/м}^3$. За 5 років (2003-2007 рр.) у зимовий сезон виявлені 72 дні з перевищенням ГДК оксиду вуглецю у повітрі над Одесою на двох і більше постах одночасно, у літній сезон зафіксовано 80 днів з перевищенням ГДК. Слід відмітити, що на посту № 8 за період дослідження перевищення ГДК оксиду вуглецю спостерігалися лише 8 разів взимку та 2 рази влітку. Найбільша концентрація оксиду вуглецю у м. Одеса зафіксована на рівні 9 мг/м^3 у серпні 2003 р. та грудні 2005 р на посту № 20, а також у червні 2007 р. на постах № 10 і 15. Подвійного перевищення ГДК не зафіксовано взагалі.

Оцінка впливу великомасштабних атмосферних процесів на вміст домішок оксиду вуглецю проводилась на основі архівних матеріалів АРМсин (приземні карти погоди та карти баричної топографії). Аналіз синоптичних процесів зимового та літнього сезонів (рис. 2) свідчить про те, що гребені антициклонів найчастіше (37 та 36 % відповідно) обумовлювали високі рівні концентрацій СО у повітрі над Одесою. У літній період домінували гребені азорського антициклону, у зимовий — сибірського та арктичного. Малоградієнтні баричні поля зі слабкими швидкостями вітру та антициклони також значною мірою сприяли зниженню розсіювальної здатності атмосфери і становили 11-15 % від загальної кількості розглянутих ситуацій.

Дещо незвичною виглядала ситуація зимового періоду, коли улоговина становила значну частку (21 %) від загальної кількості синоптичних ситуацій, які спостерігалися при високих рівнях СО у приземному шарі. Слід зазначити, що здебільшого це є малорухомі улоговини з незначними баричними градієнтами. Улоговини, як правило, були пов'язані з атмосферними фронтами, в зоні яких спостерігався інверсійний розподіл температури повітря, які в свою чергу створювали застійну ситуацію біля поверхні землі або ж у прилеглому до землі шарі атмосфери.

Активізація циклонічної діяльності навпаки сприяла очищенню атмосфери, тому на циклонічні процеси приходиться мінімальний відсоток випадків. Тилова частина циклону з типовими для неї холодними атмосферними розділами, а отже досить часто з поривчастим вітром та опадами, створювали умови для розсіювання домішок. Тому у західному секторі циклону взагалі відсутні високі рівні концентрації шкідливих речовин. Південний сектор циклону при незнач-

них баричних градієнтах з низькою хмарністю, туманами може сприяти накопиченню забруднюючих речовин. За весь період такі ситуації фіксувалися взимку у 3-х, влітку — в 6 % випадків.

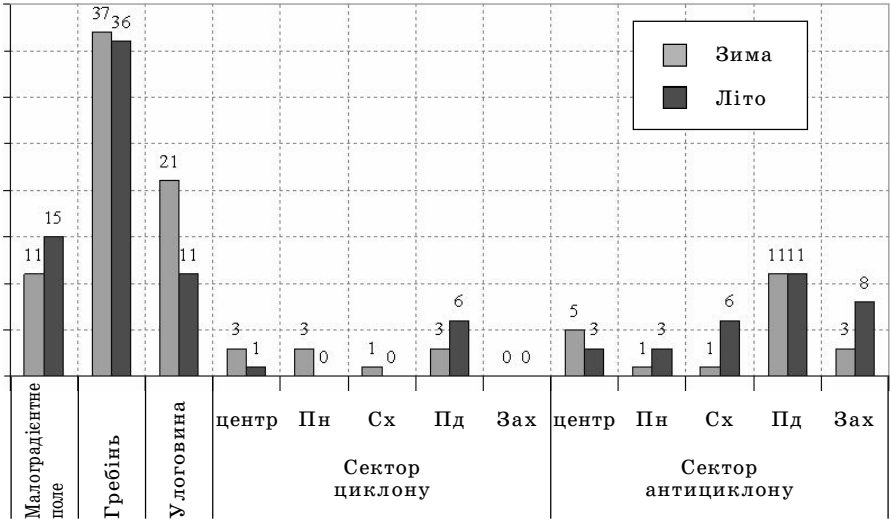


Рис. 2. Повторюваність (%) синоптичних ситуацій при перевищенні ГДК оксиду вуглецю у м. Одеса

Атмосферні динамічні процеси здійснюють суттєвий вплив як на локальні значення концентрації, так і на загальний вміст СО в атмосфері. У багатьох випадках походження повітряної маси дозволяє пояснити зміни газового складу атмосфери, які спостерігаються. Оцінка впливу циркуляції повітряних мас на рівень забруднення повітря оксидом вуглецю проводилася за методом зворотних траєкторій руху повітряних мас (модель HYSPLIT). Подібні дослідження виконувалися групою вчених Російського ГМЦ для Санкт-Петербурга [6]. У зв'язку з тим, що процеси адвекції впливають на загальний вміст оксиду вуглецю, то припускаємо що запропонований метод зворотних траєкторій дозволить визначити район формування повітряної маси, яка надійшла до пункту дослідження. При затоці повітря з верхніх тропосферних шарів загальний вміст СО значною мірою залежить від повітряного басейну, де була сформована повітряна маса.

В якості прикладів представлені переважаючі траєкторії переміщення атмосферного повітря на рівні поверхні землі за добу, яка

передувала перевищенню гранично допустимих концентрацій оксиду вуглецю у зимовий (рис. 3) та літній (рис. 4) періоди. У верхній частині рисунків приведені горизонтальні проекції траєкторій руху повітряних мас за проміжок часу 24 години, поділений на 4 відрізки по 6 годин кожний. На нижній частині графіків представлені вертикальні траєкторії, які в даній роботі не розглядались. Кінцевий пункт траєкторій — пункт Одеса.

Розглянемо більш детально переважаюче вторгнення атмосферного повітря на район Одеси. У зимовий період це північно-західний напрямок (26 %), але значний відсоток становили південно-західний (21 %) та змінний (змінюється декілька разів на добу) напрямки (21 %). Влітку також переважав північно-західний напрямок (25 %), значну частку становили північно-східний (20 %) та змінний напрямки (20 %). Отримані результати добре узгоджуються з даними рис. 2.

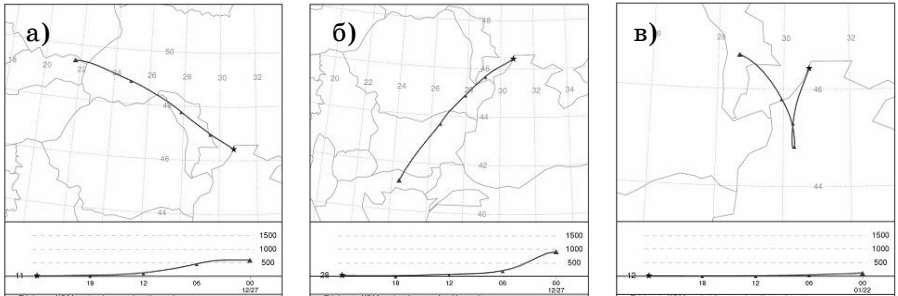


Рис. 3. Переважаючі траєкторії переміщення атмосферного повітря взимку: а) північно-західний напрямок; б) південно-західний напрямок; в) змінний напрямок

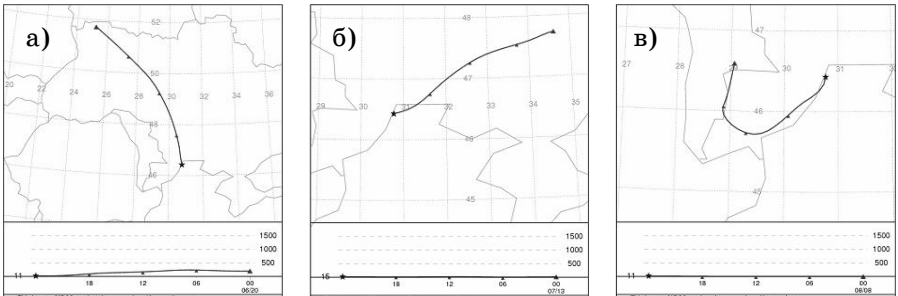


Рис. 4. Переважаючі траєкторії переміщення атмосферного повітря влітку: а) північно-західний напрямок; б) північно-східний напрямок; в) змінний напрямок

Велику роль [1; 2] у формуванні рівня забруднення атмосфери протягом року грають приземні та піднесені інверсії температури повітря та ізотермії. Для дослідження впливу інверсій на якість атмосферного повітря використані дані аерологічних спостережень за 00 ВСЧ аерологічної станції Одеса. Рівень вмісту основних забруднюючих домішок виявлявся у строк 19 год., коли спостерігалися децю вищі концентрації, порівняно зі строком 07 год.

Як бачимо (табл. 1), з усіх випадків у зимовий та літній сезони найбільшою повторюваністю характеризувалися приземні інверсії (44 та 61 % відповідно). Для зимового сезону їх потужність (ΔH) складала в середньому 350, влітку — 260 м. У зимовий сезон значна повторюваність припадала на піднесені інверсії (38 %), їх потужність в середньому становила 400 м (рис. 5). Влітку навпаки піднесена інверсія мала найменшу повторюваність серед інших типів інверсій, і, в середньому, її потужність — 260 м. Повторюваність безінверсійного стану атмосфери взимку не перевищувала 18 і 21 % взимку та влітку відповідно.

Таблиця 1.

Параметри різних типів стратифікації атмосфери при високих рівнях концентрації CO у період 2003-2007 рр. по сезонах, м. Одеса

Сезон	Тип стратифікації атмосфери									
	приземна				піднесена				без інверсії	
	к.в.	%	ΔH , м	ΔT , °C	к.в.	%	ΔH , м	ΔT , °C	к.в.	%
Зима	20	44	350	2,1	17	38	400	3,3	8	18
Літо	34	61	260	1,2	10	18	260	1,4	12	21

Середня потужність інверсійних шарів влітку менша у порівнянні з зимовим періодом. Різниця температур взимку у випадку наявності приземної інверсії в середньому складала 2,1^o, а влітку — 1,2 °C. У тих випадках, коли спостерігались піднесені інверсії різниця температур в зимовий сезон збільшилась до 3,3 °C, в літній сезон змінилася незначно — 1,4 °C. Різниця температур, як приземної так і піднесеної інверсій, в зимовий сезон децю більша, ніж у літній.

Як відомо [1; 4], товщина шару зміщення за наявності приземної інверсії дорівнює нулю, тобто вона відсутня. Взимку товщина шару зміщення піднесеної інверсії в середньому становила 250 м, а влітку — 260 м (табл. 2). У разі відсутності інверсії товщина шару зміщення обчислювалась способом, запропонованим УкрНДГМІ. При

безінверсійному стані атмосфери товщина шару зміщення у зимовий сезон складає в середньому — 200 м, а в літній — 210 м. Альтернативний метод прогнозу метеорологічних умов забруднення атмосфери, яким користуються, в тому числі, і в оперативних підрозділах Гідрометслужби України, передбачає, що товщина шару зміщення менше 600 м є сприятливою для накопичення забруднюючих домішок в атмосфері [3]. Таким чином, розрахована товщина шару зміщення значно менше граничного значення, прийнятого в альтернативному методі, а отже у всіх розглянутих випадках цей предиктор вказує на високий вміст CO в атмосферному повітрі.

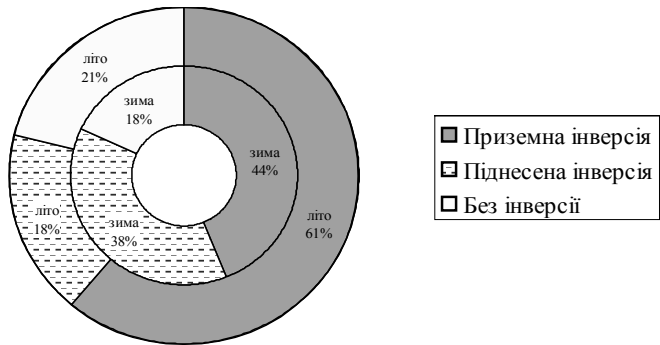


Рис. 5. Повторюваність типів стратифікацій при високих рівнях концентрації оксиду вуглецю у м. Одеса (2003-2007 рр.)

Таблиця 2.

Середня товщина шару зміщення (м) по сезонах

Сезон	Тип стратифікації атмосфери		
	приземна	піднесена	без інверсії
Зима	0	250	200
Літо	0	260	210

В якості характеристик впливу великомасштабних процесів на формування концентрації CO у [8] рекомендують використовувати наступні параметри граничного шару атмосфери: швидкість вітру біля поверхні землі ($V_{земля}$) та на рівні 925 гПа (V_{925}), температуру повітря на рівні 1000 (T_{1000}) і 925 гПа (T_{925}) та їх різницю ($\Delta T_{1000-925}$). Оскільки радіозондування атмосфери проводиться на Французькому бульварі (пост № 8), де практично не фіксується перевищення ГДК оксиду вуглецю, то дані приземного вітру не є

репрезентативними для інших постів. Особливості розташування постів суттєво впливають на швидкість вітру, у такому разі необхідно використовувати інформацію про швидкість вітру по кожному посту окремо.

За допомогою кореляційного аналізу (табл. 3) зроблена спроба дослідити зв'язок параметрів граничного шару з підвищеними рівнями CO у повітрі над Одесою. Як бачимо з отриманих результатів, однозначний висновок зробити складно. Найбільш тісний статистичний взаємозв'язок з обраними параметрами взимку спостерігався на постах № 17 і № 18. Кращі зв'язки отримані для концентрацій CO з V_{925} становили $R = -0,50 \dots -0,52$. Найвищі коефіцієнти кореляції CO з параметрами T_{925} , T_{1000} , $\Delta T_{1000-925}$ виявлені для постів № 17, 18, 19, які знаходяться поблизу великих транспортних магістралей. Якщо розглядати всі пости одночасно, то найбільш рівномірно виглядає залежність підвищених рівнів оксиду вуглецю з температурою повітря на поверхні 925 гПа.

Таблиця 3.

Кореляція (R) концентрацій оксиду вуглецю з параметрами граничного шару атмосфери над м. Одеса у 2003-2007 рр.

Пост	Параметри граничного шару атмосфери			
	V_{925} , м·с ⁻¹	T_{925} , °C	T_{1000} , °C	$\Delta T_{1000-925}$, °C
Зима				
10	-0,07	0,31	0,12	0,10
15	-0,07	0,20	0,09	-0,17
16	-0,20	0,28	0,09	0,36
17	-0,50	0,29	0,51	0,30
18	-0,52	0,20	0,49	0,79
19	-0,10	0,23	0,29	-0,10
20	-0,15	0,20	0,22	0,05
Літо				
10	-0,43	0,04	0,07	-0,22
15	-0,38	0,06	0,16	-0,21
16	-0,01	0,17	0,01	-0,31
17	-0,37	0,23	0,15	-0,08
18	-0,23	0,37	0,18	-0,06
19	-0,15	0,16	0,12	0,17
20	-0,07	0,11	0,19	-0,13

Влітку при аналізі залежності високих рівнів концентрацій оксиду вуглецю від метеорологічних параметрів покращення коефіцієнтів кореляції не відмічено. Найбільш виражені показники зв'язку з вибраними параметрами відмічені на пості № 18. Дуже низька, але рівномірно виражена залежність спостерігалася на постах № 17 та № 19. Якщо аналізувати всі пости одночасно, то найбільш значимий зв'язок між високими рівнями концентрацій СО та швидкістю вітру на поверхні 925 гПа. Тобто, найбільш значимий фактор, який сприяє накопиченню домішок, — швидкість вітру в граничному шарі атмосфери. Слабкий, але рівномірно виражений кореляційний зв'язок отриманий між підвищеними рівнями оксиду вуглецю та різницею температур повітря на рівні 1000 і 925 гПа.

Висновки

- Однозначного висновку про наявність значимих кореляційних взаємозв'язків метеорологічних параметрів граничного шару атмосфери з підвищеними рівнями СО не зроблено. Для отримання більш якісних результатів доцільним було б залучення більшого об'єму інформації.
- Циркуляція повітряних мас, яка характеризує загальний розвиток синоптичних процесів, значно впливає на накопичення і розсіювання шкідливих домішок. Застосування методу зворотних траєкторій дозволяє визначити район формування повітряної маси, яка надійшла до пункту прогнозу.
- Інверсійний стан атмосфери перешкоджає провітрюванню приземного шару повітря, а отже сприяє накопиченню шкідливих домішок. Особливістю впливу піднесеної інверсії на формування рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса є те, що накопичення домішок в приземному шарі залежить не лише від висоти нижньої межі, але і від потужності інверсії. Чим більша потужність, тим більша допустима висота можливого впливу їх нижньої межі на концентрації домішок в діяльному шарі.

Автори висловлюють щирю подяку начальнику лабораторії спостережень за забрудненням навколишнього середовища ГМЦ ЧАМ А. Ф. Мізевич за надані для дослідження матеріали.

Література

1. Ивус Г. П., Ефимов В. А., Агайар Э. В. Особенности внутренней структуры пограничного слоя при слабом ветре у поверх-

- ности земли в районе Одессы // Вісник ОДЕКУ. — К.: КНТ, 2005. — Вип. 1. — С. 38-45.
2. Ивус Г. П., Агайар Э. В., Ешану А. Е. Особенности температурно-ветрового режима в районе Одессы на рубеже XXI века // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2007. — № 2(24). — С. 181-190.
 3. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Мізевіч А. Ф. Оцінка забруднення атмосферного повітря над Одесою пилом та діоксидом сірки у січні 2003-2007 рр. // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2009. — № 1(9). — С. 70-77.
 4. Кіптенко Є. М., Козленко Т. В. Прогнозування рівнів високого забруднення атмосферного повітря у містах України. — К.: УкрНДГМІ, 2002. — Вип. 250. — С. 288-297.
 5. Концепція охорони атмосферного повітря у місті Одесі на період до 2010 року // WWW.Odessa.UA — official site of Odessa city_Statutory acts_Resolutions of the City Council.htm
 6. Макарова М. В., Алексеенков Г. А., Косцов В. С., Поберовский А. В. Оценка влияния вторжений воздуха из верхней тропосферы на общее содержание СО в районе Санкт-Петербурга // Физика атмосферы и океана. Известия РАН. — 2008. — Т. 44. — № 5. — С. 654-662.
 7. Сніжко С. І., Шевченко О. Г. Вплив напрямку та швидкості вітру на рівень забруднення атмосферного повітря міста Київ // Український гідрометеорологічний журнал. — 2008. — № 3. — С. 33-48.
 8. Стоянова Т. В., Ситов В. М., Мізевіч А. Ф. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря на території України у 2008 році // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2009. — С. 3-14.
 9. Шалыгина И. Ю. О связях загрязнения воздуха в Москве и метеорологических параметров по данным реанализа // Труды ГМЦ РФ. — 2008. — Вып. 342. — С. 79-87.

**ЯКІСНА ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В РАЙОНІ ОДЕСИ
НАВЕСНІ ТА ВОСЕНИ 2001-2010 рр.**

На перенесення речовин в атмосфері істотно впливають кліматичні умови; найбільший вплив на розсіювання домішок в атмосфері оказують режими вітру і температури, особливо її стратифікація. Характеристики температурно-вітрового режиму і повторюваності слабкого вітру і туманів дозволяють оцінити так званий потенціал забруднення, що вказує на здатність атмосфери розсіювати шкідливі домішки. Відомо, що режимні характеристики метеорологічних величин і явищ для різних географічних районів можуть істотно розрізнятися, тому дослідження впливу метеорологічних умов на забруднення атмосфери необхідно проводити для кожного фізико-географічного району окремо [1-3].

Результати дослідження повторюваності, потужності та інтенсивності інверсій свідчать про те, що їх утворення в значній мірі пов'язано з макромасштабними атмосферними процесами [3]. З іншого боку, режим вітру, застої повітря, висота шару перемішування, турбулентний обмін і тумани в більшій мірі пов'язані з локальними погодоутворюючими факторами. Таким чином, загальна оцінка кліматичних умов переносу і розсіювання домішок над заданим географічним районом повинна бути комплексною.

Для стану атмосфери в містах велику небезпеку представляє приземна інверсія температури з поєднанням із слабким вітром, так звана ситуація застою повітря. Найчастіше вона пов'язана з макромасштабними атмосферними процесами, а саме з антициклонами, при яких в граничному шарі атмосфери спостерігаються слабкі вітри, формуються приземні радіаційні інверсії температури. На формування рівня забруднення повітря також впливають тумани, опади і радіаційний режим. Вплив туманів на склад домішок в повітрі формується складним чином: краплі туману поглинають домішки, причому не лише поблизу підстильної поверхні, але ще і з найбільш забруднених шарів повітря, які знаходяться вище. В цих шарах концентрація домішок зменшується, але в самому шарі туману вона сильно збільшується. При цьому розчинення сірчаного газу в краплях туману призводить до утворення більш токсичної сірчаної

кислоти. Через те, що в тумані збільшується масова концентрація сірчаного газу, при його окисленні сірчаної кислоти може утворюватися у півтори рази більше. Проте опади очищають повітря від домішок, тому після тривалих і інтенсивних опадів високі концентрації шкідливих домішок спостерігаються дуже рідко.

Інверсії перешкоджають вертикальному повітряному обміну. Якщо шар піднесеної інверсії розміщений безпосередньо над джерелом викидів, то в приземному шарі атмосфери створюються небезпечні умови забруднення, тому що інверсійний шар обмежує підйом викидів і сприяє їх накопиченню в приземному шарі. Якщо шар піднесеної інверсії розміщений на досить великій висоті від труб промислових підприємств, то концентрація домішок буде істотно меншою. Шар інверсії, розташований нижче рівня викидів, перешкоджає переносу викидів від земної поверхні.

Вихідні матеріали дослідження — дані одноразового радіозондування (за нічний строк) і 8-строкових метеорологічних спостережень на ст. Одеса-ГМО за жовтень і квітень 10-річного періоду (2001-2010 рр.).

Для дослідження впливу інверсійної стратифікації атмосфери на розсіювання шкідливих домішок розраховані повторюваності затримуючих шарів у вигляді приземних, піднесених і змішаних інверсій (табл. 1).

Таблиця 1.

Повторюваність (Р, к.в./%) різних типів стратифікації температури та кількість спостережень в 2001-2010 рр. над Одесою

Місяць	Інверсії						Відсутність інверсій		Кількість радіозондів
	приземні		змішані		піднесені		к.в.	%	
	к.в.	%	к.в.	%	к.в.	%			
Квітень	51	25	61	31	64	34	19	10	195
Жовтень	27	16	65	37	68	39	14	8	173

З табл. 1 видно, що приземні інверсії частіше формувалися у квітні ніж у жовтні. Це видно не тільки за результатами всього періоду, а за окремі роки. Практично для всіх років періоду дослідження відсоток приземних інверсій від кількості радіозондувань в квітні значно більший ніж в жовтні. В цілому за період співвідношення повторюваностей різного типу затримуючих шарів таке, що

практично однакова повторюваність змішаних інверсій і піднесених (відповідно 37, 39 % — в жовтні і 31, 33 % — в квітні). Таким чином, чисто приземні інверсії в районі Одеси формуються приблизно в 1,5 рази рідше ніж разом з піднесеними інверсіями. На ситуації без інверсій припадає всього 8 % випадків за десятирічний період від загальної кількості зондувань (рис. 1).

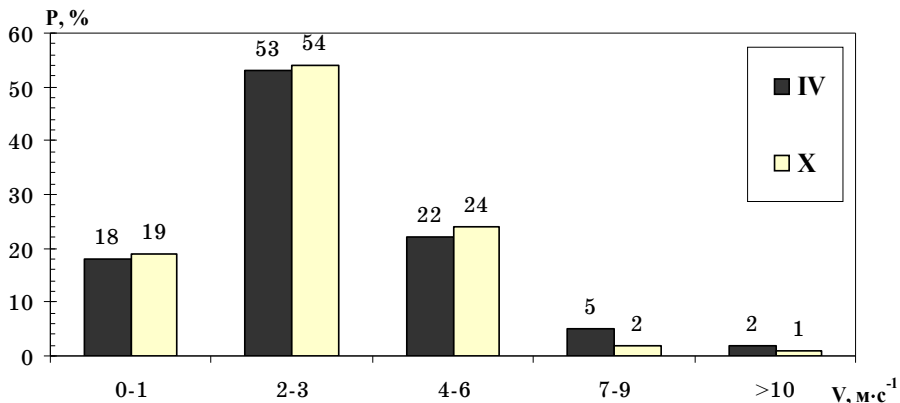


Рис. 1. Розподіл різних типів стратифікації температури над Одесою

Оскільки інверсії належать до основних факторів, які впливають на забруднення атмосфери, а вплив приземних і піднесених інверсій проявляється по-різному, то необхідно розглянути обидва ці типи окремо. Тому для подальшого аналізу були сформовані таблиці окремо для приземних інверсій, до числа яких увійшли приземні інверсії із змішаними (табл. 2) і для піднесених — також з урахуванням змішаних (табл. 3).

Таблиця 2.

Параметри приземних інверсій з урахуванням змішаних в жовтні і квітні за період 2001-2010 рр. Одеса-ГМО

Місяць	Параметри інверсій						кількість радіозондів
	P		$\Delta H, m$	$\Delta T, ^\circ C$	$\Delta H_{min}, m$	$\Delta H_{max}, m$	
	к.в.	%					
Квітень	112	57	230	1,5	70	460	195
Жовтень	91	50	260	1,9	80	370	173

Дані табл. 2 показують, що співвідношення інверсій в жовтні і квітні помітно змінилося, тому що кількість випадків з приземними затримуючими шарами значно збільшилась в порівнянні з табл. 1. Так, за весь розглянутий період в квітні відмічалось 112 приземних інверсій, що складає близько 57 % від кількості радіозондових спостережень; для жовтня приземні інверсії також є досить частим явищем (91 випадок із 173 спостережень, тобто 50 %).

Середня потужність (ΔH) приземних інверсій в квітні складає 230 м, але в окремі роки ΔH може досягати 660 м (середні значення за десять років ΔH_{\max} дорівнює 450 м). В жовтні приземні інверсії мають більшу товщину, але не набагато ($\Delta H=260$ м). Середнє значення ΔH_{\max} для жовтня складає 370 м, тобто на 80 метрів воно менше ніж в квітні. Середні значення ΔH_{\min} для цих місяців (відповідно 80 і 70 м).

Щодо інтенсивності приземних інверсій, то відповідно до табл. 2, в середньому за період вона не перевищує 1,9 °C в жовтні і 1,5 °C в квітні.

Відомо, що для утворення приземної інверсії особливо сприятливі ясні ночі зі слабким вітром. Такі погодні умови характерні для антициклонів навесні і восени. Зі сходом сонця приземна інверсія радіаційного типу руйнується, тому що нічне вихолодження ґрунту змінюється прогріванням. Рельєф місцевості може посилити інверсії. Так, охолодження повітря в ясну погоду особливо велике в улоговинах, звідки вихолоджене повітря не знаходить виходу.

У зв'язку зі змінами клімату за останні десятиріччя доцільно порівняти отримані в даній роботі параметри інверсій з результатами [3], де представлені характеристики приземних інверсій за десятирічний період (1981-1990 рр.). На основі порівняння результатів розрахунків за строк 00 UTC можна зробити висновки про те, що повторюваності приземних інверсій за десятиріччя, які розглядаються, кардинально не відрізняються: в жовтні попереднього періоду і останнього повторюваність даного типу інверсій складає відповідно 56 і 50 %, а в квітні — 57 і 42 %.

Потужність інверсій в останньому десятиріччі дорівнює 260 і 230 м в жовтні і квітні відповідно; в період 1981-1990 рр. — 320 і 260 м, інтенсивність інверсій (ΔT) в цей період складає 2,4 і 2,5 °C (в порівнянні зі значеннями 1,9 і 1,5 °C за період 2001-2010 рр.). Тобто із аналізу випливає, що потужності і інтенсивності приземних інверсій зменшуються, але це порівняння не є

достатньо коректним, оскільки для отримання параметрів використана різна кількість радіозондів. В даній роботі — це 173 радіозонда в жовтні і 195 — в квітні; в [3] — 230 і 253 відповідно.

В цьому дослідженні розглянуті також піднесені інверсії, які пов'язані в більшості випадків зі стійкими антициклонами як над сушею, так і над морем. Більшість інверсій у вільній атмосфері є інверсіями осідання. Вони виникають внаслідок низхідного руху повітря та його адиабатичного нагрівання. Інверсії осідання утворюються саме в стійких повітряних масах антициклонів. Крім інверсій осідання в тропосфері спостерігаються фронтальні інверсії. Фронта, які розділяють теплу та холодну повітряні маси, в тропосфері стають вузькими фронтальними зонами переходу від холодної до теплої повітряної маси. При цьому клин холодного повітря лежить під теплою повітряною масою.

Параметри піднесених інверсій коливаються в широких межах. Так, висота нижньої межі в середньому складає 1420 м в жовтні і 1480 м в квітні, тобто інверсії, що формуються разом з приземними знаходяться за межами граничного шару атмосфери (ГША), за який часто приймають ізобаричну поверхню 850 гПа, середня висота якої в помірних широтах складає приблизно 1500 м.

Середня потужність піднесених інверсій дорівнює 240 і 190 м в жовтні і квітні, але від року до року вона змінюється досить помітно (від 110 до 340 м). Аналіз перепадів температури в інверсійному шарі показав, що піднесені інверсії в складі мішаних складають слабку інтенсивність: середнє значення ΔT для жовтня складає 1,2, а для квітня 0,9 °C; максимальне значення 1,7 °C отримане лише для жовтня; в квітні ΔT не перевищує 1,4 °C.

Оскільки ці інверсії мають порівняно невелику потужність, яка в середньому не перевищує 240 м, і слабку інтенсивність (в середньому не більше 1,2 °C), можна вважати, що вони швидко руйнуються при значних перебудовах атмосферних процесів і таким чином мало впливають на стан ГША.

Розглядалися також повторюваності і характеристики піднесених інверсій з урахуванням їх нижньої межі (табл. 3), включаючи випадки зі змішаними інверсіями. В цілому з 2001 по 2010 рр. спостерігалось 133 випадки в жовтні та 125 випадків в квітні з піднесеними інверсіями, що складає 76 і 64 % відповідно (табл. 1).

Найбільший інтерес для забруднення повітря представляють низькі піднесені інверсії з висотою нижньої межі менш ніж 0,50 км.

Порівняння отриманих характеристик з [3] показує, що в жовтні попереднього періоду і останнього, повторюваності даного типу інверсій складає відповідно 14 і 16 %, а в квітні — 22 і 34 %. Потужність інверсій в останньому десятиріччі дорівнює 160 і 200 м в жовтні та квітні, відповідно; в період з 1981 по 1990 р. — 250 і 280 м. Інтенсивність інверсій в цей період складає 1,4 і 1,5 °С, а в попередньому періоді — 1,4 і 2,6 °С в жовтні та квітні, відповідно.

Таблиця 3.

Повторюваність та середні характеристики піднесених інверсій з урахуванням їх нижньої межі.

Одеса. Жовтень та квітень 2001-2010 рр.

Місяць	Градації нижньої межі піднесеної інверсії, км															
	0,01...0,25				0,26...0,50				0,01...0,50				0,01...2,00			
	P		ΔH ,	ΔT ,	P		ΔH ,	ΔT ,	P		ΔH	ΔT	P		ΔH	ΔT
	к.в.	%	м	°С	к.в.	%	м	°С	к.в.	%	м	°С	к.в.	%	м	°С
IV	7	4	160	2,3	23	13	210	1,2	30	13	180	1,5	116	67	250	1,4
X	26	13	150	1,6	19	10	230	1,2	45	23	200	1,5	100	51	200	1,2

З аналізу випливає, що хоча повторюваність таких інверсій за цей період збільшилась (особливо в квітні — на 12 %) в порівнянні з 1981-1990 рр., але потужність та інтенсивність їх значно менші за цей період. Проте слід відмітити, що це порівняння не є досить коректним через використання для досліджень різної кількості радіозондів.

У [1; 4; 5] показано, що рівень забруднення повітря збільшується при слабкому вітрі 0-3 м·с⁻¹ і вітрі зі швидкістю 4-6 м·с⁻¹; перший максимум виникає за рахунок викидів від низьких джерел (низьких труб та наземного транспорту), а другий — пов'язаний з викидами ТЕЦ та інших підприємств, які мають високі труби. Для високих джерел викидів небезпечною є швидкість вітру в інтервалі 4-6 м·с⁻¹. Отже, при дослідженні умов розсіювання домішок в атмосфері для міст слід урахувувати як повторюваність слабких вітрів, так і небезпечних.

За даними восьмистрокових спостережень за вітром біля землі розраховані повторюваності різних градацій швидкості вітру для жовтня і квітня. Як видно з рис. 2, найбільша повторюваність у період дослідження виявилася в інтервалі 2-3 м·с⁻¹. Повторюваність цих швидкостей на станції Одеса-ГМО практично однакова в жовтні і квітні та складає 53 і 54 %, відповідно. Таке ж співвідношення

отримане і для градації 0-1 м·с⁻¹: 18 і 19 % в жовтні і квітні. Тобто, якщо слабкими вважати швидкості вітру від 0 до 3 м·с⁻¹, то їх повторюваність буде складати 71 і 73 % — в жовтні і квітні, відповідно, від загальної кількості спостережень. Великою є і повторюваність небезпечних швидкостей, які також мають приблизно однакову повторюваність в жовтні і квітні — 22 і 24 %, відповідно.

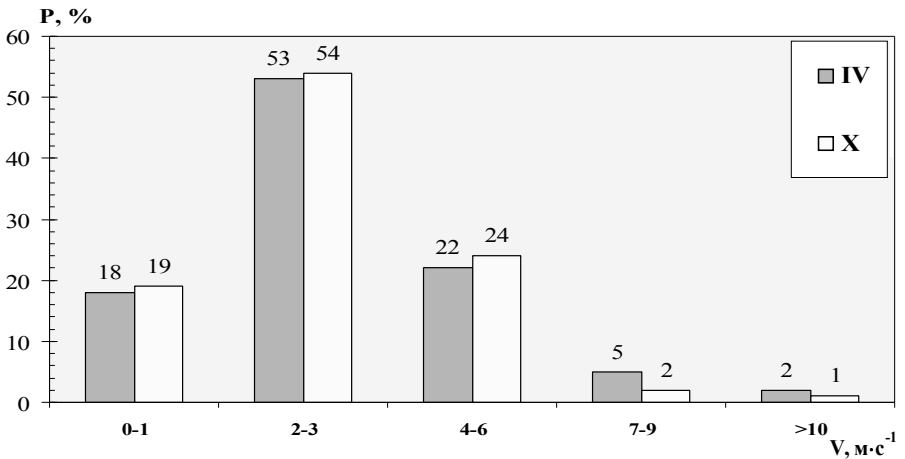


Рис. 2. Повторюваність різних швидкостей приземного вітру (%) в жовтні та квітні за період 2001-2010 рр. Одеса-ГМО

Отже із аналізу приземного вітру можна зробити висновок про те, що в районі Одеси режим вітру такий, які сприяє накопиченню шкідливих домішок через велику повторюваність слабого вітру.

На закінченні відмітимо, що вітри швидкістю 7-9 м·с⁻¹ відмічаються достатньо рідко — всього 5 і 2 % — в жовтні і квітні. Незначну повторюваність має вітер швидкістю 10 м·с⁻¹.

На перенос домішок в атмосфері впливає не тільки приземний вітер, а і вітер на висотах. Особливий інтерес представляють випадки, коли швидкість вітру в граничному шарі атмосфери спочатку зростає, досягає максимуму, а потім зменшується. Якщо відбуваються швидкі зміни вітру з висотою і максимальна швидкість досягає 15 м·с⁻¹ і більше, то в такому разі мають місце струминні течії нижніх рівнів (СТНР).

Дослідження температурно-вітрового режиму в багатьох пунктах України [2; 4] показали, що СТНР часто пов'язані з інверсійною стратифікацією, тому доцільно мати відомості про їх повторю-

ваності і параметри. Ці характеристики представлені в табл. 4, з якої випливає, що СТНР в нічний строк мають однакову повторюваність в жовтні і квітні (26 % від загальної кількості радіозондування). Середня висота осі (Н_о) знаходиться між рівнями 650-700 м для обох місяців, а товщина струменів складає 200 і 140 м в жовтні і квітні.

Для місяців перехідних сезонів середня швидкість вітру (V_о) на висі СТНР над Одесою досить велика (біля 20 м·с⁻¹), а максимальна швидкість може перевищувати 30 м·с⁻¹.

Таблиця 4.

Характеристики СТНР над Одесою. 2001-2010 рр.

Місяць	Повторюваність		Параметри СТНР			
			ΔН, м	Н _о , м	V _о , м·с ⁻¹	
	к.в.	%			середня	максимальна
Квітень	47	26	200	680	18	22
Жовтень	50	26	140	690	19	22

Таким чином, аналіз параметрів СТНР показує, що практично всі низькі струминні течії мають значну потужність і інтенсивність. Це означає, що наявність СТНР в нижніх шарах атмосфери буде сприяти виносу шкідливих домішок від високих джерел викидів при стійкій стратифікації нижніх шарів ГША і від низьких джерел — при нестійкій стратифікації.

При розробці схем розміщення промислових об'єктів, проектуванні і реконструкції промислових підприємств, а також при вирішенні багатьох практичних задач, пов'язаних з захистом чистоти атмосфери, важливе значення має інформація про розсіювальну здатність атмосфери або про потенціал її забруднення (ПЗА).

Результати, які отримані по повторюваності і параметрам приземних інверсій та повторюваності слабкого вітру дозволяють якісно оцінити потенціал забруднення атмосфери в районі Одеси, тобто приблизно оцінити ступінь здатності атмосфери очищатися від забруднюючих її речовин. Для оцінки використані показники з табл. 5, в якій рівень забруднення оцінюється за даними про повторюваність приземних інверсій, їх товщину та інтенсивність. Крім того, враховуються повторюваності швидкостей вітру 0-1 м·с⁻¹, тривалість застоїв і середня тривалість туманів. Характеристики, які були отримані дозволяють Одесу віднести до першого (найбільш

низького) рівня ПЗА, тобто метеорологічні умови в районі Одеси сприяють очищенню ГША, з яким пов'язана практично вся діяльність людини, а також життя тварин та рослин.

Таблиця 5.

Середньорічні значення кліматичних параметрів, які визначають ПЗА по зонах [1]

Зона ПЗА та його характеристики	Приземні інверсії			Повторюваність, %		Висота шару зміщення, км	Тривалість туманів, год.	
	P, %	ΔH , км	ΔT , °C	0–1 м·с ⁻¹	застоїв повітря			
Низький	20-30	0,3-0,4	2-3	10-20	5-10	0,7-0,8	80-350	
Помірний	30-40	0,4-0,5	3-5	20-30	7-12	0,8-1,0	100-550	
Підвищений	континентальний район	30-45	0,3-0,6	2-6	20-40	8-18	0,7-1,0	100-600
	приморський район	30-45	0,3-0,7	2-6	10-30	10-25	0,4-1,1	100-800
Високий	40-50	0,3-0,7	3-6	30-60	10-30	0,7-1,6	50-200	
Дуже високий	40-60	0,3-0,9	3-10	50-70	20-45	0,8-1,6	10-600	

Слід зазначити, що цей висновок відноситься тільки до розглядаємих місяців і його не слід вважати досить обґрунтованим; поперше тому, що використовувалися дані радіозондування за один тільки нічний строк, і по-друге, ця інформація охоплювала досить короткий період з нерегулярним випуском радіозондів.

Література

1. Безуглая Є. Ю., Берлянд М. Е. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 328 с.
2. Івус Г. П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди. — Одеса: Екологія, 2007. — 322 с.
3. Івус Г. П. Умови утворення та прогноз слабкого вітру біля поверхні землі і інверсій температури в районі Одеси. — К.: НМК з гідрометеорології Міністерства України, 1998. — 112 с.
4. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Хоменко Г. В. Характеристика впливу температурно-вітрового режиму нижньої тропосфери на процеси розповсюдження шкідливих домішок над Одесою // Сб. науч. трудов по мат. конф. «Современные направления теоретических и прикладных исследований - 2010». — Одеса: Черноморье, 2010. — С. 7-8.

5. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Мезевич А. Ф. Оцінка забруднення атмосферного повітря над Одесою пилом та діоксидом сірки у січні 2003-2007 рр. // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2009. — № 1(9). — С. 70-77.

УДК 504.3

*А. В. Чугай,
І. О. Старчук*

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РОЗРАХУНКУ ІЗА ЗА РІЗНИМИ МЕТОДИКАМИ

Вступ. Регіони України характеризуються значним антропогенним навантаженням на повітряний басейн: в деяких з них головну роль відіграє промисловість, а в інших — зростаючий з кожним роком парк автомобільного транспорту.

Необхідно відзначити, що для аналізу якості та стану атмосферного повітря в наш час застосовується безліч показників та методик. Одні дозволяють виконати оцінку якості повітряного басейну окремими домішками, інші дати інтегральну оцінку та аналіз стану атмосферного повітря регіону, що досліджується. І в цьому випадку представляє інтерес порівняльний аналіз деяких методик з метою надання рекомендацій щодо їх подальшого застосування.

Матеріали і методи дослідження. Метою даної роботи була порівняльна оцінка методик розрахунку індексу забруднення атмосфери (ІЗА) за різними даними. Були розглянуті південні регіони України та інформація про рівень забруднення та обсяги викидів забруднюючих речовин (ЗР) за період 2008-2010 рр.

Найчастіше для оцінки ступеня забруднення атмосфери отримані в результаті спостережень середні і максимальні концентрації нормуються на величину середньої (максимальної) концентрації для більш великого регіону або на санітарно-гігієнічний норматив, наприклад на гранично допустиму концентрацію (ГДК). Нормовані характеристики забруднення називають індексом забруднення атмосфери.

У різних країнах запропоноване й використовується в практичній роботі велике число різних ІЗА. Деякі з них засновані на непрямих показниках забруднення атмосфери. До таких ІЗА можна віднести запропонований Інхабером індекс для Канади. Такий індекс для різних районів Канади визначався за формулою [1]:

$$I_{ki} = \frac{M_i / N}{\bar{M}_i / \bar{N}}, \quad (1)$$

де \bar{M}_i — сумарні викиди речовини для всієї території Канади; M_i — сумарні викиди для окремого району; N і \bar{N} — чисельність населення відповідно цього району і Канади в цілому.

Цей індекс являє собою оцінку внеску району (або міста) у загальний рівень забруднення повітря розглянутою домішкою в країні.

В Україні використовується на практиці при аналізі даних спостережень за рівнем забруднення повітря такий *ІЗА* [1]:

$$I = \left(\frac{q_p}{ГДК_{mp}} \right)^{C_i}$$

або

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{co}} \right)^{C_i}, \quad (2)$$

де C_i — константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості i -ї речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Результати дослідження та їх аналіз. Нами була зроблена спроба порівняти розраховані за формулами (1) і (2) *ІЗА* для південних регіонів України. Для розрахунків були використані дані середньорічних концентрацій в різних регіонах, а також інформація про обсяги викидів забруднюючих речовин та чисельність населення в регіонах [2-6].

Одеська область — регіон, що виділяється у господарському комплексі України своїми транспортно-розподільчими функціями, розвиненою промисловістю, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом. Загальна кількість підприємств, що у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря складає понад 2533 суб'єктів господарювання, з них 555 підприємств справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря. Динаміка викидів ЗР в атмосферне повітря Одеського регіону наведена в табл. 1.

Автотранспорт був і залишається найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Миколаївській області. У 2009 р. ним викинуто 52,6 тис. т ЗР, що складає 86 % від загального обсягу викидів від усіх пересувних джерел та 61 % від загального обсягу викидів по області (у 2008 р. цей показник був на такому ж рівні —

61 %, у 2007 р. — 64 %, у 2006 р. — 63 %). Переважна більшість ЗР надходить до повітря від основних забруднювачів — підприємств, обсяги викидів яких перевищують 100,0 т на рік. До основних промислових забруднювачів області (за даними 2009 р.) відносяться 14 підприємств. Викиди від цих підприємств в атмосферне повітря в 2009 р. склали 71 % від викидів усіх підприємств області [3]. Динаміка викидів в атмосферне повітря Миколаївської області наведена в табл. 2.

Таблиця 1.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря (Одеський регіон) [2]

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		
2005	141,08	40,455	100,633	5850,0	83,2
2006	140,10	41,900	98,170	5840,0	80,2
2007	189,30	35,800	34,400	5600,0	79,0
2008	192,20	34,400	157,800	5800,0	80,3
2009	175,10	25,900	149,200	5300,0	73,2

Таблиця 2.

Динаміка викидів в атмосферне повітря (Миколаївський регіон) [3]

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		
2000	54,23	11,43	42,800	2,21	42,14
2005	71,45	24,29	47,160	2,91	58,20
2006	85,80*	21,19	64,610	2,80	56,80
2007	86,66*	22,66	64,002	3,50	71,76
2008	89,61*	25,78	63,830	3,64	74,69
2009	85,82*	24,43	61,390	3,49	72,00

Примітка: * — запроваджено новий метод розрахунку викидів від транспортних засобів.

Джерелами забруднення атмосферного повітря в Автономній Республіці Крим є промислові підприємства та різні види транспорту. Основною проблемою для АРК залишається високий чинник викидів ЗР від пересувних джерел: автомобілі індивідуальних власників — 60,9 %; автотранспорт суб'єктів господарської діяль-

ності — 36,7 %. За останні роки кількість одиниць автотранспорту, що експлуатується населенням, значно збільшилась.

Крім того, рівень забруднення атмосферного повітря Республіки Крим зумовлений викидами від підприємств різних відомств та міністерств, при цьому основна частка припадає на підприємства акціонерних товариств відкритого та закритого типу, створених на базі державних підприємств (33,6 %), Українських міжгалузевих об'єднань, консорціумів, асоціацій та ін. організацій, створених на добровільній основі (12,7 %) та підприємств, заснованих фізичними особами (36,2 %).

Основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства 1 групи впливу на навколишнє середовище Перекопського промислового вузла, які входять до 100 найбільших підприємств-забруднювачів України — ВАТ «Кримський содовий завод», ЗАТ «Кримський ТИТАН». Складова хімічної промисловості у народногосподарському комплексі АРК становить в 1,5 рази більше, ніж у середньому по Україні. Викиди від хімічного виробництва складають до 61 % від загального обсягу викидів стаціонарними джерелами автономії [4]. Динаміка викидів в атмосферне повітря АР Крим наведена в табл. 3.

Таблиця 3.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в АР Крим [4]

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		
2000	123,390	33,470	89,920	4731,100	58,300
2005	125,356	35,109	90,247	4806,600	63,300
2006	123,213	34,191	89,022	4724,420	63,500
2007	148,342	33,779	114,563	5687,788	78,891
2008	155,200	31,146	124,054	5950,800	78,891
2009	137,400	26,363	111,000	6277,809	83,268

З року в рік основна частина забруднень в Запорізькій області потрапляє в атмосферу від підприємств м. Запоріжжя та м. Енергодар. У 2009 р. викиди від підприємств цих міст склали приблизно 52,2 % (94,3 тис. т) та 43,8 % (79,2 тис. т) відповідно від загальної кількості. Основними забруднювачами атмосферного повітря в регіоні залишаються підприємства чорної та кольорової металургії,

теплоенергетики, атомної енергетики, хімії, машинобудування, на які припадає майже 94 % викидів від загальної кількості ЗР по області.

Найбільшу кількість викидів ЗР в атмосферу здійснюють 11 основних підприємств області: СП Запорізька ТЕС ВАТ «Дніпроенерго»; ВАТ «Запоріжсталь»; ВАТ «Запорізький завод феросплавів»; ВАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат»; ВАТ «Запорізький абразивний комбінат»; ВАТ «Запорожжкокс»; ВАТ «Дніпроспецсталь»; ВАТ «Український графіт»; ВАТ «Запоріжвогнетрив»; ВАТ «Запоріжсклофлюс»; КП «Запорізький титано-магнієвий комбінат» [5]. Динаміка викидів в атмосферне повітря Запорізької області наведена в табл. 4.

Таблиця 4.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в Запорізькій області [5]

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		
2000	270,2	231,2	39,0	12300	167,0
2005	383,4	262,0	121,4	14100	205,0
2006	378,8	258,1	120,7	13900	204,0
2007	347,6	231,6	116,0	12800	189,0
2008	331,7	218,3	113,4	12200	181,6
2009	280,5	180,8	99,7	10300	154,4

Серед адміністративно-територіальних одиниць Херсонської області найбільшого антропогенного навантаження (більше ніж середній показник по області) зазнає атмосфера мм. Херсон, Каховка, Нова Каховка та Білозерського, Бериславського, Генічеського, Голопристанського та Цюрупинського районів. На території м. Херсон кількість викидів від загальної по області складає 34,3 тис. т або 42,6 % (8,1 тис. т або 86 % від стаціонарних джерел викидів і 26,2 тис. т або 37 % від пересувних джерел) за даними 2009 р. Така ситуація пояснюється тим, що більша частина промислового виробництва зосереджена в обласному центрі [6]. Динаміка викидів в атмосферне повітря Херсонської області наведена в табл. 5.

На рис. 1-4 наведені порівняльні графіки змін *ІЗА*, розраховані за формулами (1) і (2) для південних регіонів України для основних ЗР.

Таблиця 5.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в Херсонській області [6]

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
	всього	у тому числі			
		стаціонарними джерелами	пересувними джерелами		
2007	78,3	9,4	68,9	331,4	8,5
2008	84,0	11,9	72,1	416,7	10,7
2009	80,4	9,4	71,0	331,6	8,6

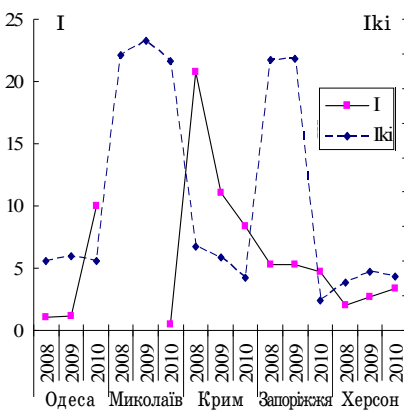


Рис. 1. Порівняльний графік зміни ІЗА для пилу

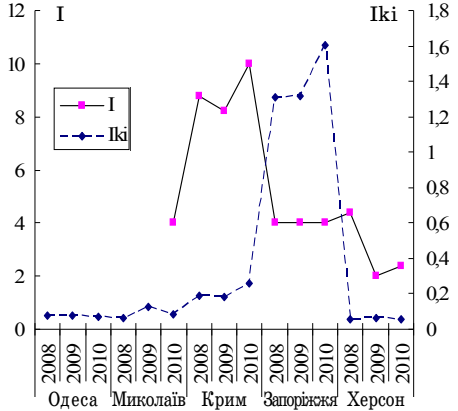


Рис. 2. Порівняльний графік зміни ІЗА для діоксиду сірки

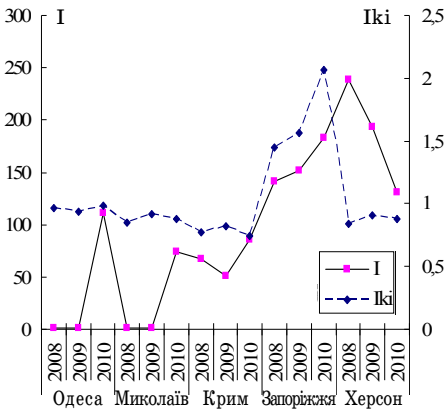


Рис. 3. Порівняльний графік зміни ІЗА для діоксиду азоту

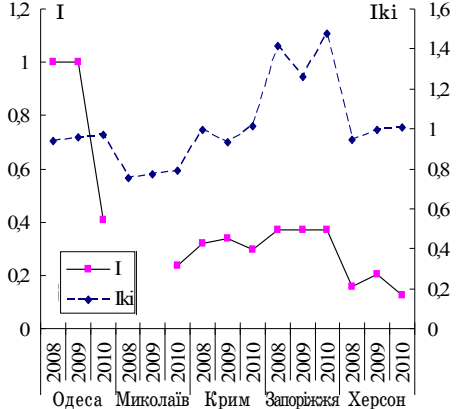


Рис. 4. Порівняльний графік зміни ІЗА для оксиду вуглецю

Як видно з наведених рисунків, в цілому тенденція змін різних *IЗА* зберігається, хоча в розрахункові формули закладена різна фізична сутність. Окрім цього, постають певні питання при аналізі рис. 3, а саме відзначаються екстремально високі значення *IЗА*, що розраховується за формулою (2). При цьому *IЗА*, що розраховується за формулою (1), характеризується порівняними значеннями з іншими домішками.

На нашу думку це може бути результатом некоректно поданої інформації, проте на даний час це не є результатом дослідження.

Висновки. На основі виконаних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Для аналізу та оцінки якості атмосферного повітря застосовуються різні методики, які дозволяють виконати диференційовану або інтегральну оцінку.
2. В розрахункові формули розглянутих в роботі *IЗА* входять різні за фізичним смислом складові.
3. Порівняльний аналіз різних *IЗА* показав, що в цілому тенденція їх змін зберігається. Проте виникли питання щодо значень *IЗА* для діоксиду азоту. На нашу думку це може бути результатом некоректної інформації, хоча вона є офіційно опублікованою.

В подальшому в роботі планується провести аналогічний аналіз для всіх регіонів України, а також критичний аналіз вхідної інформації.

Література

1. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. — Л.: Гидрометеоздат, 1986. — 116 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2009 році. — Одеса, 2010. — 224 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2009 році. — Миколаїв, 2010. — 178 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в автономній республіці Крим у 2009 році. — Сімферополь, 2010. — 127 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Запорізькій області у 2009 році. — Запоріжжя, 2010. — 224 с.

6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2009 році. — Херсон, 2010. — 188 с.

В. Ю. Коріневська

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ В УМОВАХ ВПЛИВУ МІСЬКОЇ СИСТЕМИ

Вступ. Екологічний стан Дністровського лиману формується під впливом інтенсивної водогосподарської діяльності у межах водозбору та внаслідок надходження забрудненого стоку р. Дністер. Природні умови лиману (мілководність, слабка проточність) є додатковим фактором, що посилює негативні наслідки антропогенного впливу. Проблемам відновлення якості води Дністровського лиману та збереженню унікальних екосистем, що сформувались у його межах, приділяється достатня увага науковців, в т.ч. і у рамках міжнародного співробітництва. Метою даного дослідження є визначення особливостей впливу урбанізованої території м. Білгород-Дністровський на формування екологічного стану Дністровського лиману поблизу міста.

Викладення основного матеріалу дослідження. Дністровський лиман є одним із найбільших прісноводних лиманів України, який сполучає р. Дністер з Чорним морем. Від моря лиман відокремлений піщаною Бугазькою косою. У одному місці вона має розрив — Цареградське гирло, через яке здійснюється водообмін між лиманом і морем. Ширина гирла складає близько 300 м, глибина — 15 м. Річка Дністер впадає в північно-східній частині лиману. Формування гідрохімічного режиму Дністровського лиману визначається взаємодією річкового стоку та морських вод [1].

Серед антропогенних факторів впливу на Дністровський лиман, які розташовані у межах водозбору, в окрему групу можна виділити урбанізовані території, найбільші серед яких — м. Білгород-Дністровський, м. Овідіополь, смт. Затока, смт. Кароліно-Бугаз, с. Шабо. У гирловій частині Дністровського лиману, на піщаній косі між лиманом та морем розміщений курортно-рекреаційний район Затока протяжністю 20 км. Безпосередня близькість до моря, порівняно невелика відстань до обласного центру — м. Одеси (50-80 км) — обумовлюють високий ступінь урбанізованості водо-

збірної території, що є суттєвим фактором негативного впливу на екологічний стан водного об'єкту.

Місто Білгород-Дністровський — адміністративний районний центр обласного підпорядкування, який розташований на правому березі Дністровського лиману, в 20 км від Чорного моря і на відстані 80 км від м. Одеси. Чисельність населення міста складає 50,7 тис. чол. (2006 р.) Головна особливість економіко-географічного положення міста — його прикордонне розташування і можливість прямого виходу в Чорне море через Дністровський лиман. Особливості географічного положення, сприятливі природно-кліматичні умови, наявність культурно-історичних пам'яток і курортно-оздоровчих установ створюють можливість для розвитку в місті туристично-рекреаційної галузі. Білгород-Дністровський — одне з промислово-розвинених міст Одеської області з середньорічним обсягом виробництва більше 230 млн. грн. В місті працює 24 промислові підприємства. Основні і найбільш прибуткові галузі промисловості: медична (облаштування переливання крові і одноразові шприци), харчова (хліб та хлібобулочні вироби, рибопереробка, виробництво консервів), машинобудівна (електронна), виробництво виробів з пластмас (товари народного споживання), виробництво будівельних матеріалів з бетону [2].

Дослідження міської системи з точки зору джерел емісії забруднювальних речовин (ЗР) в Дністровський лиман показало, основними з них є:

- поверхневий стік з урбанізованої території;
- скид недостатньо очищених стічних вод (СВ) з очисних споруд міста;
- робота Білгород-Дністровського морського порту.

Поверхневий стік формується за рахунок опадів та поливу території. На переважній частині території міста зливової каналізація відсутня, що призводить до безпосереднього надходження ЗР у Дністровський лиман з поверхневим стоком. Як показали дослідження [3; 4], основними ЗР в у зливових СВ є зважені речовини та нафтопродукти. Особливості територіально-господарської організації міста призводять до надходження у лиман поверхневого стоку з приватних сільгоспділянок, які розміщені у північно-західній частині. Саме ця частина міста зазнає найбільшого впливу процесів водної ерозії, що посилює процеси виносу речовин до водного об'єкту. Окрім зважених речовин, в поверхневому стоці з території

приватного сектору присутні біогенні елементи — азот та фосфор. Розташування заплavin та заболочених ділянок у північно-західній частині міста сприяє розвитку процесів евтрофікації, що посилюється надходженням біогенних речовин з поверхневим стоком.

У м. Білгород-Дністровський функціонує неповна роздільна система каналізації водовідведення, для якої характерне сумісне відведення виробничих і побутових СВ на розташовані за містом очисні споруди, де відбувається їх механічне і біохімічне очищення в аеротенках. Відстоювання води відбувається у вторинних відстійниках та у біоставках. Знезараження СВ (у разі потреби) проводиться після вторинного відстійника, така СВ не надходить на доочищення у біоставки, а відводиться безпосередньо в лиман. Випуск очищених СВ здійснюється на відстані 8 м від урізу води біля дна лиману.

Першим етапом аналізу та оцінки ефективності очищення стічних вод на очисних спорудах м. Білгород-Дністровський є характеристика факторів формування вхідного потоку, що складається з комунально-побутових та промислових СВ. Якщо перший вид СВ характеризується сталим складом та витратою, а також відсутністю токсичних речовин, то промислові СВ різних підприємств достатньо розрізняються за своїми характеристиками складу та властивостей. На промислові підприємства припадає 26 % від всього об'єму стічних вод, що надходять на очисні споруди міста. Аналіз вмісту ЗР у СВ промислових підприємств та порівняння їх з нормами допустимих до відведення концентрацій, дозволяє зробити висновок, що промислові СВ створюють високе навантаження на очисні споруди за вмістом у них азоту амонійного (максимальне перевищення склало 47 разів). Велика кількість азоту амонійного, що надходить на очисні споруди, не видаляється повною мірою, тому даний вид стічних вод вимагає локального очищення на підприємствах [5; 6]. Дослідження причинно-наслідкових зв'язків у системі «водопостачання-водовідведення» показало, що економія у водопостачанні населення міста також призводить до додаткового навантаження на очисні споруди за рахунок концентрування комунально-побутових стічних вод [7].

Аналіз ситуації, яка склалася на очисних спорудах міста, показав, що існуючі методи очищення стічних вод неефективні, оскільки призводять до зниження концентрації азоту амонійного за рахунок збільшення вмісту нітритів та нітратів (табл. 1).

Таблиця 1.

Ефективність очищення стічних вод
від зважених речовин, БСК₅ та азоту амонійного (%),
та збільшення концентрації нітритів та нітратів (раз)

ЗВ	БСК ₅	Азот амонійний	Нітрити	Нітрати
95,4	93,7	73,9	15,0	26,6

Детальний аналіз процесів трансформації неорганічних сполук азоту в процесі очищення дозволяє зробити наступний загальний висновок: збільшення концентрації нітритів та нітратів в процесі очищення обумовлене неповною нітрифікацією і денітрифікацією, основними причинами якої є надходження концентрованих СВ, недостатній час очищення СВ в аеротенках, дефіцит нітрифікуючих бактерій тощо [6].

Наслідком неефективного очищення СВ на загальноміських очисних спорудах є перевищення встановлених лімітів по скиду азоту амонійного (у 2 рази) та нітритів (у 5 разів).

Промисловим джерелом забруднення вод Дністровського лиману поблизу м. Білгород-Дністровський є робота морського торговельного порту, територія якого розташована у південно-східній частині міста. Робота порту призводить до надходження таких ЗР як зважені речовини (частинки сипучих вантажів, допоміжних матеріалів) та нафтопродукти. Робота порту обумовлює наявність судохідного каналу, що дозволяє проходити судам через Цареградське гирло. Наявність судохідного каналу сприяє надходженню морських вод у Дністровський лиман.

Моніторингом стану Дністровського лиману у межах м. Білгород-Дністровський займається міська санітарно-епідеміологічна станція. Додаткові дослідження складу та властивостей води проводяться КП «БДністровськводоканал» та підрозділами Держінспекції охорони Чорного та Азовського морів. Екологічна ситуація, що склалася з Дністровським лиманом поблизу міста, характеризується як незадовільна. Міський пляж закритий ще з 1989 р., оскільки хімічні та бактеріологічні властивості води роблять її непридатною для відпочинку. Мають місце надзвичайні екологічні ситуації. Так, у березні 2011 р. внаслідок зруйнування каналізаційного колектору у Дністровський лиман потрапили 600 м³ неочищених стічних вод, протягом літа 2010 та 2011 рр. неодноразово спостерігалися замори риби.

Дослідження якості води Дністровського лиману в районі міста з 2002 по 2011 рр. проводилося по результатам лабораторних аналізів проб води, що відбиралися 4 рази на рік у створі № 35.

Аналіз даних дозволяє зробити наступні узагальнення:

1. Вимоги, що висуваються до якості води водного об'єкту при комунально-побутовому водокористуванні, не виконуються за такими речовинами та показниками як БСК₂₀, ХСК, показники мінерального складу (сульфати, хлориди, магній, натрій і калій), зважені речовини, а також кольоровість і каламутність, нітрати і нітрити, нафтопродукти, кадмій, свинець і формальдегід.
2. Найчастіше більш високі концентрації ЗР спостерігалися біля берега, більш низькі — в глибинних пробах води, що свідчить про відсутність вторинного забруднення води з донних відкладень (за виключенням сірководню).
3. У зимово-весняний період якість води дещо поліпшується у порівнянні з літньо-осіннім періодом.
4. Величина БСК₂₀ на порядок нижча за ХСК, а коефіцієнт кореляції між ними складає -0,141. Це говорить про те, що серед органічних ЗР, що містяться у водах лиману, переважають такі, що важко піддаються біохімічному окисленню.
5. На протязі 2002-2011 рр. відбувалося неодноразове проникнення морських вод углиб лиману, про що свідчить різке підвищення загальної мінералізації та концентрації хлоридів, сульфатів, суми іонів натрію і калію. Концентрації сухого залишку більше 1 г/дм³ спостерігалися у вересні 2002 р., серпні 2003 р., лютому 2005 р., протягом II півріччя 2006, 2007 рр., у березні 2009 р., у травні 2010 р. та протягом 2011 р. Максимальна мінералізація склала 17304 мг/дм³. Надходженню морських вод сприяє наявність суднохідного ходу. Дослідження [8] показали, що морські води є джерелом свинцю, магнію, а також підвищують жорсткість води.

Висновки. Отже, урбанізована територія м. Білгород-Дністровський постає істотним джерелом впливу на екологічний стан Дністровського лиману. Внаслідок неефективних технологій очищення СВ на міських очисних спорудах до водних об'єктів надходять біогенні елементи, а відсутність системи збору поверхневого стоку з урбанізованої території створює додаткове забруднення водойми. Функціонування порту стає допоміжним фактором проникнення

морських вод у лиман. Все це приводить до погіршення якості води Дністровського лиману та додатковим стимулюючим фактором у розвитку процесів евтрофікації води.

Література

1. Швєбс Г. І., Єгошин М. І. Каталог річок і водойм України. Навч.-довідк. посібник. — Одеса: Астропринт, 2003. — 392 с.
2. Україна: Енциклопедичний довідник / Під заг. ред. В. Г. Пустовойтенка. — К.: Потенціал, 2002. — 464 с.
3. Машина Л. Л., Горяинов Э. И., Демехин Г. А. Эколого-экономические аспекты эксплуатации систем дождевой канализации // Наукові праці УкрНДГМІ. — 2003. — Вип. 251. — С. 196-203.
4. ДСТУ 3013-95 Правила контролю за відведенням дощових і снігових стічних вод з територій міст і промислових підприємств.
5. Коріневська В. Ю. Особливості поводження зі стічними водами харчових виробництв з метою оптимізації роботи міських очисних споруд // Збірник тез доповідей Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості». — Одеса: ОНАХТ, 2011. — С. 86-87.
6. Кориневская В. Ю. Трансформация неорганических соединений азота в процессе очистки сточных вод на очистных сооружениях г. Б-Днестровского // Вісник Одеського державного екологічного університету. — 2008. — Вип. 6. — С. 14-20.
7. Кориневская В. Ю. Причинно-следственные связи системы «водоснабжение-водоотведение» в контексте оптимизации работы очистных сооружений города // Матеріали четвертої Всеукраїнської наук. конф. «Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія». — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. — С. 100-102.
8. Кориневская В. Ю. Оценка и анализ изменения качества воды Днестровского лимана как объекта рекреационного использования (г. Белгород-Днестровский, 2002-2006 гг.) // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — Одеса: Екологія, 2008. — Вип. 50. — Ч. I. — С. 317-322.

*Г. П. Івус,
А. Б. Семергей-Чумаченко,
О. Д. Сергунова*

УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПИЛОВОЇ БУРИ НАД ПІВДНЕМ УКРАЇНИ 23 БЕРЕЗНЯ 2007 Р. ТА ЇЇ НАСЛІДКИ ДЛЯ ЗАХІДНОЇ ЄВРОПИ

Пилові бурі — це сильні вітри, які супроводжуються видуванням і підняттям у повітря часток ґрунту, пошкодженням посівів і піщаними заносами. Вони бувають у степових, напівпустинних територіях планети. Виникнення пилових бур зумовлено багатьма чинниками, серед яких головне місце посідають: сильний вітер (понад 10-15 м/с), сухість і розпиленість верхнього шару ґрунту, відсутність або слабкий розвиток рослинного покриву на полях, наявність великих відкритих ділянок. Узимку до зазначених факторів додається відсутність снігового покриву, неглибоке промерзання і слабка цементація ґрунту. Пилові бурі і пов'язана з ними вітрова ерозія виникають і посилюються внаслідок діяльності людини, коли система землеробства або її окремі прийоми не відповідають особливостям ґрунтів і клімату даного району.

Величезний збиток багатьом галузям господарства наносить значне руйнування і видування ґрунту під дією пилових бур. У сільському господарстві пилові бурі призводять до втрати родючості ґрунтів, викликають заноси культурних площ (посівів, садів, лісонасаджень), перенос шкідливих комах і паразитних грибків, видування насіння. Пилові бурі порушують і ускладнюють роботу всіх видів транспорту, пошкоджують будівлі, збільшують захворювання, заносять водоймища і зрешувальні системи.

Останньою значною пиловою бурею 23-24 березня 2007 р. було охоплено 125 103 км², що становило майже 20 % площі України [2]. Пилова буря розповсюджувалася на значну територію півдня України — під впливом стихії опинилися Миколаївська, Херсонська та Одеська області. Пориви вітру досягали 25 м/с, а в Миколаївській області — 35-40 м/с (рис. 1). Внаслідок стихії в Миколаївській області зареєстроване багато випадків пошкодження конструкцій будівель та рекламних стендів. Падіння дерев спостерігалось в Новоодеському і Новобугському районах області та безпосередньо в Миколаєві, де через падіння дерев були пошкоджені три ділянки комунального газопроводу. Зафіксовано більш ніж 150 ушкоджень електромереж в приватному секторі. На 24 березня 2007 р. від

електропостачання були відключені 207 населених пунктів в 16 районах області. Вказаній пиловій бурі попередила тепла та суха зима, протягом якої сніг спостерігався один-два рази за холодне півріччя.

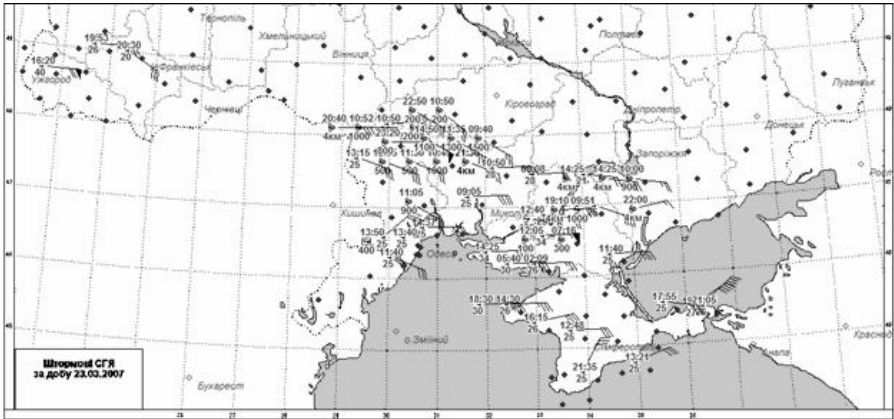


Рис. 1. Штормові оповіщення за добу 23 березня 2007 р.

Вказані незвично високі швидкості вітру біля поверхні землі в поєднанні з попереднім періодом посухи протягом двох тижнів, а також недолік рослинності в березні призвели до високої концентрації пилу та виникненню сильної пилової бурі.

Причиною виникнення сильного вітру в південних областях стало збільшення баричного градієнту над територією України впродовж 23-24 березня внаслідок створення на вказаних територіях штормової зони між обширним антициклоном з центром над Уралом та циклоном над Чорним морем (рис. 2).

Для дослідження впливу пилової бурі, що мала місце 22-24 березня 2007 р., на розвиток біомаси використані космічні знімки з КА TERRA (MODIS) за 20, 23, 24 та 26 березня 2007 року. Розрахунок індексу вегетації, зроблений над територією проходження бурі, показав, що безпосередньо після проходження бурі 23 березня 2007 р. індекс вегетації майже не змінився, що вказує на те, що рослинність майже не зазнала шкоди [1].

Негативні наслідки вивітрювання родючого ґрунту почали виявлятися вже 24 березня, про що свідчить тенденція зниження індексу вегетації. 26 березня зниження індексу вегетації на полях в зоні пилової бурі становило близько 0,4-0,5. Але 29 березня значення індексу повертаються до норми, та продовжується поступове збільшення індексу вегетації.

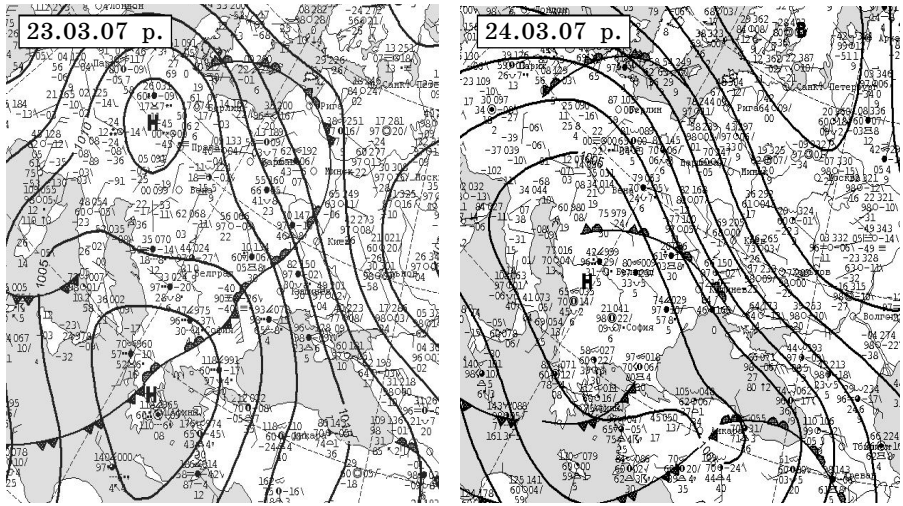


Рис. 2. Приземний аналіз 23 і 24 березня 2007 р. 00 UTC.

Використовуючи високий просторово-часовий дозвіл супутникового зображення інструменту SEVIRI можна точно вимірювати траєкторію переміщення пилу. На рис. 3 зображено початкова активізація пилу 23 березня 11 UTC над півднем України. Зображення показує індекс пилу визначений через накладення трьох довжин хвиль 8,7, 10,8 і 12,0 мкм.

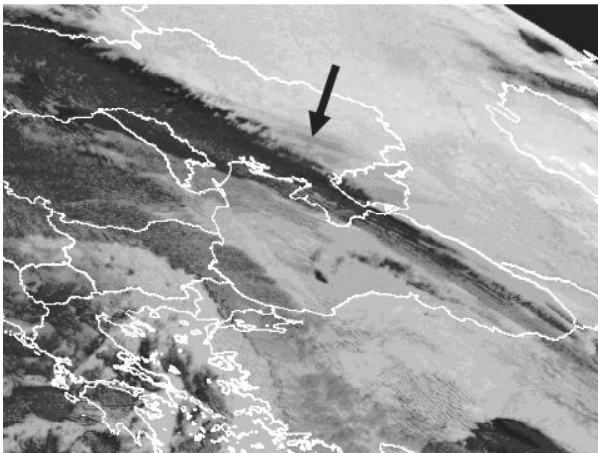


Рис. 3. Початкова активізація пилу 23 березня 11 UTC над півднем України [4]

Для виявлення точної траєкторії переміщення пилу, що був зареєстрований над країнами Центральної Європи, була використана модель розрахунку 3-вимірних траєкторій HYSPLIT [5].

Пунктом для відліку траєкторії в нашому дослідженні обрана Одеса, та як видно з рис. 4 частинки пилу прибили до Німеччини через сильно спрямований потік з району Каспійського моря через Україну до Центральної Європи. Повітря від північного берега Чорного моря досягнуло Німеччини за 18-24 год.

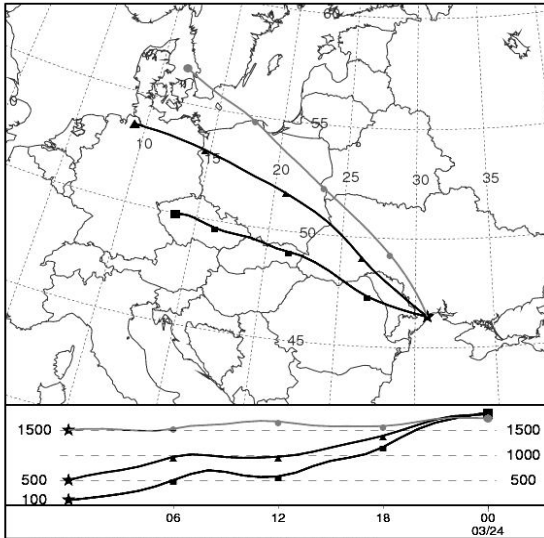


Рис. 4. Зворотня траєкторія руху повітря від Одеси (23.03.07 р.)

Винятково високі концентрації дрібних частинок, які за діаметром не були характерні для центральної Європи, спостерігалися 24 березня 2007 р. на численних станціях контролю за забрудненням повітря у Словаччині, Чеській Республіці, Польщі, Австрії та Німеччині (рис. 5). Перед приходом пилової хмари, концентрації були нижче 50 $\text{мкг}/\text{м}^3$ на більшості станцій. Протягом усього дня від 24 березня, пил пересувався у західному напрямі, перетинаючи Центральну Європу, та його концентрація підвищилася до 1400 $\text{мкг}/\text{м}^3$ над Словаччиною вранці 24 березня, і до 640 $\text{мкг}/\text{м}^3$ над Німеччиною після полудня.

Отже, за аналізом аеросиноптичних умов та супутникових знімків 23-24 березня 2007 р., а також за розрахунками зворотних траєкторій руху повітряних мас та хмари пилу за моделлю

НYSPLIT, виявилося, що південна Україна, а саме район Херсону, навколо Каховського водосховища була джерелом хмари пилу над Центральною Європою.

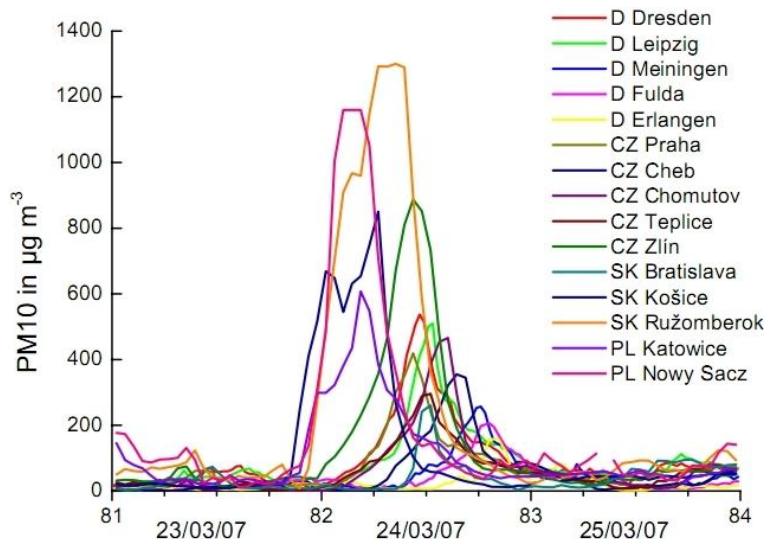


Рис. 5. Часовий хід максимальної концентрації пилу [3]

Література

1. Глущенко О. М., Вишняков В. Ю., Сластін С. О. Можливості сучасних технологій та комплексного моніторингу щодо зменшення руйнівного впливу пилових бур для південного регіону України // <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=676>.
2. Зубець М. В. Ерозія ґрунтів — загроза їх родючості // *Голос України*. — 2008. — № 32. — С. 9.
3. Birmili W., Schepanski K., Ansmann A., Spindler G., Tegen I., Wehner B. A case of extreme particulate matter concentrations over Central Europe caused by dust emitted over the southern Ukraine // *Atmospheric Chemistry and Physics*. — 2008. — Vol. 8. — P. 997-1016.
4. <http://www.eurad.uni-koeln.de>.
5. <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>

**УМОВИ УТВОРЕННЯ ЗАМОРОЗКІВ В ХЕРСОНСЬКІЙ
ОБЛАСТІ В 2005-2010 РР.**

Вступ. Заморозок є одним з несприятливих явищ погоди, яке може завдати значного збитку економіці і, зокрема, сільському господарству. Особливо небезпечними є пізні весняні та ранні осінні заморозки, які часто завдають непоправної шкоди теплолюбним сільськогосподарським культурам. Щорічно збитки від заморозків в Україні сягають сотень тисяч, або навіть мільйонів гривень. Основною причиною формування заморозків на ґрунті та в повітрі є ефективне випромінювання підстильної поверхні, що виявляється особливо сильно в ясні тихі ночі та може посилюватися адвекцією холодного повітря. В Україні заморозки виникають в антициклонах і гребенях, що сформувалися в масах арктичного повітря, а також в малоградієнтних полях підвищеного тиску і відрогах. Також можливі заморозки при адвекції холодного повітря в тилової частині циклонів. На розподіл і інтенсивність заморозків, окрім атмосферних процесів, значно впливають місцеві умови (форми рельєфу, близькість великих водоймищ і міст, а також фізичні властивості ґрунту).

В даній роботі виконано дослідження повторюваності та синоптичних умов утворення заморозків в Херсонській області в весняні та осінні сезони з 2005 по 2010 рр.

Матеріали і методи досліджень. В якості вихідних матеріалів використані щоденні дані спостережень Херсонської агрометеорологічної станції за досліджуваний період, синоптичний матеріал електронних Інтернет-архівів. Був проведений статистичний аналіз даних метеорологічних спостережень з метою виявлення днів із заморозками в перехідні сезони року (березень-травень та вересень-листопад), синоптичний аналіз ситуацій, за яких виникали заморозки, та визначення повторюваності різних типів заморозків. Також були використані дані об'єктивного аналізу радіаційних потоків тепла для дослідження радіаційного балансу приземного шару атмосфери в період виникнення заморозків в Херсонській області.

Аналіз результатів досліджень. В Україні сезонний температурний режим істотно змінюється по регіонах. За кліматичними даними [2], періоди, коли середня температура повітря перевищує

+20 °C, на півдні тривають до трьох місяців, при цьому практично відсутні на заході і півночі. Морозний період з середньою температурою повітря нижче 0 °C переважно триває від 2 місяців на півдні до 5 місяців на північному сході країни. Середня тривалість безморозного періоду коливається від 260-270 днів в південній частині Криму до 170 днів на північному сході країни.

Більшість заморозків утворюються під впливом радіаційного вихолодження земної поверхні. Найчастіше їх розподіл не суцільний, а має локальний вигляд. Порівняно велику площу охоплюють адвективно-радіаційні заморозки. Адвективні заморозки становлять лише 20 % і відмічаються в основному у північній або західній частинах країни [2].

В сучасний період весняні заморозки у повітрі зазвичай бувають у квітні (71,7 % випадків), рідше у травні (18,1 % випадків) і найрідше — у березні (близько 10 % випадків). Найраніше дата останнього весняного заморозку в повітрі в Україні спостерігалася 3 березня 2001 року у Херсоні, а найпізніша — 26 травня 1996 року в Івано-Франківську [3].

В даному дослідженні був розглянутий добовий хід температури повітря в перехідні сезони по ст. Херсон за період 2005-2010 рр. з метою виявлення дат настання сезонів та їх порівняння з кліматичними даними. За основний показник початку і кінця сезону взяті дати переходу середньої добової температури повітря через певні межі.

В табл. 1 представлені дати стійкого переходу середньодобової температури через 0 °C, +5 °C, +10 °C. Як можна бачити, у 2007 р. стійкий перехід через 0 °C не спостерігався, адже в цьому році відбулось різке потепління, що призвело до швидкого переходу середньодобової температури відразу через +5 °C, і не було періоду, коли середньодобова температура трималася від 0 до +5 °C на протязі п'яти днів і більше. Також у 2005 р. на початку зими не відбувся перехід температури через 0 °C, ця дата відмічена лише на початку 2006 р., тому зимовий сезон 2005-2006 рр. був дуже коротким — трохи більше місяця.

Згідно з отриманими даними, було визначено дати початку весни і осені в період 2005-2010 рр. (табл. 2). За початок весни прийнята дата переходу середньої добової температури повітря через + 5 °C в бік її збільшення, за початок осені — перехід +10 °C в бік її зменшення.

Таблиця 1.

Дати переходу через 0 °С, +5 °С, +10 °С на ст. Херсон

Рік	Перехід через 0 °С	Перехід через +5 °С	Перехід через +10 °С
2005	13.02	04.04	10.04
	-	07.11	15.10
2006	04.01	21.03	10.04
	18.02	03.11	16.10
2007	-	15.03	24.04
	13.12	05.11	29.10
2008	20.02	25.02	07.04
	12.12	09.12	05.11
2009	22.01	28.03	24.04
	12.12	07.12	26.10
2010	18.02	20.03	03.04
	29.12	01.12	16.11
Кліматичні дати	06.03	26.03	18.04
	08.12	09.11	20.10

Таблиця 2.

Дати початку весни і осені в 2005-2010 рр. на ст. Херсон

Рік	Весна	Осінь
2005	04.04	15.10
2006	21.03	16.10
2007	15.03	29.10
2008	25.02	05.11
2009	28.03	26.10
2010	20.03	16.11

В порівнянні з кліматичними датами (табл. 1), дата настання весни в більшості випадків зсунулась на ранній термін в середньому на один тиждень. Дата настання осені зсунулась на пізній термін в середньому на 7-9 днів.

Згідно з визначенням явища заморозку, було проаналізовано термічний режим повітря та поверхні ґрунту для виявлення дат зі зниженням температури до 0 °С і нижче після стійкого переходу середньодобової температури повітря через +5 °С навесні та +10 °С восени. Отримано, що в середньому кількість заморозків в повітрі склала 12 днів на рік. Найбільша кількість заморозків в повітрі була в 2007 році — 19 днів, а найменша в 2010 — 7 днів (рис. 1). Середнє число днів з заморозками на ґрунті склало 29 на рік. Найбільша кількість заморозків на ґрунті була відмічена в 2007-2008 рр., а найменша — в 2006, 2009 рр. (рис. 2).

Також були визначені дати останнього і першого заморозків в повітрі та тривалість безморозного періоду за 2005-2010 рр. (табл. 3).

Порівняння отриманих даних з кліматичними показало, що в 2006, 2008, 2010 роках останній заморозок навесні наставав раніше, а в 2005, 2007, 2009 роках — пізніше за кліматичну дату (17 квітня). Перший же заморозок восени у всі роки спостережень наставав набагато пізніше за кліматичну дату (16 жовтня), за рахунок чого збільшився безморозний період в середньому на 24 дні (середня кліматична тривалість — 180 днів).

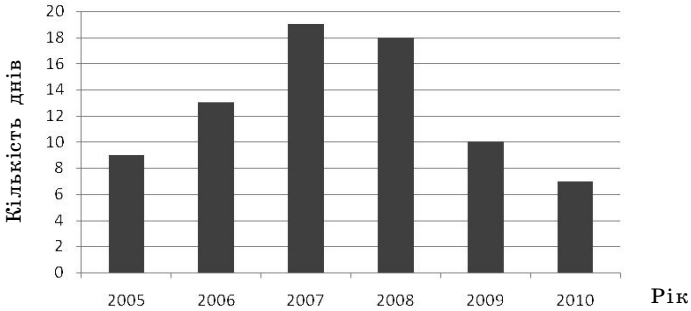


Рис. 1. Повторюваність заморозків в повітрі за 2005-2010 рр.

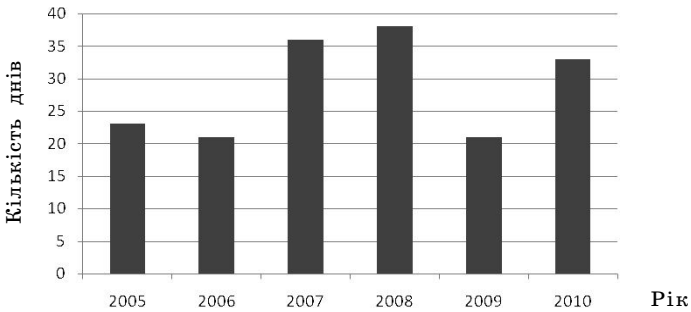


Рис. 2. Повторюваність заморозків на ґрунті за 2005-2010 рр.

Таблиця 3.

Дати останнього і першого заморозку в повітрі і тривалість безморозного періоду за 2005-2010 рр.

Рік	Дата останнього заморозку весною	Дата першого заморозку осінню	Тривалість безморозного періоду, дні
2005	24.04	08.11	198
2006	27.03	19.10	205
2007	23.04	06.11	196
2008	28.03	07.11	223
2009	26.04	31.10	186
2010	24.03	24.10	213

Для аналізу синоптичних умов виникнення заморозків в повітрі та на ґрунті в Херсонській області була використана типізація синоптичних процесів, яка розроблена для півдня України [1]. За цією типізацією виділяють декілька типів атмосферних процесів за характером приземного та висотного полів тиску, які об'єднуються в три групи: периферійні процеси, циклонічна і антициклонічна циркуляція.

1) Периферійні атмосферні процеси

До них відносяться малозбурені переноси з південною, західною або східною складовою на периферіях циклонів (тип а) або антициклонів (тип в), а також малоградієнтні поля у поверхні Землі.

2) Циклонічна циркуляція

До цієї групи належать південні циклони та чорноморська депресія (тип г), улоговини, що переміщуються з заходу (тип е).

3) Антициклонічна циркуляція

Південь України часто знаходиться під впливом полів високого тиску. Найбільш часто спостерігаються гребні, орієнтовані із заходу (типи б, ж, з). Також характерною є південна периферія континентального антициклону (тип д).

Для дослідження були обрані дати за 2005-2010 рр., в які спостерігалися від'ємні мінімальні температури в повітрі або/та на ґрунті на ст. Херсон. При цьому зверталася увага на середньодобову температуру, яка повинна була бути вище за 0 °С. Всього було розглянуто 179 днів із заморозками. В якості синоптичного матеріалу були використані приземні карти центрів MetOffice та DWD з електронного архіву сайту Wetterzentrale (<http://www.wetterzentrale.de>) за 00 год СГЧ.

Порівняльний аналіз фактичних полів тиску з типовими [1] дав наступні результати (табл. 4). Найчастіше заморозки в Херсонській області спостерігалися в ситуаціях «в» та «ж» (24 та 18 % відповідно), які відповідають антициклонічним полям, а саме, центральним частинам та західним периферіям антициклонів. Доволі часто заморозки спостерігалися в ситуаціях «д» та «б» (13 та 12 % відповідно), які відповідають південній та південно-східній периферіям антициклонів, що утворюються над регіоном Східної Європи. Додатково було виділено тип «б1», який характеризується поширенням гребня антициклону з півночі або ультраполярною складовою.

В окрему групу також були виділені малоградієнтні поля (МГП), до яких увійшли випадки малоградієнтних полів підвищеного тис-

ку, перемички підвищеного тиску та сідловина. За 6 років було всього 7 випадків з заморозками, які відносилися до цієї групи. Таким чином, виявилось, що 80 % всіх випадків заморозків в Херсоні доводиться на ситуації, пов'язані з антициклогенезом («б», «в», «д», «ж», «з», «б1»).

Таблиця 4.

Повторюваність форм приземного баричного поля під час виникнення заморозків в Херсоні в 2005-2010 рр.

Рік	Форма приземного баричного поля										Всього
	а	б	в	г	д	Е	ж	з	МГП	б1	
2005	-	3	8	1	6	-	9	-	-	-	27
2006	2	-	5	2	-	2	4	2	-	5	22
2007	2	10	10	2	4	4	2	1	1	-	36
2008	5	1	6	-	6	5	9	7	1	-	40
2009	2	4	7	-	1	-	2	1	2	2	21
2010	1	3	7	-	6	-	7	6	3	-	33
Всього	12	21	43	5	23	11	35	17	7	7	179
%	7	12	24	3	13	6	18	9	4	4	100

Спираючись на принципи визначення характеру заморозків за типом синоптичної ситуації, була проведена типізація заморозків з використанням даних про баричне поле, швидкість вітру та градієнт тиску у поверхні Землі, наявність фронтів, середньодобову хмарність, добовий хід температури. В табл. 5 представлена повторюваність адвективних, адвективно-радіаційних та радіаційних заморозків восени та навесні.

Таблиця 5.

Повторюваність різних типів заморозків в Херсоні

Рік	Адвективні		Адвективно-радіаційні		Радіаційні		Всього
	весна	осінь	весна	осінь	весна	осінь	
2005	-	4	5	7	9	2	27
2006	3	2	5	4	2	6	22
2007	5	4	7	7	8	5	36
2008	-	6	10	10	8	6	40
2009	-	2	7	2	5	5	21
2010	-	-	8	8	10	6	33
Всього	9	18	42	38	42	30	179
Разом	27 / 15 %		80 / 45 %		72 / 40 %		100 %

З розглянутих 179 випадків найбільшу повторюваність мали адвективно-радіаційні заморозки. Трохи більше цього типу заморозків доводиться на весняний період, причому більшість випадків прийшлася на 2008 рік, як і всіх заморозків зокрема. Цей тип заморозків, взагалі, є найпоширенішим, адже радіаційне вихолодження нижнього шару атмосфери та поверхні ґрунту в нічні години є майже завжди, незважаючи на швидкість перенесення та стан підстильної поверхні. Другими за повторюваністю були радіаційні заморозки, основним критерієм для відбору яких були маленькі швидкості вітру (до $3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$), незначна хмарність (до 3-4 балів), а також великий добовий хід температури. Для виникнення таких заморозків радіаційне вихолодження повинне відігравати основну роль, адже адвекція температури слабка через послаблений переніс повітря в приземному шарі. Навесні радіаційні заморозки спостерігалися частіше, ніж восени, в 1,4 рази, що є непрямим підтвердженням того, що антициклонічна циркуляція інтенсивніше розвинута саме весною. Повторюваність адвективних заморозків невелика порівняно з іншими типами (всього 15 %), причому вдвічі більше цих заморозків спостерігається восени, а навесні вони були відмічені лише в двох роках. Слід відмітити, що виділити чисто адвективні заморозки є доволі суб'єктивна задача, основними ознаками в цьому разі були підвищені швидкості вітру (від $4\text{-}5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$) та переніс зі східною складовою на передній периферії антициклону, де частіше за все здійснюється найбільш інтенсивна адвекція холоду. Непрямою ознакою адвективного заморозку також була значна хмарність, а також невеликий або аномальний добовий хід температури, тобто зниженню температури сприяла саме адвекція холоду, а не радіаційне вихолодження.

Наприкінці розглянемо радіаційний баланс приземного шару атмосфери в період виникнення адвективно-радіаційного заморозку на ґрунті 14 жовтня 2010 р. Погодні умови півдня України визначалися поширенням з заходу гребня антициклону, центр якого знаходився над Атлантикою з максимальним тиском 1029,0 гПа (рис. 3). Посилення гребня відбувалося в холодному повітрі за холодним фронтом, який проходив через акваторію Чорного моря на схід та був пов'язаний з глибоким циклоном з центром над північними районами ЄТР. Мінімальна температура повітря на ст. Херсон $+0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ була досягнута між 3 та 6 год СГЧ, мінімальна температура поверхні ґрунту $-3,5 \text{ }^\circ\text{C}$ була відмічена після 6 год СГЧ

14 жовтня 2010 р. Дана ситуація за розглянутою типізацією відноситься до типу «з», який є найбільш сприятливим для виникнення адвективно-радіаційних заморозків завдяки послабленій адвекції холоду.

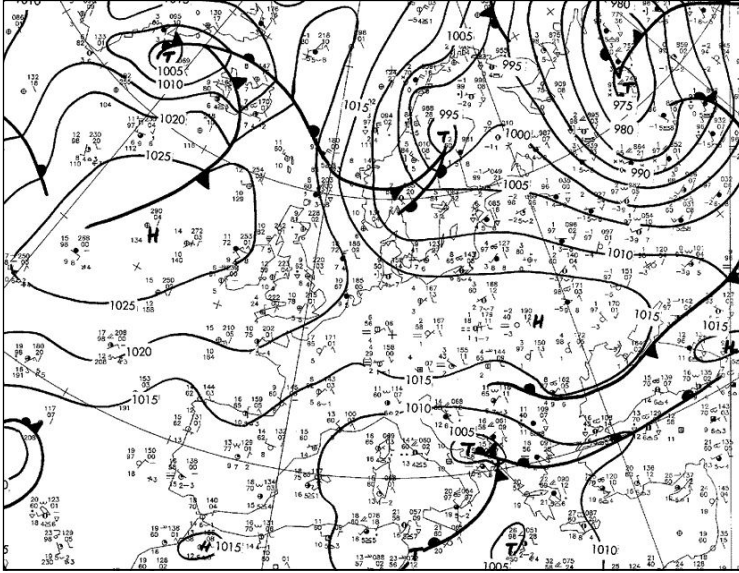
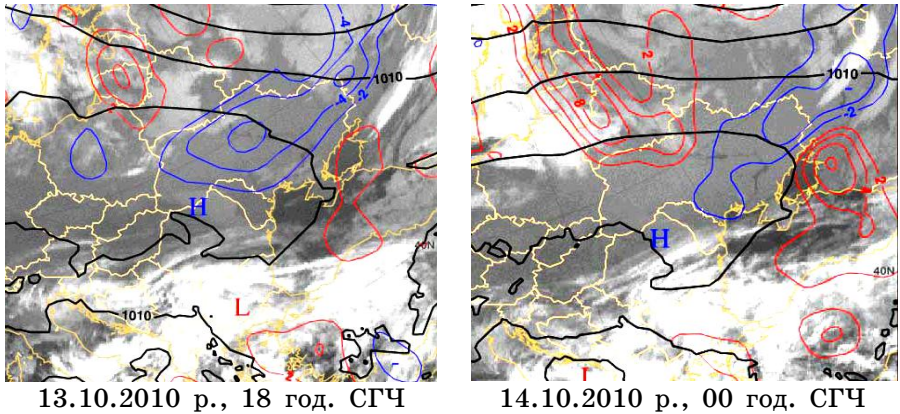


Рис. 3. Приземна карта за 14.10.2010 р. (00 год СГЧ)

На супутникових ІЧ-знімках можна бачити, що територія України перебувала в малоохмарному просторі, яке відповідало зоні адвекції холоду в нижній тропосфері. Атмосферний фронт розмився в полі хмарності на фоні посилення приземного баричного гребня (рис. 4). Адвекція холоду послаблювалася протягом ночі 13-14 жовтня, тобто на момент виникнення заморозку в ранкові години в Херсонській області адвективний фактор призвів до попереднього охолодження повітря у поверхні Землі.

Аналіз низхідних та висхідних довгохвильових потоків радіації поблизу земної поверхні (рис. 5), отриманих з даних ре-аналізу NOAA NCEP-NCAR та оброблених за допомогою серверу (<http://iridl.ldeo.columbia.edu>), показав, що в південній частині України висхідний (розхідний) потік від поверхні Землі в атмосферу майже на $100 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ перевищував низхідний (припливний) потік тепла від атмосфери, тобто в період доби 14 жовтня відбувалася втрата тепла підстильною поверхнею за рахунок ефективного

випромінювання, що призвело до охолодження поверхні ґрунту до від'ємних значень температури в умовах ясного неба та послабленої адвекції холоду в районі Херсона.



13.10.2010 р., 18 год. СГЧ

14.10.2010 р., 00 год. СГЧ

Рис. 4. ІЧ-знімок, поле адвекції температури (К/12 год) на рівні 700 гПа та поле приземного тиску

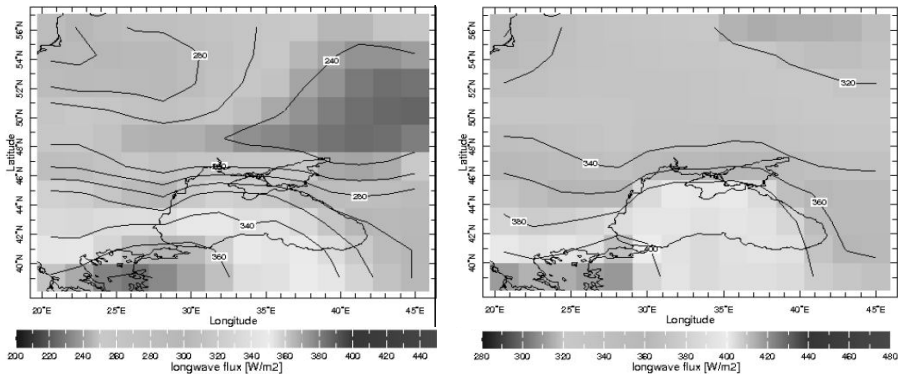


Рис. 5. Довгохвильові потоки тепла ($Вт \cdot м^{-2}$) за 14.10.2010 р.

Висновки. В сучасний період на фоні змін в регіональній циркуляції атмосфери відбуваються певні зміни в температурному режимі окремих регіонів. На прикладі агрометстанції Херсон показано, що протягом 2005-2010 рр. в південній частині України відбувалося збільшення тривалості теплого сезону року завдяки зсувненню дат настання весни на більш ранній термін, а осені — на більш пізній в середньому на тиждень. Безморозний період взагалі, збільшився в середньому на 24 дні. Заморозки спостерігалися

тільки в березні-квітні та жовтні-листопаді, а в травні та вересні зниження температури до від'ємних значень не було відмічено. Більшість заморозків виникало в антициклонічних полях, найбільшу повторюваність мали адвективно-радіаційні заморозки.

Література

1. Клімат Одесси / Под ред. Л. К. Смекаловой, Ц. А. Швер. — Л.: Гидрометеоиздат, 1986. — 174 с.
2. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Олексієнко І. М., Затула В. І. Пізні весняні та ранні осінні заморозки в Україні в умовах сучасних змін клімату // Зб. наук. праць Військового інституту КНУ. — Вип. 27. — С. 353-358.

УДК 551.509.324.3

Г. В. Хоменко

ФРОНТОГЕНЕЗ І ФРОНТОЛІЗ В СЕРЕДНІЙ І ВЕРХНІЙ ТРОПОСФЕРІ

1. Передмова

В теперішній час існує багато кількісних характеристик, які дозволяють виконувати об'єктивний аналіз атмосферних фронтів, тобто аналіз, який не залежить від досвіду синоптика. До таких характеристик належать фронтальні параметри (Ψ і P), що описують барокліність в нижній половині тропосфери і циклонічність поля тиску біля поверхні землі; температурний фронтальний параметр (FTP), який є характеристикою барокліності на будь-якому рівні атмосфери; індекс вологості (HIX) — характеристика ступеня прогностичності нижньої половини тропосфери водяною паром; фронтогенетична функція, яка описує зміни барокліності атмосфери з часом.

В середній і верхній тропосфері процеси фронтогенезу і фронтолізу досліджуються з використанням такого кількісного критерію, як потенціальний вихор Ертеля (PV), значення якого суттєво відрізняються в тропосферних і стратосферних шарах атмосфери.

$$PV = -g(\Omega_p + l) \frac{\partial \theta}{\partial p}, \quad (1)$$

де g — прискорення сили тяжіння; $\Omega_p = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ — відносний вихор швидкості вітру; $l = 2\omega \sin \varphi$ — параметр Коріоліса (ω — кут-

ва швидкість обертання Землі); θ — потенціальна температура; p — тиск; u , v — зональна та меридіональна складові швидкості вітру.

В припущенні адиабатичності атмосферних процесів потенціальний вихор є інваріантом системи повних рівнянь гідротермодинаміки (ГТД). На цій підставі за межами граничного шару, тобто у вільній атмосфері, цю величину можна вважати консервативною характеристикою індивідуальної частинки. У вільній тропосфері поле потенціального вихору є порівняно однорідним ($PV < 1pvi$), де $pvi = 10^{-6} \text{ км}^2 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-1}$ — прийнята одиниця виміру потенціального вихору [4]) для стратосфери характерні значення PV на порядок більші, ніж для тропосфери. В перехідному шарі — тропопаузі PV змінюється від 1 до 5 pvi [1; 2; 4], але межові значення PV , які відповідають динамічній тропопаузі у різних авторів неоднакові (внаслідок залежності від просторового розділення даних, що використовуються для розрахунків).

За результатами робіт які виконано на великому об'ємі даних для різних районів земної кулі [5; 6], значення PV в інтервалі 1-3 pvi вважаються характерними для субстратосферного повітря перехідного шару, а значення PV в інтервалі 3-4 pvi в найбільшій мірі відповідають тропопаузі, що використовується за профілем температури згідно з критерієм ВМО [7] і називається термічною. Нагадаємо, що тропопауза, яка визначається як рівень різкого зростання потенціального вихору при переході від тропосфери до стратосфери, називається динамічною тропопаузою. Поза зонами інтенсивних вертикальних рухів динамічна тропопауза близька до термічної [5]. Отже, із сказаного випливає, що повітря, в якому потенціальний вихор PV не перевищує 1 pvi , слід вважати тропосферним, а повітря, де $PV > 4$ слід відносити до стратосферного. Процеси фронтогенезу і фронтолізу, що відбуваються в тропосфері, зумовлюють розвиток поперечних до фронтальних зон вертикальних циркуляцій, які часто охоплюють не тільки тропосферу, а і нижню стратосферу [1]. Внаслідок консервативності потенціального вихору (у вільній атмосфері ця умова виконується для інтервалів часу до декількох діб) динамічна тропопауза при опусканні стратосферного повітря не руйнується, а утворює складку або глибоку воронку на холодній стороні ВФЗ; висхідні рухи на теплій стороні ВФЗ створюють «куполи» високої тропопаузи. Таким чином, потенціальний вихор є індикатором поперечних вертикальних циркуляцій в

інтенсивних бароклічних зонах, а отже і процесів хмарно — і опадоутворення. Автори [4] відзначають, що вертикальні циркуляції в області ВФЗ відіграють істотну роль в процесах генерації опадів в атмосфері і тому гідродинамічні моделі в яких верхня межа розташовувалася на тропопаузі, не забезпечували успішного прогнозу опадів. В таких моделях не урахувувалася динаміка потужного шару, який охоплює тропопаузу і нижню стратосферу.

2. Методика розрахунку потенціального вихору

Як видно із формули (1), для обчислення потенціального вихору PV треба мати поля складових швидкості вітру u і v на ізобаричних поверхнях і вертикальні профілі потенціальної температури.

В даному дослідженні зроблені пробні оцінки потенціального вихору в області інтенсивної висотної фронтальної зони, яка в період 14-18 жовтня 2009 р. проходила над північними районами Середземноморського басейну, акваторією Чорного моря і територією України (рис. 1).

Для розрахунків використані поля геопотенціалу на ізобаричних поверхнях 500, 400, 300 гПа і дані радіозондування для Одеси за 14-18.10.09 р. в строк 00^h. В якості прикладу на рисунку 1 наведені ділянки ВФЗ на ізобаричній поверхні 500 гПа на початок та на кінець розглянутого періоду.

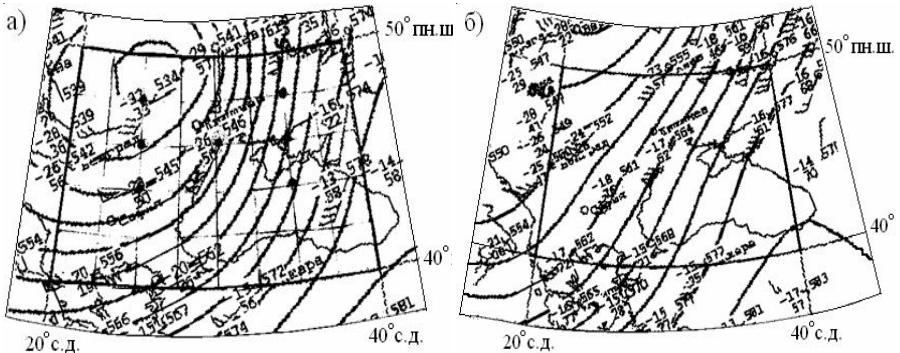


Рис. 1. Карти баричної топографії АТ-500 за 00^h 15.10.09 р. (а) та 18.10.09 р. (б)

Оскільки розрахунки виконувалися за даними карт баричної топографії, в формулі (1) фактичний відносний вихор замінено географічним вихором, тобто

$$\Omega_p = \Omega_{pg} = \frac{g}{l} \nabla^2 H = \frac{g}{l} \left(\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

Розрахункова область розташована між меридіональними 20° і 40° сх.д. і 40° і 50° пн. ш. вона окреслена жирними лініями (рис. 1а). Для розрахунку похідних за горизонтальними координатами x та y використано метод скінченних різниць, відповідно до якого побудована географічна сітка з кроками 2° по меридіану і $2,5^\circ$ по широті. Розташування розрахункових вузлів вказано на рис. 1а.

В скінченнорізницевому вигляді за чотирьох точковим шаблоном складові вихору швидкості (відповідно до формули (2)) запишуться у вигляді:

$$\left(\frac{g}{l} \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} \right)_0 \approx \frac{0,873}{\cos^2 \varphi_0 \sin \varphi_0} (H_1 + H_3 - 2H_0) \cdot 10^{-5} c^{-1}, \quad (3)$$

$$\left(\frac{g}{l} \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} \right)_0 \approx \frac{1,364}{\sin \varphi_0} (H_2 + H_4 - 2H_0) \cdot 10^{-5} c^{-1}, \quad (4)$$

де H_0 — значення висоти ізобаричної поверхні в розрахунковому вузлі, а H_1, H_2, H_3, H_4 — у вузлах, які знаходяться на відстані кроку сітки від вузла, для якого розраховуються похідні, по осях x та y ; φ_0 — широта розрахункового вузла. В формулах (3), (4) враховані зміни кроку δx з широтою; значення коефіцієнту 0,873 отримано з урахуванням усіх постійних величин та їх розмірностей у формулі (2).

Для розрахунку вертикального градієнта температури використані дані про потенціальну температуру на рівнях, найближчих до розрахункової ізобаричної поверхні, тобто скінченнорізницевий вираз для похідної $\frac{\partial \theta}{\partial p}$ має вигляд

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial p} \right)_0 \approx \frac{\theta(p - \theta_{p_1}) - \theta(p + \theta_{p_2})}{\delta p_1 + \delta p_2} K \cdot 2Pa^{-2}$$

де P — тиск на ізобаричній поверхні, для якої розраховується похідна; $(p - \theta_{p_1}), (p + \theta_{p_2})$ — тиск на рівнях, що розташовані вище і нижче поверхні $P = const$.

Робоча формула для розрахунку абсолютного вихору має вигляд

$$\begin{aligned} (\Omega_p + l) = \frac{1}{\sin \varphi_0} \left(\frac{0,873}{\cos^2 \varphi_0} (H_1 + H_3 - 2H_0) + 1,364 (H_2 + H_4 - 2H_0) \right) 10^{-5} c^{-1} + \\ + 14,58 (\sin \varphi_0) 10^{-5} c^{-1} \end{aligned} \quad (5)$$

Підставляючи в формулу (1) величини $(\Omega_p + l)$ в одиницях $10^{-5}c^{-1}$ і вертикальний градієнт $\frac{\partial \theta}{\partial p}$ в К/гПа, одержимо потенціальний вихор в одиницях $p\nu u = 10^{-6} K \cdot m^2 kg^{-1} c^{-1}$.

Результати розрахунків представлені в табл. 1, 2.

Таблиця 1.

Значення потенціального вихору $p\nu u = 10^{-6} km^2 kg^{-1} c^{-1}$ на теплій стороні ВФЗ в період 14-18.10.2009 р.

Координати вузлів		14.10.09			15.10.09			16.10.09			17.10.09			18.10.09		
φ° пн.ш.	λ° сх.д.	Ізобаричні поверхні														
		500	400	300	500	400	500	400	300	500	400	300	500	400	300	500
48	35	0,30	0,07	0,53	1,86	1,09	0,56	0,25	0,16	0,42	0,24	0,41	0,26	0,24	0,68	
46	35	0,24	0,67	0,45	1,60	1,27	0,53	0,16	0,46	0,08	0,09	0,09	1,06	0,11	0,13	
44	35	0,22	0,63	0,55	1,91	2,07	0,12	0,22	1,05	0,27	0,30	0,33	0,18	0,50	0,44	

Таблиця 2.

Значення потенціального вихору $p\nu u = 10^{-6} km^2 kg^{-1} c^{-1}$ на холодній стороні ВФЗ в період 14-18.10.2009 р.

Координати вузлів		14.10.09			15.10.09			16.10.09			17.10.09			18.10.09		
φ° пн.ш.	λ° сх.д.	Ізобаричні поверхні														
		500	400	300	500	400	500	400	300	500	400	300	500	400	300	500
48	25	0,57	1,86	4,19	2,34	4,21	1,58	0,35	1,88	0,55	1,01	1,22	1,21	0,76	0,48	
46	25	0,76	1,83	3,58	2,78	3,22	1,36	0,65	1,14	0,52	0,71	0,92	1,74	1,34	0,41	
44	25	0,83	1,55	1,83	2,57	3,78	0,89	0,22	0,98	0,80	0,91	0,74	2,01	0,97	0,62	

Як видно із табл. 1, на протязі розглянутого періоду на теплій стороні ВФЗ в середній і верхній тропосфері переважали значення потенціального вихору менші за 1 $p\nu u$, тобто значення, які характерні для тропосферного повітря. На холодній стороні ВФЗ на початок періоду (14-15.10.2009 р.) потенціальний вихор на ізобаричних поверхнях 300 і 400 гПа досягає значень 3-4 $p\nu u$, які притаманні перехідному шару — тропопаузі. Таким чином розрахунки показують, що на теплій стороні ВФЗ тропосферне повітря простежується до поверхні $P=300$ гПа, тобто тропопауза знаходиться вище цієї поверхні; на холодній стороні тропопауза опустилася до рівня з тиском 400 гПа. (табл. 2, 15.10.2009 р.) розташування тропопау-

зи в області ВФЗ свідчить про те, що на теплій стороні ВФЗ існує вихідна гілка вертикальної циркуляції, а на теплій — низхідна, яка спричинила опускання тропопаузи на більш низькі рівні.

Вертикальні циркуляції, в яких тепле повітря піднімається, а холодне опускається, називаються термічно прямими. Такі циркуляції виявляються в області входу ВФЗ, де збіжність ліній течії викликає фронтогенетичні ефекти. Обернена вертикальна циркуляція, в якій холодне повітря підіймається, а тепле опускається, характерна для дельти ВФЗ де поле вітру сприяє процесам фронтолізу [1].

В нашому випадку на початок періоду на ділянці ВФЗ, що досліджується, збіжність ізогіпс спричиняла горизонтальний фронтогенез, який супроводжувався прямою вертикальною циркуляцією. Ця циркуляція виникла як компенсаційна по відношенню до горизонтального фронтогенезу.

З часом інтенсивність ВФЗ зменшувалася (рис. 1-б) що сприяло ослабленню вертикальної циркуляції. На це вказують значення потенціального вихору в період 16-18.10.09 р. (табл. 2).

Отже отримані результати узгоджуються з фізикою процесів, які відбуваються в середній і верхній тропосфері і пов'язані з різкими змінами інтенсивності висотних фронтальних зон. Результати також показують, що орієнтирну оцінку цих процесів за допомогою потенціального вихору можна робити з використанням карт баричної топографії. Але для більш детального аналізу в якості вихідної інформації треба використовувати результати об'єктивного аналізу полів вітру і дані радіозондування усіх станцій на території дослідження.

Література

1. Шакина Н. П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. — Л: Гидрометеиздат, 1985. — 236 с.
2. Шакина Н. П., Кузнецова И. Н. Повышение суммарной бета-активности в приземном слое воздуха в результате стратосферных вторжений // Доклады академии наук. Геофизика. — 1997. — № 3. — Т. 356. — С. 390-392.
3. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р. Расчет динамических факторов генерации осадков по данным объективного анализа // Метеорология и гидрология. — 2001. — № 5. — С. 22-34.
4. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р., Горлач И. А. Оценка механизмов генерации вертикальных движений в гло-

- бальных моделях и их начальных полях в связи с численным прогнозом осадков // Метеорология и гидрология. — 2009. — № 7. — С. 14-32.
5. Шакина Н. П., Борисова В. В. Опыт использования потенциального вихря для расчета высоты тропопаузы // Метеорология и гидрология. — 1992. — № 9. — С. 57-65.
 6. Hoinka K. P. Statistics of the global tropopause pressure // Mon. Wea. Rev. — 1998. — Vol. 126. — P. 3303-3325.
 7. Definition of the tropopause // WMO Bull. — 1957. — Vol. 6. — P. 136.

Резюме

В данной работе выполнено исследование участка интенсивной высотной фронтальной зоны (ВФЗ), которая в период 14-18.10.09 г. проходила над территорией Украины и акваторией Черного моря. На основании карт барической топографии и данных радиозондирования для ст. Одесса рассчитан потенциальный вихрь для теплой и холодной сторон ВФЗ. Выявлена термически прямая вертикальная циркуляция, которая возникает как компенсационная по отношению к горизонтальному фронтогенезу и способствует уменьшению активности ВФЗ.

М. М. Зинченко

О ПРИМЕНЕНИИ УРАВНЕНИЯ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАКОВ

Известно, что уровень, принимаемый условно за нижнюю границу облаков будет различным при измерении его разными методами. При наблюдениях с помощью шаров-пилотов нижняя граница облаков определяется по моменту, когда шар «туманится». В светолокационных установках типа ИВО-1М нижняя граница облаков определяется по времени, за которое свет проходит путь от точки измерения до плотной части облака. Результаты измерений этими методами близки, но полного совпадения не наблюдается [2].

Вследствие того, что точность измерения высоты нижней границы облачности является до некоторой степени относительной, в качестве эталона высот обычно берут данные шаропилотных наблюдений [1]. Эти данные будем считать действительными.

В 49 рейсе, на НИСП «ПАССАТ» в июле месяце, в Северной Атлантике, автором была определена зависимость между данными измерений нижней границы облаков по ИВО и методом шара-пилота с применением уравнения линейной регрессии [3].

Анализ проведен на материале 40 пар совместных измерений. Высота нижней границы облаков по ИВО — является функцией (Y). Высота нижней границы облака, измеренная методом шара-пилота (действительная) — является аргументом (X).

Данные измерений по каждой паре (X , Y) под одним порядковым номером помещены в сводной таблице (табл. 1).

С помощью ЭВМ «Минск-32» получены следующие статистические характеристики:

- средние арифметические значения:
 $X_{\text{ср}} = 482,42 \text{ м}; \quad Y_{\text{ср}} = 448,25 \text{ м};$
- коэффициент корреляции: $r = 0,9;$
- средние квадратические отклонения:
 $\delta X = 274,48 \text{ м}; \quad \delta Y = 268,42 \text{ м};$
- средняя ошибка коэффициента корреляции: $\delta r = \pm 0,03;$
- вероятная ошибка коэффициента корреляции: $Er = \pm 0,02;$
- вероятное значение коэффициента корреляции:
 $r \pm Er = (0,92 \dots 0,88);$
- предельная величина коэффициента корреляции:
 $r \pm 4Er = (0,98 \dots 0,82) \text{ или } r \pm 3\delta r = (0,96 \dots 0,84).$

Видно, что данные измерений высоты нижней границы облаков с помощью ИВО и методом шаров-пилотов имеют высокий коэффициент корреляции (0,9), а его ошибки незначительны.

Рассчитываем уравнение линейной регрессии по формуле:

$$X - X_{\text{ср}} = R(Y - Y_{\text{ср}}) , \quad (1)$$

где R — коэффициент уравнения регрессии:

$$R = r \frac{\delta X}{\Delta Y} = 0,92 \quad (2)$$

Подставляя значения $X_{\text{ср}}$, $Y_{\text{ср}}$ и R в уравнение линейной регрессии, получим искомую зависимость в виде:

$$X = 0,92Y + 70,03 , \quad (3)$$

где X — действительное значение высоты нижней границы облака; Y — высота нижней границы облака, измеренная с помощью ИВО-1М.

Таблица 1.

Данные измерений высоты нижней границы облаков

№ п/п	Дата	Время (ГМТ)	Балл облачности		Виды и разновидности облаков	Ннг обл., м		Δ Ннг
			общ.	ниж.		ИВО	шар-п	
1	04.07.86	10.30	10	10	Ns, Frnb	620	700	-80
2		16.20	10	10	St. und. neb.	160	292	-132
3		16.20	10	10	St. und. neb.	200	274	-74
4	05.07.86	10.30	10	10	St. und., fr., Sc.op.	560	500	60
5		16.10	10	8	St.neb., As. op.	540	530	10
6	06.07.86	16.10	10	8	Sc. op.trans., St. und.	980	1100	-120
7	07.07.86	10.33	10	10	St.und.	540	560	-20
8		16.10	10	10	Ns. Frnb	710	780	-70
9	10.07.86	10.38	10	10	Sc. trans.	850	825	25
10	11.07.86	16.10	10	10	St.neb.	90	152	-62
11	12.07.86	16.10	10	10	Sc.trans., St. neb.	720	370	350
12	13.07.86	10.30	10	10	St. neb.	440	550	-110
13	14.07.86	10.30	10	10	Sc.trans., St.und.	720	750	-30
14		16.10	10	10	St. und.	130	120	10
15	15.07.86	10.30	10	10	St. und.	360	384	-24
16		15.50	10	10	St.trans., Cb.calv.	820	815	5
17	16.07.86	10.35	10	7	Cu.fr., Cb.calv., Ac. cug.	600	1000	-400
18	18.07.86	16.45	10	10	St. und.	380	446	-66
19	19.07.86	10.30	10	10	St. neb.	160	352	-192
20		16.00	10	10	St. und.	400	320	80
21	20.07.86	10.30	10	10	St. und.	280	312	-32
22		15.50	10	10	St. und.	380	416	-36
23		15.50	10	10	St. und.	320	390	-70
24	21.07.86	10.30	10	10	St. und.	330	350	-20
25		16.05	9	7	Sc.trans., Ci. fib.	420	457	-37
26	22.07.86	10.30	10	10	Sc. op., St. und.	950	910	40
27		16.05	10	10	St. neb.	100	133	-33
28		16.05	10	10	St. neb.	90	118	-28
29	23.07.86	10.38	10	10	St. neb.	160	151	9
30		16.20	10	10	St. und.	220	299	-79
31		16.20	10	10	St. und.	220	270	-50
32	24.07.86	16.10	10	10	St. neb.	120	123	-3
33	25.07.86	10.30	10	10	St. neb.	380	380	0
34		16.00	9	6	Sc.op., Cb.calv., Ac.tr., op.	800	556	-244
35	26.07.86	10.30	9	9	Sc.op., trans.	760	703	57
36		15.50	10	10	Sc. op.	680	770	-90
37	27.07.86	10.30	10	7	St.und., fr., Ac.op., trans.	470	578	-108
38		15.53	10	10	St. neb., und.	220	213	7
39	28.07.86	10.30	10	10	Sc.op.	880	969	-89
40		15.55	10	10	Frnb., Ns	200	260	-60

Выводы

Данные измерений высоты нижней границы облаков с помощью ИВО-1М имеют очень высокую корреляцию с данными измерений высоты нижней границы облаков методом шара-пилота в условиях морских судовых наблюдений.

По уравнениям линейной регрессии можно определять действительное значение высоты нижней границы облаков.

Полученное уравнение регрессии позволяет построить теоретическую линию регрессии по заданным двум значениям высот (рис. 1).

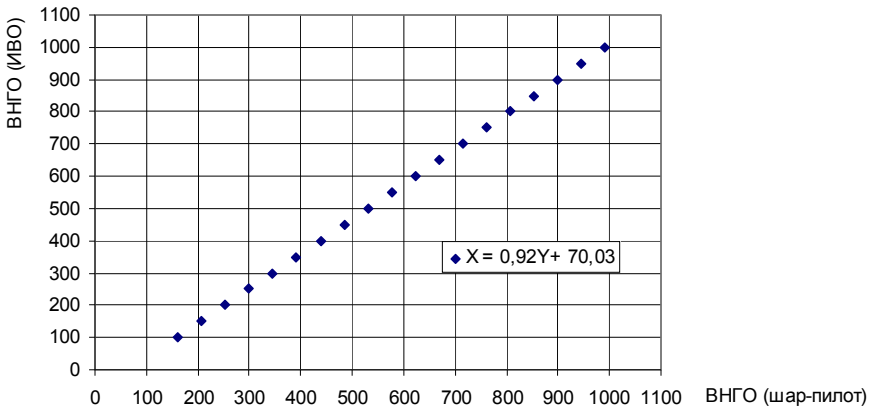


Рис. 1. Теоретическая линия линейной регрессии между ВНГО, измеренной ИВО и шарами-пилотами

Для получения более достоверного уравнения регрессии необходимо:

- увеличить число совместных измерений (до 100);
- измерения проводить при однородной облачности со степенью покрытия неба до 10 баллов.

Литература

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. — Ч. 11.
2. Стернзат М. С. Метеорологические приборы и измерения. — Л.: Гидрометеиздат, 1978.
3. Уланова Е. С. Применение математической статистики в агрометеорологии для нахождения уравнений связи. — Л.: Гидрометеиздат, 1964.
4. Фатеев Н. П. Проверка метеорологических приборов. — Л.: Гидрометеиздат, 1975.

СТАТИСТИКА СУТОЧНЫХ РЕКОРДОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ОДЕССЕ НА 1 ЯНВАРЯ 2011 ГОДА

NCDC (Национальный Климатический Центр) США рассчитывает среднюю температуру поверхности Земли по данным 7200 наземных метеорологических станций, морских станций и буев, а также попутных судовых наблюдений. Ряд ведется с 1880 года. За это время выделены два периода потепления: 1910-1945 и после 1976 года [1]. Между этими периодами в Европе отмечалось некоторое похолодание.

Кажется естественным предположить, что большая часть зарегистрированных на настоящее время абсолютных суточных минимумов температуры («холодных» рекордов) сформировалась в относительно холодные периоды, а большая часть абсолютных суточных максимумов («теплых» рекордов) — в относительно теплые. Необходимые данные для проверки существования такой зависимости, например, в Одессе есть на сайте [2]. Он содержит данные не только о максимальных и минимальных температурах, но и об экстремальных суммах осадков, зафиксированных за 117 лет, с 1894 по 2010 г.

Месячные и годовые рекорды температуры и осадков по наблюдения до 2008 г. включительно подробно рассмотрены в [3]. Однако два прошедших после этого года внесли несколько существенных изменений. Так к двум выделенным Ю. И. Шамраевым очень теплым 2007 и 2008 годам следует добавить 2009-й, а 2010 не дотянул до предложенной им границы очень теплых лет всего 0,05 °С. На 0,3 °С в 2010 г. превзойдены рекорды августа и ноября, которые до этого относились к 1929 и 1923 гг. Обновились в 2009 г. два рекорда месячных сумм осадков: если в апреле при полном отсутствии осадков обновилась только дата, то в декабре сумма составила 123 мм вместо прежних 112 мм в 1966 г.

Источник данных [2] содержит по два значения абсолютных экстремумов температуры на каждые сутки года и указывает годы, в который они были отмечены. Фиксация нового рекорда на сайте происходит уже на следующие после его регистрации сутки путем замены старого экстремального значения новым и заменой прежнего года на текущий. При таком механизме обновления информации, в 365 пар экстремальных значений зафиксированных на 01.01.2011 г. автоматически включены все самые свежие рекорды

2010 года. Хотя 2010 г. не високосный, данные, накопленные за 28 високосных лет с 1894 года, позволяют добавить к списку рекордов 366-ю пару экстремальных значений за 29 февраля.

Данные о рекордах, отдельно для «холодных» и отдельно для «теплых», сортировались по возрастанию дат их фиксации и суммировались по десятилетиям, начиная с последнего в XIX и заканчивая первым в XXI веке (рис. 1). Хорошо заметны два факта: во-первых, быстрое нарастание в последние десятилетия повторяемости экстремально высоких температур на фоне резкого снижения повторяемости экстремально низких и, во-вторых, — значительная концентрация не побитых до сих пор «холодных» рекордов в конце XIX - начале XX веков. Из 366 «холодных» рекордов, зафиксированных на 31 декабря 1920 года, 151 рекорд оказался не превзойденным и на 31 декабря 2010. «Теплых» рекордов, не побитых за те же 90 лет, осталось только 65.



Рис. 1. Распределение по десятилетиям повторяемостей экстремально высоких и экстремально низких значений температуры в каждые календарные сутки года, зафиксированных в Одессе на 1 января 2011 г.

Экстремально высокие температуры распределены во времени более равномерно, чем экстремально низкие. Так, половина экстремально высоких температур зафиксирована в последние 50 лет, с 1961 по 2010 гг., а первая половина — в предшествующие 67 лет, с 1894 по 1960 гг.

Аналогичное разделение пополам экстремально низких температур показало, что первая половина их них зафиксирована в течение всего 36 лет, с 1894 по 1929 г., а другая половина — за гораздо более длительный срок, 82 года, с 1929 по 2010.

Чрезвычайно жаркий август 2010 г. оставил впечатление обо всем годе как о необычно теплом даже для теплого истекшего десятилетия. И действительно, если к 8-ми августовским рекордам добавить 5 ноябрьских и по одному январьскому и декабрьскому, то в 2010 году их было 15 — больше, чем в любой другой, включая прежний рекордный в этом отношении 2007 год (рис. 2).

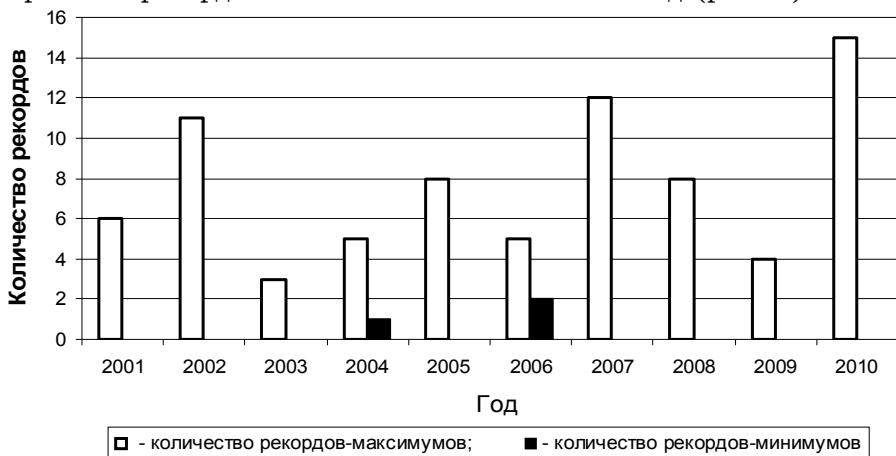


Рис. 2. Распределение по годам повторяемостей экстремально высоких суточных значений температуры зафиксированных в 2001-2010 гг.

Хотя по количеству экстремально высоких дневных температур последнее десятилетие намного обошло все другие, экстремально низких суточных температур в последнем десятилетии было зафиксировано всего три. Поэтому по сумме «холодных» и «теплых» рекордов (80) последнее десятилетие 2001-2010 гг. уступило 1911-1920 и 1921-1930 гг. Из рекордов, зафиксированных в те десятилетия, 92 и 97, соответственно, действительны по настоящее время.

Впечатляющее нарастание «теплых» рекордов в последние и, особенно, в последнее десятилетие (рис. 1) ставит вопрос: а какого количества рекордов можно ожидать в только что начавшемся десятилетии 2011-2020 гг.?

Широко распространенные неутешительные предсказания дальнейшего глобального потепления вследствие увеличения в атмосфере концентрации парниковых газов хорошо известны. Гораздо меньше известна точка зрения о том, что глобальное потепление последних десятилетий, которое несомненно имеет место, лишь в малой степени обязано хозяйственной деятельности человека и определяется другими, внешними по отношению к Земле факторами.

В качестве обоснования такой точки зрения приведем аргументы сотрудников сектора космических исследований Главной астрономической обсерватории РАН (Пулково) [4]:

- XX век отличался необычайно высоким и длительным на протяжении практически всего века повышением интегрального потока солнечного излучения, который достиг максимума в 1998-2005 гг.;
- по данным НАСА в 1999-2005 гг. происходило таяние льдов на южном полюсе Марса, что свидетельствует о параллельном с земным глобальном потеплении марсианского климата, понятно без участия «парникового эффекта»;
- состав пузырьков воздуха и космогенные изотопы из керна льда глубоких скважин Антарктиды и Гренландии показывают [5], что значительные колебания концентрации углекислого газа в атмосфере происходили всегда и что последнее повышение его концентрации началось 500 лет назад, то есть в доиндустриальную эпоху;
- около 1000 лет назад температурный максимум превышал современный, и именно тогда Гренландия получила свое название «Зеленая земля»;
- в последнее десятилетие наметилась стабилизация глобальной температуры и это на фоне повышения концентрации углекислого газа еще на 4 % [4; 5].

На основании приведенных фактов делается следующий прогноз:

- похолодание начнется уже в 2012-2015 гг.;
- интенсивность солнечной светимости достигнет минимума ориентировочно в 2041 году;

- из-за термической инерции Мирового океана глубокое похолодание на планете наступит позже, в 2055-2060 гг. и продлится 45-65 лет;
- следующее потепление начнется уже в XXII веке.

В 17-18 веках Земля уже переживала аналогичный период похолодания, получивший название малого ледникового периода, середина которого пришлась на так называемый «маундеровский минимум» солнечной активности 1645-1715 гг., когда на Солнце было порядка 50 пятен, вместо обычных 40-50 тысяч.

Справедливости ради отметим, что точку зрения сторонников надвигающегося похолодания разделяют далеко не все даже в Пулковской обсерватории. У ее противников два главных аргумента: во-первых, уменьшение интегрального потока от максимума до минимума невелико (по разным источникам от 0,1 до 1 %); во-вторых, подход, учитывающий только астрономические факторы и не учитывающий климатическую систему Земли, слишком упрощенный.

Мы, придерживаясь точки зрения о естественных, а не антропогенных причинах изменения климата, полагаем, что само по себе небольшое уменьшение потока энергии от Солнца на доли процента может сыграть роль спускового крючка, который и запустит в климатической системе процессы, ведущие к охлаждению поверхности Земли. Например, начавшееся охлаждение вызовет по началу небольшое увеличение площади и продолжительности существования снеговых полярных шапок. Снеговые шапки увеличат альбедо Земли, как планеты, и уменьшат количество поглощаемой энергии. Охлаждение поверхности приведет также к уменьшению в нижних слоях атмосферы содержания главного парникового газа — водяного пара, что увеличит эффективное излучение Земли в космос и вызовет дальнейшее охлаждение.

Вывод. Разделяя точку зрения о том, что восходящая ветвь глобальной температуры заканчивается, и отвечая на поставленный выше вопрос о количестве рекордов в ближайшем будущем, осмелюсь предположить, что в наступившем десятилетии количество «теплых» суточных рекордов температуры воздуха в Одессе уменьшится вдвое, т.е. с 77 до 35-40, а количество «холодных» рекордов вдвое, т.е. с 3 до 5-10, возрастет.

Литература

1. Глобальное потепление одержало еще одну победу // ФОБОС, 21 января 2010 г. // <http://news.gismeteo.ru/news.n2?item=63399767032>

2. <http://pogoda.ru.net/monitor.php?id=33837>.
3. Шамраев Ю. И. Краткий анализ особенностей режимов температуры воздуха и осадков в Одессе // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2009. — № 2(10). — С. 61-65.
4. Глобальное похолодание выморозит Землю через 50 лет // http://pics.utro.ru/utro_photos/2006/08/29/702big.jpg.
5. 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. — № 3. — Т. 50. — С. 412-422.

*Н. В. Розмаріцина,
В. Г. Ільїна*

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ЛІСНИХ РЕСУРСІВ ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Під екологічною функцією лісів, як еколого-економічної системи, розуміють рекреаційну (оздоровчу) цінність лісових масивів, захист фунтів від ерозії, підвищення урожайності сільськогосподарських культур, регулювання водостоку, продукування кисню та ін. Лісові біогеоценози впливають на оточуюче середовище як біологічна система, виділяючи в зовнішнє середовище речовину та енергію в процесі фотосинтезу, дихання, транспірації та ін.

Реформування лісового господарства унеможлиблюється без створення ринку лісових ресурсів. Тому виникає необхідність пошуку нових науково обґрунтованих методів оцінки земель лісового фонду, лісових насаджень, продуктів життєвого і побічного користування, соціальних та захисних функцій лісу. До лісів рекреаційного призначення відносяться зелені зони, міські ліси, курортні та інші, які використовуються для масового відпочинку і оздоровлення населення.

Чернігівська область відноситься до одної з основних територій, яка є джерелом лісового фонду України. Споживча цінність рекреаційного лісу, як і іншого товару, визначається кількістю суспільно необхідної праці на його утримання та поліпшення. Тому закономірно вимірювати рекреаційні функції лісу через співставлення величини приросту продукції в промисловості (соціальний ефект)

за рахунок підвищення продуктивності праці, з витратами, пов'язаними з впорядкуванням лісів рекреаційного призначення.

В загальному вигляді економічна оцінка рекреаційного лісокористування (R_p), яке щорічно приносить народногосподарський ефект з урахуванням періоду ротації лісових насаджень, визначається формулою:

$$R_p = \frac{r \cdot q \cdot [(1 + E_{np})^t - 1]}{E \cdot (1 + E_{np})^T}, \quad (1)$$

де r — рента від рекреаційного лісокористування, грн.; q — коефіцієнт ефективності рекреаційного лісокористування; t — середньозважений вік насаджень, років; T — вік лісового насадження у віці природної стиглості, років; E_{np} — норматив дисконтування (0,03).

Рента від рекреаційного лісокористування визначається різницею між цінністю лісу як рекреаційного ресурсу, яка встановлюється величиною допустимих витрат на приріст ефекту (замикаючих оцінок) і індивідуальних зведених витрат на відновлення і вирощування лісових насаджень.

Рента розраховується за формулою:

$$r = Z_p \cdot K_p - Z, \quad (2)$$

де Z_p — замикаючі витрати на вирощування 1 га рекреаційного лісу, грн.; K_p — коефіцієнт якості лісових насаджень ($K_p = 0,95$); Z — індивідуальні зведені витрати на відновлення, вирощування лісових насаджень рекреаційного призначення, грн.

Коефіцієнт якості лісових насаджень характеризує рівень їх придатності для рекреації. Він визначається на підставі співвідношення існуючих показників ландшафту, до нормативних параметрів, що відображають потребу в необхідних елементах рекреації (впорядкування території, формування ландшафтів тощо).

В практиці лісового господарства враховуються не тільки прямі витрати на відновлення та охорону 1 м³ деревини, але й відмінність у природних умовах лісоексплуатації, тобто диференційна рента. Плата P_K складається із собівартості лісовирощування V , накопичення по лісовому господарству $V \cdot 0,1P$ і диференціальної ренти R :

$$P_K = V + V \cdot 0,1P + R \quad (3)$$

Лісові такси виконують функцію відпускнуї ціни лісу на корені і можуть (у залежності від народногосподарської мети) бути

нижчими або вищими повної кореневої вартості такси, диференційованої за поясами і групами лісів, розрядами, породами, асортиментом і технічними якостями деревини. Середня величина лісових такс (повна такса 1 м³) T_{cp} визначається за формулою:

$$T_{cp} = \frac{D}{M} + (S^{\max} - S), \quad (4)$$

де D — сума затрат на лісове господарство (лісовідновлення); M — об'єм деревини, лімітований розрахунковою лісосікою; S^{\max} — максимальна сума транспортних витрат; S — сума транспортних витрат для вивозу деревини з даної ділянки.

Лімітом плати за ресурси деревини є матеріали відводу лісосічного фонду, виділеного в межах розрахункової лісосіки, а інших ресурсів лісу (живиця, деревні соки тощо) — господарсько можливі обсяги, які встановлені на основі науково обґрунтованих нормативів.

Всю складність впливу забруднюючих речовин на земельні ресурси зведено до чотирьох груп небезпечності, основою для яких є показники гранично допустимих рівнів (ГДР) та орієнтовно допустимих концентрацій (ОДК) хімічних речовин у ґрунті, мг/кг.

Отже, розмір відшкодування збитків ($P_{в.з.}$) визначається за формулою:

$$P_{в.з.} = A \cdot \Gamma_D \cdot K_3 \cdot K_H \cdot III_{сгз}, \quad (5)$$

де A — питомі витрати на ліквідацію наслідків забруднення земельної ділянки, визначувані як 0,5 гД; Γ_D — грошова оцінка земельної ділянки до забруднення, грн.; K_3 — коефіцієнт, що характеризує вміст забруднюючої речовини (м³) в об'ємі забрудненої землі (м³) залежно від глибини просочування; K_H — коефіцієнт небезпечності забруднюючих речовин; $III_{сгз}$ — показник (шкала) еколого-господарського значення земель.

Висихання дерев призведе до втрат товарної цінності лісу внаслідок різкого зниження виходу ділової деревини. Цей вид збитку розраховують за формулою [1]:

$$\Delta V_D = \sum_{i=1}^n M_i k_{ip} [(k_{iD} - k_{iC})(T_{Di} - T_{Dpi})], \quad (6)$$

де M_i — запас насаджень i -тої породи в забрудненій зоні, м³; k_{ip} — коефіцієнт санітарної рубки; k_{iD} і k_{iC} — вихід ділової деревини i -тої породи відповідно в контрольній і забрудненій ділянці, м³; T_{mp} — вартість збирання сухостійної деревини, руб.

Ступінь забруднення, як показник екологічного стану лісових масивів Чернігівської області, визначався за допомогою коефіцієнта забруднення.

Коефіцієнт забруднення землі (K_3) визначається за формулою [2]:

$$K_3 = \frac{O_{зр}}{T_3 P_d I_n}, \quad (7)$$

де $O_{зр}$ — об'єм забруднюючої речовини, м³; T_3 — товща земельного шару, що є розмірною одиницею для розрахунку витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування та визначається як 0,2 м (орний шар); P_d — площа забрудненої земельної ділянки, м²; I_n — індекс поправки до витрат на ліквідацію забруднення залежно від глибини просочування забруднюючої речовини. Якщо $K_3 < 1$ він не враховується.

Забруднення ґрунту Чернігівської області радіонуклідами характеризується такими показниками: рівень гамма-фону — 7-11 мкР/год, щільність забруднення радіоцезієм — 0,21-1,07 Кі/км², радіостронцієм — 0,02-0,20 Кі/км² (табл. 1). Відношення щільності забруднення цезієм-137 і стронцієм-90 в орному шарі дорівнює від 3,6 до 10,5.

Таблиця 1.

Щільність забруднення ґрунту цезієм-137 та стронцієм-90 на контрольних ділянках Чернігівської області

Місце знаходження контрольної ділянки	Щільність забруднення ґрунту, Кі/км ²	
	цезієм-137	стронцієм-90
с. Ковпита Чернігівського району	0,51	0,09
с. Дніпровське Чернігівського району	0,85	0,21
с. Боровики Чернігівського району	1,07	0,19
с. Підлісне Козелецького району	0,26	0,07
с. Тужар Козелецького району	0,72	0,20
с. Малинівка Ріпкинського району	0,41	0,05
с. Жадове Семенівського району	0,21	0,02
Середнє	0,57	0,12

Дослідження останніх 10 років вказують на стабільність щільності забруднення ґрунту радіонуклідами на контрольних ділянках. Так, середня щільність забруднення ґрунту цезієм-137 становила в 2000 році 0,52 Кі/км², 2001 — 0,45, 2002 — 0,58, 2003 — 0,44, 2004 — 0,44, 2005 — 0,38, 2006 — 0,34, 2007 — 0,39, 2008 —

0,37 Кі/км², 2009 — 0,57 Кі/км². Щільність забруднення ґрунту стронцієм-90 у вище названі роки дорівнювала, відповідно, 0,17, 0,20, 0,20, 0,17, 0,16, 0,11, 0,13, 0,14, 0,13, 0,12 Кі/км². Незначні обсяги досліджень не дають змоги робити належні, об'єктивні висновки, але загальна направленість процесів простежується.

Вміст у ґрунті важких металів (кадмій, свинець, мідь і цинк) не перевищує допустимих рівнів. Залишкову кількість пестицидів у ґрунті не виявлено.

В основній і побічній рослинницькій продукції вміст фосфору, калію, кальцію, важких металів, мікроелементів знаходився в межах допустимих рівнів. Отже, аномальних значень показників, які визначались у ґрунті і рослинницькій продукції, на контрольних ділянках не виявлено.

В 2009 році у ґрунтах сільгоспугідь Городнянського, Н.-Сіверського, Коропського, Чернігівського районів визначали вміст найбільш небезпечних для довкілля важких металів — свинцю і кадмію.

Найвищий середній показник вмісту свинцю в ґрунті виявлений в Н.-Сіверському районі — 6,08 мг/кг ґрунту, що оцінюється як помірний рівень забруднення (табл. 2). Середній вміст свинцю у ґрунтах чотирьох районів становить 5,87 мг/кг ґрунту, що близько до показників в цілому по області. Мінімальний вміст свинцю по чотирьох районах, як і в цілому по області, має фонове значення.

Таблиця 2.

Вміст рухомих форм свинцю у ґрунті сільгоспугідь, обстежених у 2009 р.

Район	Кількість зразків	Вміст свинцю, мг/кг		
		мін.	макс.	середній
Городнянський	534	1,85	22,17	5,75
Н.-Сіверський	428	2,49	14,19	6,08
Коропський	335	2,74	13,04	6,07
Чернігівський	764	1,46	10,04	5,57
Всього	2061	1,46	22,17	5,87

Найбільший вміст кадмію виявлено в ґрунті сільгоспугідь Городнянського району — 1,17 мг/кг, що відповідає підвищеному рівню забруднення (табл. 3). Найменший вміст цього токсиканту дорівнював 0,10 мг/кг. Мінімальний вміст його має фонове значення. Перевищення ГДК кадмію при дослідженнях в 2009 році в чотирьох районах, як і в цілому по області не виявлено.

Слід відмітити, що ґрунтовий покрив області представлений здебільшого малогумусними, легкими за гранулометричним складом ґрунтами, які мають низьку буферну здатність, що обмежує їх можливості до інактивації техногенних важких металів. Тому вміст в таких ґрунтах навіть відносно невеликих кількостей важких металів може привести до небезпечного забруднення ними сільськогосподарської продукції.

Таблиця 3.

Вміст кадмію у ґрунті сільгоспугідь, обстежених у 2009 р.

Район	Кількість зразків	Вміст кадмію, мг/кг		
		мін.	макс.	середній
Городнянський	534	0,03	1,17	0,10
Н.-Сіверський	428	0,04	0,35	0,11
Коропський	335	0,04	0,44	0,11
Чернігівський	764	0,02	0,40	0,10
Всього	2061	0,02	1,17	0,11

Вміст залишкових кількостей ДДТ, ГХЦГ в 2009 році в ґрунті був визначений в зразках ґрунту на територіях, що прилягають до складів пестицидів. В 2009 році пестицидами було забруднено: ДДТ — 13 %, γ -ГХЦГ — 2,0 % зразків ґрунту. В зразках ґрунту виявлено перевищення ГДК по ДДТ, в 3 зразках — перевищення по γ -ГХЦГ.

В зразках ґрунту визначали вміст пестицидів симм-тріазинової групи. Так, було виявлено забруднення: прометрином — 7 % зразків, 8 з яких з перевищенням ГДК, атразином — 11 %, 4 зразки з перевищенням ГДК, симазиним — 14 %, 10 зразків з перевищенням ГДК.

У зразках рослинницької продукції відібраних на контрольних ділянках визначався вміст ДДТ, γ -ГХЦГ. Залишкових кількостей цих пестицидів не виявлено.

Одержані дані дають можливість більш об'єктивно оцінити радіаційну ситуацію в зоні забруднення, визначити критичні території, прогнозувати рівні забруднення продуктів харчування і кормів а, отже, і приймати належні міри по зменшенню радіаційного навантаження на населення, яке проживає в забрудненій зоні.

Таким чином, після виконаної оцінки були зроблені наступні висновки:

1. Зниження сонячної радіації в залежності від біометричних показників деревостану коливається у великих межах. Пряма і

- розсіяна радіація в сосновому насадженні складає 45 %, в листяному — 30 %, в ялинковому — 25 %. Штучні насадження в міських посадках також значно знижують сонячну радіацію.
2. На основі даних потреб людини в кисні при диханні розроблені норми зелених зон міст. З врахуванням споживання кисню 165 кг/люд. (за 150 днів) і 400 кг/люд. (за 365 днів) встановлені мінімальна і оптимальна норми насаджень на людину, що дорівнюють при II класі бонітету відповідно 0,05-0,06 і 0,12-0,15 га.
 3. Вміст у ґрунті важких металів (кадмій, свинець, мідь і цинк) не перевищує допустимих рівнів. Залишкову кількість пестицидів у ґрунті не виявлено. Найвищий середній показник вмісту свинцю в ґрунті виявлений в Н.-Сіверському районі — 6,08 мг/кг ґрунту, що оцінюється як помірний рівень забруднення (табл. 2, 3). Середній вміст свинцю у ґрунтах чотирьох районів становить 5,87 мг/кг ґрунту, що близько до показників в цілому по області. Мінімальний вміст свинцю по чотирьох районах, як і в цілому по області, має фонове значення.
 4. Вміст залишкових кількостей ДДТ, ГХЦГ в 2009 році в ґрунті був визначений в зразках ґрунту на територіях, що прилягають до складів пестицидів. В 2009 році пестицидами було забруднено: ДДТ — 13 %, γ -ГХЦГ — 2,0 % зразків ґрунту. В зразках ґрунту виявлено перевищення ГДК по ДДТ, в 3 зразках — перевищення по γ -ГХЦГ.

Література

1. Филиппович Л. С. Картографическое моделирование территориальных рекреационных систем. — М.: Наука, 1983.
2. Фоменко Н. В. Рекреаційні ресурси та курортологія. Навч. посібник. — К.: Центр навчальної літератури, 2007. — 312 с.
3. Генсирук С. А. и др. Рекреационное использование лесов. — К.: Урожай, 1987. — 246 с.

ОЦІНКА СТАНУ БАСЕЙНІВ РІЧОК КРИМСЬКОГО ПІВОСТРОВУ

Кримський півострів належить до найбільш складної території України по показнику забезпеченості водними ресурсами. Не дивлячись на це в науковій роботі зроблена спроба оцінити стан водних об'єктів Кримського півострову для їх використання як у народному господарстві так і у цілях рекреації.

Екологічний стан річок залежить від рівня використання природних ресурсів в їх басейнах. Антропогенне навантаження на водні об'єкти та водоохоронні зони цієї території значний. Він визначається великими територіями, які зайняті під сільськогосподарське виробництво та підприємницьку діяльність.

Вивчення використання земельних ресурсів у басейнах річок займає важливе місце в аналізі антропогенного навантаження на водні ресурси малих річок. Порівнюємо використання земельних ресурсів вивчаючих малих річок Криму з середніми показниками для Криму.

У табл. 1 наведено розподіл земельного фонду для головних річок схилів Головної гряди Кримських гір та річок басейну р. Салгир.

Таблиця 1.

Розподіл земельного фонду в басейнах вивчаючих річок

Басейни річок	Площа басейну, тис. га	С/г підприємства		Лісгоспи		Інші землі	
		тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
З. Булганак	18,00	16,80	93,3	0,03	0,2	1,17	6,5
Альма	63,50	41,90	66,0	19,40	30,6	2,20	3,4
Кача	57,30	21,90	38,2	33,20	57,9	2,20	3,9
Бельбек	50,50	22,30	44,2	26,60	52,7	1,60	3,1
Чьорная	42,70	12,80	30,0	25,90	61,6	4,00	9,4
С Булганак	48,50	45,50	94,0	1,70	3,5	1,30	2,5
Мокрий Індол	32,40	21,70	67,0	10,70	33	0,00	0,0
Сухий Індол	15,60	11,30	72,0	4,30	28	0,00	0,0
Чорох-Су	12,60	8,90	70,6	2,50	19,8	1,20	9,6
Ангара	6,19	0,79	13,0	5,40	87	0,00	0,0
Малий Салгир	9,30	8,10	87,0	0,79	8,5	0,41	4,5
Зуя	42,80	37,80	88,3	4,95	11,6	0,05	0,1
Бурульча	24,40	13,10	53,7	11,30	46,3	0,00	0,0
Бюок-Карасу	126,10	82,00	65,0	29,70	23,6	14,40	11,4

Сільгоспідприємства займають найбільшу територію у басейнах річок південно-західних схилів Головної гряди Кримських гір (у середньому 80 %), що близько до середнього значення для Криму.

Території сільгоспідприємств в басейнах річок південно-західних схилів Головної гряди Кримських гір та річок басейну ріки Салгир складають, відповідно, 50 та 68 %, що значно нижче середнього значення для Криму.

Разом з тим в усіх цих 3 річок існують ріки, у басейнах котрих сільгоспідприємства суттєво перевищує середнє значення для Криму, досягає 87-94 %.

З 16 рік північно-західних схилів стосовно вимог ГП та КП водокористування 10 річок (62,5 %) кваліфікуються як екологічно стійкі (Альма, Коса, Бодрак, Кача, Стиля, Марта, Бельбек, Коккозка, Ураус-Дересі, Бага нижча); 4 річки (25 %) — як у середньому екологічно стійкі з лагами нестійкості (Черна, Байдарка, Суха Річка, Айтодорка); 2 річки (12,5 %) — екологічно нестійкі (Західний Булганак та Чорох-Су). По відношенню до вимог РГ водовикористання 2 ріки (12,5 %) кваліфікуються як екологічно стійкі (Коса та Бага Нижня); 8 річок (50 %) — як у середньому екологічно стійкі з лагами нестійкості (Стиля, Бельбек, Коккозка, Ураус-Дересі, Суха Річка, Черна, Байдарка, Айтодорка); 6 річок — (37,5 %) є екологічно нестійкі (Західний Булганак, Бодрак, Кача, Марта, Чурек-Су).

З 7 річок північно-східних схилів стосовно вимогам ГП та КП водокористування екологічно стійкою оцінюється одна річка (14,3 %) — Сухий Індол. Слід відмітити, що оцінка екологічного стану р. Сухий Індол проводилася лише по верхів'ю, так як нижче по течії вода відсутня. Одна річка (14,3 %) кваліфікуються як у середньому стійка з очагами нестійкості (Куртинська), 5 рік (71,4 %) є екологічно нестійкими (Східний Булганак, Мокрий Індол, Сали, Чорох-Су, Соляна). По відношенню до вимог РГ використання 6 річок (85,7 %) кваліфікуються як екологічно нестійкі (Східний Булганак, Мокрий Індол, Сали, Чорох-Су, Соляна) та одна річка (14,3 %) в середньому стійка з очагом нестійкості (Сухий Індол).

З 8 рік басейну р. Салгир відносно вимогам ГП та КП водокористування оцінюють, як екологічно стійкі 2 ріки (25 %) — Бурульча, Тана-Су, одна ріка (12,52 %) — у середньому стійка з очагом нестійкості (Зуя), останні 5 річок (62,5 %) є екологічно нестійкими (Ангара, Малий Салгир, Біюк-Карасу, Сари-Су, Курук-

Карасу). По відношенню до вимогам РГ використання тільки одна річка (12,5 %) оцінюється як в середньому екологічно стійка з очагом нестійкості (Ангара), останні 7 річок (87,5 %) є екологічно нестійкими (Малий Салгир, Зуя, Бурульча, Біюк-Карасу, Тана-Су, Сари-Су, Курук-Карасу).

Для оцінки екологічного стану басейнів річок було використано показник *КПЕС*, який оцінює фактичний стан водних ресурсів з урахуванням усіх виміряних параметрів. Визначення *КПЕС* ні в якій мірі не виключає аналізу причин перевищення норм, пошуку порушників та їх покарання.

Використовуючи значення $KПЕС_n$, $KПЕС_{c-m}$, $KПЕС_{зар}$, $KПЕС_{опг}$ можна отримати середнє значення $KПЕС_{cp}$:

$$KПЕС_{cp} = \left(\frac{1}{m} \right) \sum KПЕС, \quad (1)$$

де m — кількість значень *КПЕС*.

Результати у відсотковому відношенню приведені у табл. 2.

Таблиця 2.

Відсотковий розподіл груп малих річок Криму по рівням екологічної стійкості

Реґіон	Кіл-ть річок	ГП та КП водокористування, %			РГ водокористування, %		
		стійке	очаги нестійк.	нестійке	стійке	очаги нестійк.	нестійке
Північно-західні схили	16	62,5	25,0	12,5	12,5	50,0	37,5
Північно-східні схили	7	14,3	14,3	71,4	0,0	14,3	85,7
Ріки басейну р. Салгир	8	25,0	12,5	62,5	0,0	12,5	85,7
ПБК	3	0,0	33,0	67,0	0,0	67,0	33,0

З табл. 2 видно, що річки північно-західних схилів знаходяться у кращих екологічних станах порівняно з ріками басейну р. Салгир, ріками північно-східних схилів і з ріками ПБК. Порівняно з ріками північно-східних схилів та ріками ПБК ріки басейну р. Салгир знаходяться у кращих екологічних станах [1].

Для групи річок, в котру входять ріки з притоками та окремі ріки, відносно антропогенне навантаження на водні ресурси можна виразити по аналогії (1) наступним виразом:

$$VAN_{гр} = \frac{\sum F_{сх}}{\sum F} + \frac{\sum F_{ур}}{\sum F} + \frac{\sum W_{м.ф.}}{\sum W}, \quad (2)$$

де $\sum F_{сх}$, $\sum F_{ур}$, $\sum F$ — сума площ, зайнятих сільгосп підприємствами, урбанізованими територіями, басейнами груп річок; $\sum W_{м.ф.}$, $\sum W$ — сума річних об'ємів промислових та побутових стічних вод та сума річних об'ємів стоків річок.

У табл. 3-5 наведені вихідні дані та значення VAN .

Таблиця 3.

Розрахунок значень $VAN_{гр}$ для річок північно-західних схилів Кримських рік

Річки	Площа басейна, тис. га	Сільсько-господарські підприєм., тис. га	Урбанізовані території, тис. га	Промисл. та побут. стоки, млн. м ³	Річний стік річки, млн. м ³
Західний Булганак	18,03	16,80	1,23	0,91	5,67
Альма з притоками	63,50	41,90	2,15	2,17	39,40
Кача з притоками	57,30	21,90	2,35	3,17	51,70
Бельбек з притоками	50,50	22,30	1,62	0,89	79,40
Черна з притоками	42,70	12,80	2,14	1,89	69,60
Усього	232,03	115,70	9,49	9,57	245,80
$VAN_{гр} = 0,50 + 0,04 + 0,04 = 0,58$					

Таблиця 4.

Розрахунок значень $VAN_{гр}$ для річок північно-східних схилів Кримських рік

Річки	Площа басейна, тис. га	Сільсько-господарські підприєм., тис. га	Урбанізовані території, тис. га	Промисл. та побут. стоки, млн. м ³	Річний стік річки, млн. м ³
Східний Булганак	48,50	45,50	1,46	10,90	19,80
Мокрий Індол з притоками	32,40	21,70	0,65	4,84	16,40
Сухий Індол	15,60	11,30	0,31	4,72	6,93
Чорох-Су з притоками	12,60	8,90	0,43	2,32	5,98
Усього	109,10	87,40	2,86	22,76	49,11
$VAN_{гр} = 0,80 + 0,026 + 0,463 = 1,289$					

Видно, що критерії антропогенного навантаження має найменше значення для річок північно-західних схилів Кримських гір ($VAN_{гр} = 0,580$), а найбільше значення — для річок північно-східних схилів Кримських гір ($VAN_{гр} = 1,289$).

Таблиця 5.

Розрахунок значень $ВАН_{ГР}$ для річок басейну р. Салгир

Річки	Площа басейна, тис. га	Сільсько-господарські підприємств, тис. га	Урбанізовані території, тис. га	Промисл. та побут. стоки, млн. м ³	Річний стік річки, млн. м ³
Ангара	6,19	0,79	0,15	0,00	10,70
Малий Салгар	9,30	8,10	0,42	0,33	8,50
Зуя	42,80	37,80	3,94	0,96	16,20
Бурульча	24,40	13,10	0,61	0,22	13,50
Бюк-Карасу з притоками	126,10	82,00	12,60	2,89	63,60
Усього	208,80	141,80	17,70	4,40	112,60
$ВАН_{ГР} = 0,68 + 0,085 + 0,04 = 0,805$					

У табл. 6 приведені дані, характеризуючи зв'язок між критерієм антропогенного навантаження групи річок, їх екологічної надійності та відсотком річок, кваліфікуючи як екологічно стійки.

Таблиця 6.

Значення критерію антропогенного навантаження на водні ресурси групи річок, екологічна надійність водних ресурсів та відсотка річок, водні ресурси котрі кваліфікуються як екологічно стійкі

Групи річок	ВАН _{ГР}	КП та ГП		РХ	
		ЕН гр	% стійкість річок	ЕН гр	% стійкість річок
Північно-західні схили	0,580	0,750	62,50	0,530	12,50
Басейн р. Салгир	0,805	0,310	2,05	0,089	0,00
Північно-східні схили	1,289	0,210	14,3	0,000	0,00

В результаті виконання роботи були зроблені наступні висновки:

1. Мережа гідрографії Криму розвинена дуже нерівномірно. Найгустіше мережа розташована у гірській частині басейнів річок Салгир, Альма, Кача, Бюк-Карасу. Майже всі річки витікають із гір і відрізняються повноводністю в зимово-весняний період під час паводків. Практично всі річки Криму зарегульовані водосховищами і використовуються для потреб водопостачання і зрошування.
2. З 16 рік північно-західних схилів 10 річок (62,5 %) кваліфікуються як екологічно стійкі (Альма, Коса, Бодрак, Кача, Стиля, Марта, Бельбек, Коккозка, Ураус-Дересі, Бага нижча); 4 річки

- (25 %) — як у середньому екологічно стійкі з елементами нестійкості (Черна, Байдарка, Суха Річка, Айтодорка); 2 річки (12,5 %) — екологічно нестійкі (Західний Булганак та Чорох-Су).
3. З 7 річок північно-східних схилів стосовно вимогам рибогосподарським та комунально-побутовим водокористуванням екологічно стійкою оцінюється одна річка (14,3 %) — Сухий Індол. Одна річка (14,3 %) кваліфікуються як у середньому стійка з очагами нестійкості (Куртинська), 5 рік (71,4 %) є екологічно нестійкими (Східний Булганак, Мокрий Індол, Сали, Чорох-Су, Соляна).
 4. З трьох річок південного берегу Криму стосовно до вимог водокористування одна річка (33 %) оцінюється, як в середньому стійка з очагами нестійкості (Усрут), екологічно нестійкі дві річки (67 %) — Улу-Узень, Демерджи. Стосовно вимогам рибогосподарського використання 2 ріки (67 %) є в середньому екологічно стійкими з очагом нестійкості (Улу-Узень, Демерджи), одна ріка (33 %) екологічно нестійка (р. Усрут).

Література

1. Тимченко З. В. Аналіз екологічного стану річок північно-східних схилів Кримських гір // Будівництво та технології безпеки. — Сімферополь: Таврія, 1998. — С. 59-65.
2. Стійкий Крим. План дій / Під ред. В. С. Тарасенко. — Київ-Сімферополь: Сонат, 1999. — 396 с.

УДК 504+551.465

*А. И. Кубряков,
П. Д. Ломакин,
М. А. Попов*

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ВОД И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ

Введение

С 2000 г. на акватории Балаклавской бухты (рис. 1) в рамках ежемесячного комплексного океанологического мониторинга сотрудниками отдела Прикладной океанологии и марикультуры Института биологии южных морей НАН Украины ведутся регулярные комплексные океанологические исследования. Накопленные за

десятилетний интервал времени эмпирические сведения, а также результаты численного моделирования, позволили только сейчас получить более или менее адекватные представления о системе течений в бухте, природных и антропогенных источниках загрязняющих веществ и траекториях их распространения.

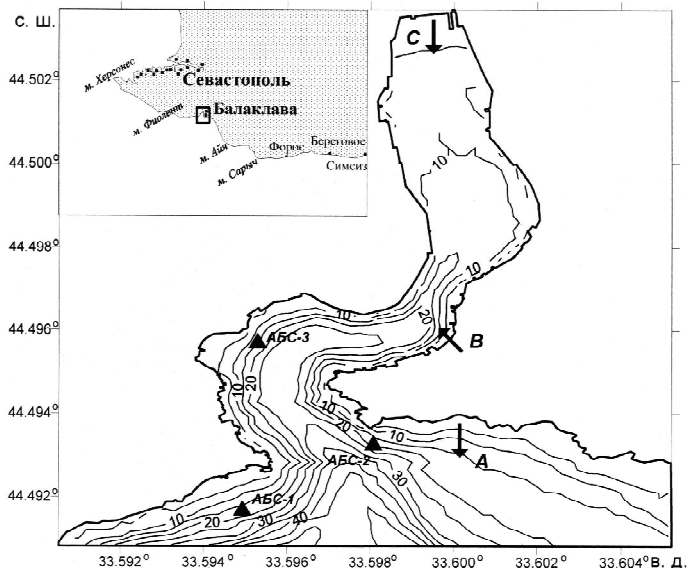


Рис. 1. Рельеф дна Балаклавской бухты.

Стрелками указаны места выброса загрязняющих веществ:
 А — выпуск сточных вод г. Балаклава; В — ливневый сток;
 С — выпуск сточных вод завода «Металлист»

Некоторые, выявленные нами, закономерности циркуляции вод акватории бухты описаны в [1]. Настоящая работа представляет собой продолжение исследования динамики вод и процессов переноса загрязнителей на данном уникальном участке черноморского побережья.

Ее цель — осветить закономерности локальной трехмерной системы течений в Балаклавской бухте, выявить источники и пути распространения загрязняющих веществ, предложить меры по оздоровлению экологической обстановки.

Исходные данные и методы исследования

Для анализа системы течений в Балаклавской бухте в качестве исходных нами использованы данные 73-х комплексных океанологи-

ческих съемок, проведенных ИнБЮМ НАН Украины за время с 2000 по 2010 гг. Съемки выполнялись почти ежемесячно с борта вельбота, координаты которого фиксировались при помощи приемника навигационной системы GPS.

Векторы течения на поверхности моря рассчитывались на базе известного навигационного метода [2], основанного на знании вектора суммарного сноса судна и данных об истинном ветре.

Значения инструментально измеренных параметров течений на буйковых станциях и данные об особенностях их распределения на акватории бухты, а также сведения о режиме местного ветра заимствованы из литературных источников [3; 4].

Представления о трехмерной картине циркуляции в бухте и закономерностях распространения пассивной примеси (загрязняющих веществ) получены на основе результатов численного моделирования [5; 6].

Обсуждение результатов

Циркуляция вод в Балаклавской бухте по данным натуральных наблюдений

На основе анализа всех, имеющихся в нашем распоряжении эмпирических сведений (73 векторных поля) выявлены следующие особенности, типичные для локальной системы течений в навигационном слое рассматриваемой акватории.

В Балаклавской бухте на поверхности за анализируемый интервал времени преобладали ветровые течения, скорость и направление которых в верхнем слое вод определялись скоростью и направлением ветра. В подповерхностном слое и у дна течения имели компенсационную природу.

Всю разнообразную картину течений на поверхности Балаклавской бухты, представления о которой получены на основе анализа эмпирических данных, мы попытались условно обобщить в виде трех типовых ситуаций, изображенных на рис. 2.

Ситуация 1 (рис. 2а), когда ветры северной четверти вызывают явно выраженные струйные течения южного направления, которые усиливаются у западного берега бухты. Повторяемость этого типа 21 %.

Ситуация 2 (рис. 2б). Ветры южных румбов генерируют струйные потоки, направленные на север, интенсификация которых отмечается у восточного берега бухты. Повторяемость этого типа 25 %.

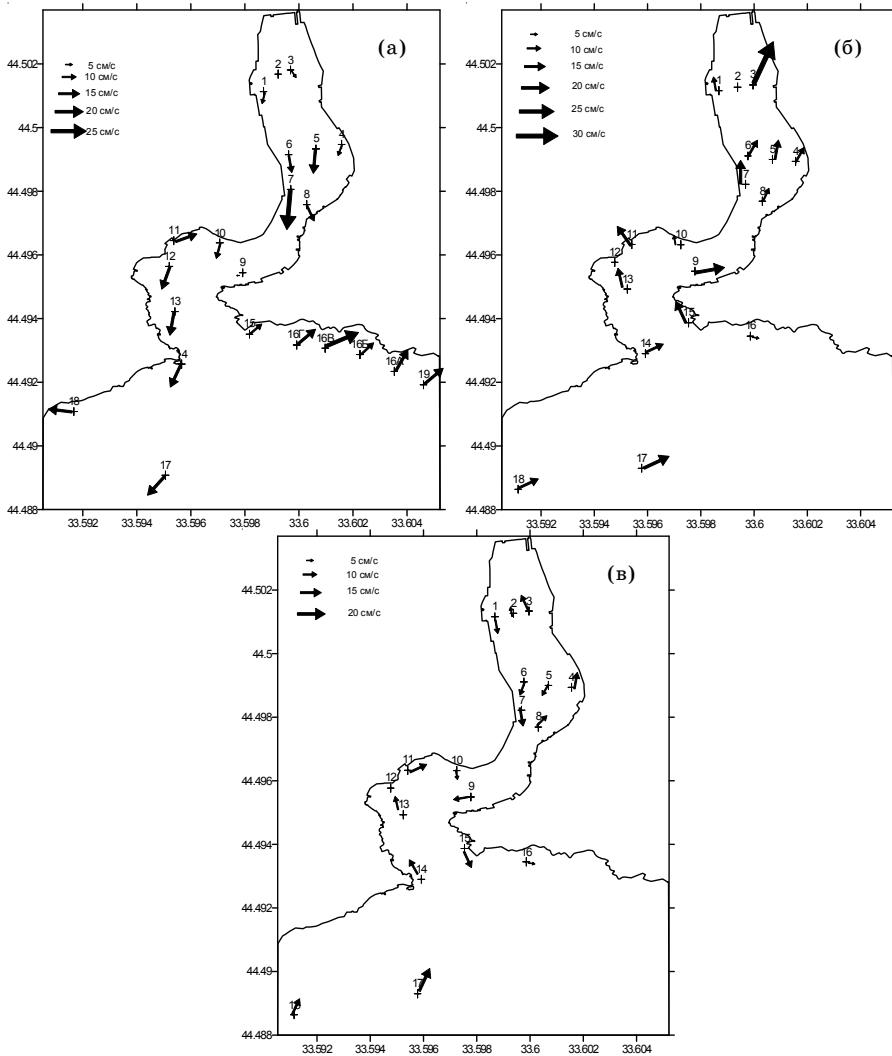


Рис. 2. Схема поверхностных течений в Балаклавской бухте по данным натуральных наблюдений: а) при ветрах северных румбов; б) южных румбов; в) в маловетренную и штилевую погоду

Наиболее часто встречающаяся (54 %, рис. 2в) ситуация 3. При ветрах западной и восточной четверти, от которых бухта частично и полностью экранирована горами, а также в маловетренную и

штилевую погоду, циркуляция вод характеризуется отсутствием явно выраженных струй. В это время система течений на поверхности Балаклавской бухты представлена вихревыми структурами различного знака. Причем в мористой части бухты, как правило, преобладают антициклональные вихревые образования и циклонические — в кутовой.

Данная особенность для Балаклавской бухты, а также для других бухт и заливов Крымского побережья, омываемого струями Основного черноморского течения, также обозначена в [7-11]. Авторы цитируемых работ показали, что в Феодосийском, Голубом, Каламитском заливах; в бухтах Судакская, Ласпи, Балаклавская; а также в мористой части Большой Севастопольской бухты (Севастопольское взморье) доминируют антициклональные орографические вихревые образования. Механизм их формирования связан с взаимодействием струй Основного черноморского течения, для правой периферии которого типичны антициклональные вихри, с морфометрическими структурами берега.

Это дает основание полагать, что реально существующая циркуляция вод в мористой части Балаклавской бухты представлена одним или несколькими антициклональными квазистационарными вихревыми образованиями, параметры которых могут изменяться во времени в зависимости от ветровых условий. В кутовой части бухты преобладают циклонические вихревые структуры.

Ниже приведено обобщение имеющихся к настоящему времени эмпирических данных о скорости течений в Балаклавской бухте.

Локальная система течений исследуемой акватории достаточно развита. Скорость поверхностного течения на различных участках здесь варьировала от 2 до 35 см/с. В кутовой части бухты наибольшая скорость (33 см/с) зафиксирована при ветровом течении у восточного берега. В срединной, самой узкой части бухты, течения, как правило, ускорялись за счет туннельного эффекта. В глубоководной области Балаклавской бухты, на участках, примыкающих к входу в подземный завод, характеристики течений существенным образом отличались от поля течений смежных акваторий. Здесь течения были крайне неустойчивыми по направлению. В глубоководной части максимальная скорость (35 см/с) отмечена во время компенсационного течения на финальной фазе ветрового сгона.

На выходе из бухты, в прибрежной части моря, преобладали вдольбереговые разнонаправленные течения. При южных ветрах

течения здесь имели конвергентный характер, при северных — дивергентный. В маловетреную погоду и штили на рассматриваемом участке преобладала циркуляция вод с антициклональной завихренностью. У западного берега поток был ориентированным по направлению в сторону бухты, а у восточного — из бухты в море (рис. 2).

Интегральная циркуляция и трехмерная система течений по результатам численного моделирования

Известны две попытки имитации трехмерной циркуляции в Балаклавской бухте [5; 6] на основе численного моделирования. В статье [5] представлен результат моделирования квазистационарной циркуляции, возбуждаемой из состояния покоя заданным юго-западным ветром скоростью 1 м/с, который ввиду малости масштаба бухты предполагался однородным над ее акваторией. В статье [6] аналогичная задача, но при помощи иного математического аппарата [12], решалась для трех основных направлений ветра скоростью 10-15 м/с: северного, северо-восточного и южного. То есть, эти численные эксперименты имитируют типовые ситуации, представленные на рис. 2.

Не вдаваясь в детали результатов каждого численного эксперимента, отметим их явные противоречия и сходства по сравнению с элементами циркуляции вод в Балаклавской бухте, полученными нами на основе анализа эмпирической информации.

Основное расхождение заключается в том, что, согласно теоретическим оценкам, как интегральная циркуляция вод, так и течения на отдельных горизонтах в бухте, независимо от ветровых условий, представлены системами вихревых образований различного знака, при отсутствии явно выраженных струйных потоков.

Для иллюстрации этого свойства на рис. 3 и 4 продемонстрированы варианты расчета векторов течений при характерных ветровых условиях: маловетрии (юго-западный перенос скоростью 1 м/с), северном и южном ветре скоростью 10 м/с.

Анализ эмпирических данных показал отсутствие вихревых структур и преобладание струйных течений при ветрах северной и южной четверти (рис. 2а, б). Вместе с тем, в ходе съемок, включавших 10-20 определений векторов течений в каждой экспедиции, вихревые структуры из-за недостаточной пространственной дискретности наблюдений, могли не разрешаться. Напомним, что в модельных экспериментах использовались расчетные сетки с числом узлов от 500 до 1500. К тому же наиболее часто встречаемая

ситуация (рис. 2в), фиксированная наблюдениями, характеризуется отсутствием струйных течений. Отмеченное выше позволяет утверждать, что для Балаклавской бухты типична вихревая структура поля течений.

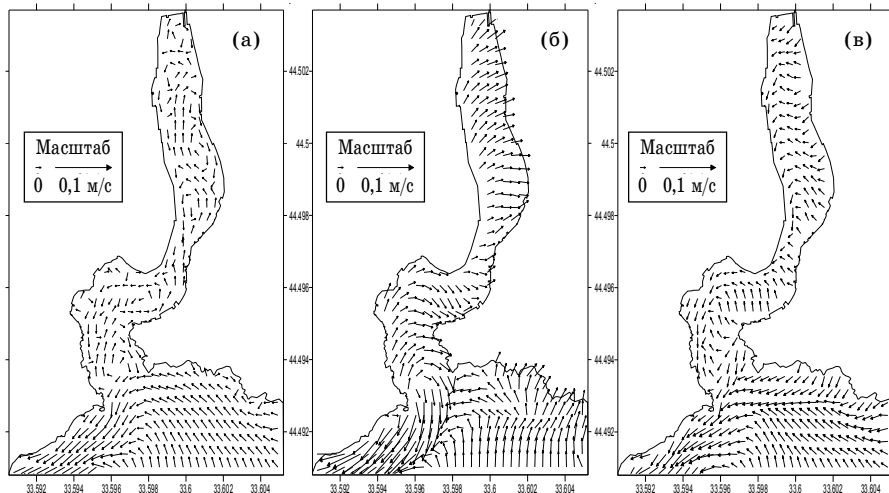


Рис. 3. Поля векторов течений:

- а) среднего по глубине; б) в верхнем слое; в) в придонном слое при юго-западном ветре скоростью 1 м/с

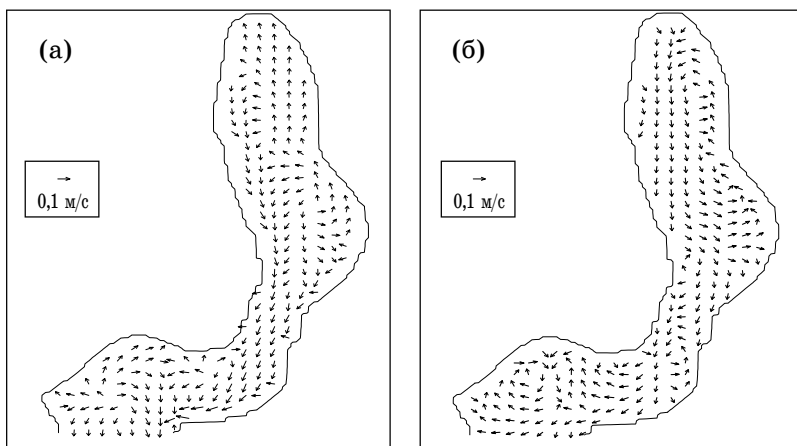


Рис. 4. Векторы течений на горизонте 4 м при северном (а) и южном (б) ветре скоростью 10 м/с [6]

Соответствие результатов численных экспериментов показателям реальной динамики вод подтверждают значения промоделированных скоростей течений. При маловетрии они оцениваются в 2-12 см/с, и до 30-35 см/с при меридиональных ветрах скоростью 10-15 м/с.

Модельными исследованиями [6] подтвержден эффект интенсификации течений у западного и восточного берегов бухты, вызываемый ветрами, соответственно, северных и южных румбов.

Анализ трехмерной кинематической структуры в Балаклавской бухте позволил выявить следующие закономерности. Водные потоки на поверхности отклонены от направления ветра на $30-45^\circ$, что свидетельствует об их схожести с классическими дрейфовыми течениями. С глубиной система течений трансформируется. С горизонта 4 м, в подповерхностном и придонном слоях, преобладают компенсационные течения. Они образуют вихревые структуры различного знака, противоположного знаку завихренности поля течений в верхнем слое.

Вихри формируют локальные зоны подъема и опускания вод, обеспечивающие интенсивный вертикальный обмен. Так, при ветре скоростью 1 м/с скорость вертикальной циркуляции в различных частях бухты изменяется от $\pm 0,2$ до $\pm 0,6$ см/с.

На рис. 5 приведено распределение вертикальной составляющей скорости течения в приповерхностном и придонном слоях по результатам численного моделирования для ветра скоростью 1 м/с.

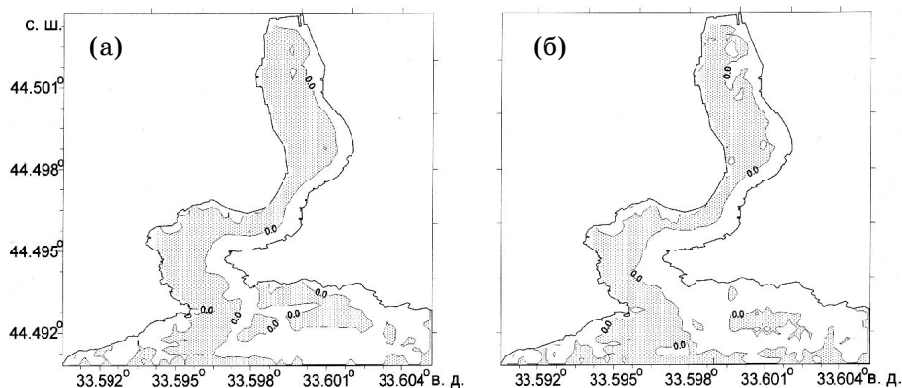


Рис. 5. Распределение вертикальной составляющей скорости в верхнем (а) и придонном (б) слоях при юго-западном ветре скоростью 1 м/с. Заштрихованная область соответствует зоне подъема вод, не заштрихованная — зоне опускания.

Видно, что вдоль всего западного примыкающего к открытой части бухты участка берега широкой полосой тянется зона подъема вод. Вдоль восточного берега самой бухты расположена зона опускания, ширина которой, примерно, в два раза меньше. В восточной части области открытого моря, прилегающей к бухте, также превалирует опускание вод, хотя здесь наблюдается и небольшой участок апвеллинга. Максимальная скорость подъема вод в приповерхностном слое 0,38 см/с, опускания — 0,18 см/с; в глубинном слое — 0,6 см/с и 0,45 см/с соответственно.

Согласно [6], при ветре 10-15 м/с вертикальная составляющая скорости течения в Балаклавской бухте достигает ± 1 см/с.

Распространение загрязняющей примеси

Для моделирования распространения пассивной примеси использовано уравнение турбулентной диффузии, куда вошли предварительно рассчитанные трехмерные поля течений. Имитировался процесс распространения загрязняющих веществ в результате их импульсного выпуска одновременно из трех источников: А — выпуска сточных вод г. Балаклавы; В — ливневого стока; С — выпуска сточных вод завода «Металлист» (рис. 1). Детальные сведения о постановке этой задачи приведены в статье [5].

На рис. 6 (а-г) представлена конфигурация пятен примеси в верхнем слое. Видно, что в вершине бухты от источника С примесь равномерно по всей акватории распространяется в южном направлении, что связано с мелководностью района и перемешивающим действием вихрей, которые располагаются в вершине бухты (рис. 3, б).

На распространение пятен примеси от источников А и В значительное влияние оказывает вертикальная циркуляция. Так через 6 ч после выброса (рис. 6, а) пятно от источника В характеризуется небольшими размерами и малой концентрацией примеси, что связано с интенсивным даунвеллингом у восточного берега бухты. В дальнейшем оно, распространяясь на запад, попадает в зону апвеллинга и становится более насыщенным (рис. 6, б). Через 18 ч (рис. 6, в) это пятно, значительно расширяясь, почти достигает крайней западной точки бухты. Через 24 ч (рис. 6, г) относительно высокие концентрации уже наблюдаются у западного берега, что также связано с восходящим движением вод.

Пятно примеси от источника А в верхнем слое через 6 ч после выброса (рис. 6, а) лишь незначительно вытянулось вдоль бере-

га. Но уже через 12 ч (рис. 6, б) оно не только полностью перекрывает вход в бухту, но и достигает южной границы расчетной области. Причем относительно высокие концентрации наблюдаются лишь на небольшом участке у западного берега вне бухты. В дальнейшем северная граница пятна проникает в бухту, а южная находится вдали от места выброса. Через 24 ч (рис. 6, г) у западного берега в верхнем слое концентрация примеси в этом пятне становится, практически, нулевой, и оно теряет связь с местом выброса.

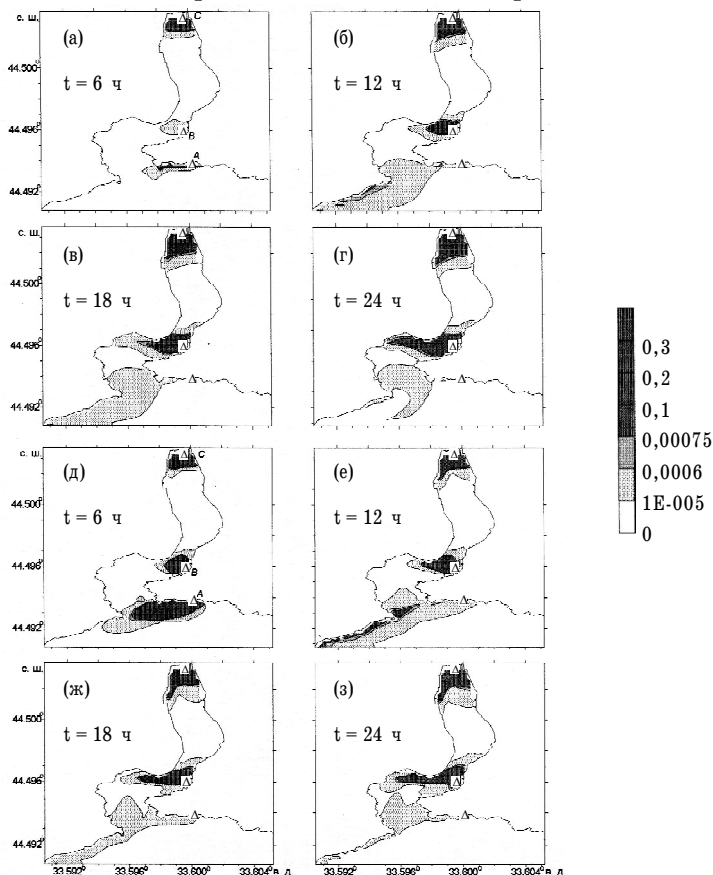


Рис. 6. Распределение концентрации загрязняющей примеси в различные моменты времени в верхнем (а-г) и придонном (д-з) слоях при юго-западном ветре скоростью 1 м/с. Треугольниками обозначены места выброса загрязняющих веществ.

В придонном слое (рис. 6, д-з) пятно примеси от источника С, в отличие от верхнего слоя, распространяется на юг не равномерно по всей ширине бухты, а более интенсивно вдоль ее обоих берегов.

Пятно примеси от источника В в придонном слое через 6 ч после выброса (рис. 6, д), в отличие от верхнего слоя, занимает гораздо большую площадь и имеет большую концентрацию, что также обусловлено вертикальной циркуляцией. В дальнейшем (рис. 6, е-з) площадь этого пятна меньше, чем в верхнем слое, но характер распространения примеси весьма схож с верхним слоем.

Распространение примеси в придонном слое от источника А существенно отличается от верхнего слоя. Уже через 6 ч после выброса (рис. 6, д) пятно примеси перекрывает вход в бухту, причем почти везде в нем наблюдается высокая концентрация примеси. Через 12 часов (рис. 6, е) рассматриваемое пятно вытягивается в юго-западном направлении, высокие концентрации наблюдаются вдоль всего западного берега моря вне бухты и у ее входа. Через 18 ч (рис. 6, ж) концентрация в пятне падает, его северная граница продвигается вглубь бухты, а южная также приближается к входу в бухту. Через 24 ч (рис. 6, з) вне бухты находится лишь узкая полоска примеси, а северная периферия пятна, практически, сливается с пятном от источника В. Отметим, что в отличие от верхнего слоя здесь пятно не теряет связи с местом выброса загрязнителя.

Описанный выше процесс свидетельствует о том, что, даже в маловетреную погоду, вследствие одновременного импульсного выпуска загрязнителей из трех основных существующих в бухте источников, загрязняющие вещества в течение суток проникают в верхний слой и во всю толщу вод преобладающей части акватории бухты и прилегающие участки открытого моря. При этом превалирует зональный характер распространения загрязнителей. Отметим, что в данной ситуации влияние сточных вод городского коллектора (источник А, рис. 1) распространяется на срединную и мористую области Балаклавской бухты (рис. 6).

Процесс загрязнения бухты при умеренном и сильном меридиональном ветре протекает гораздо интенсивнее по сравнению с маловетреной погодой. Это иллюстрируют рис. 7, 8 заимствованные из [6]. Видно, что как при северном, так и южном ветре скоростью 10 м/с сточные воды завода «Металлист» и ливневого коллектора в течение 7-15 часов проникают на всю внутреннюю акваторию бухты.

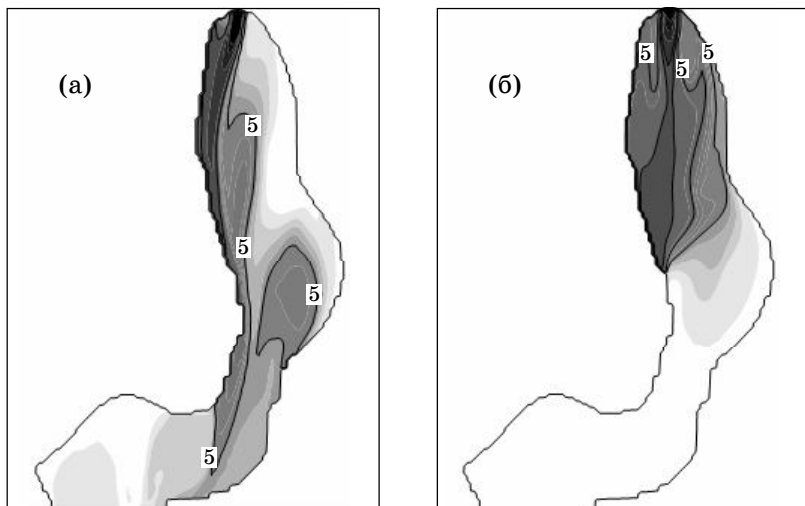


Рис. 7. Распределение концентрации примеси на поверхности Балаклавской бухты при северном (а) и южном (б) ветрах скоростью 10 м/с после 7 ч действия выпуска завода «Металлист» [6]

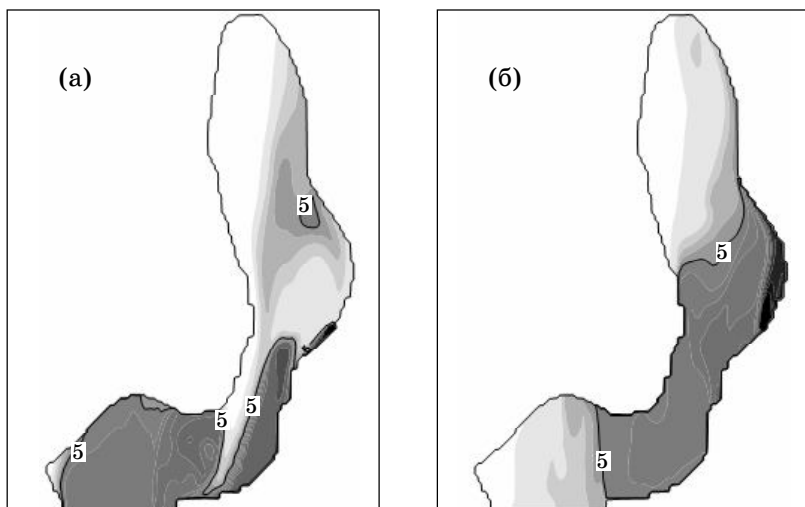


Рис. 8. Распределение концентрации примеси на поверхности Балаклавской бухты при северном (а) и южном (б) ветрах скоростью 10 м/с после 15 ч действия выпуска ливневого стока [6]

Пока нет вариантов моделирования распространения загрязняющих веществ от самого мощного и экологически вредного источника — коллектора сточных вод г. Балаклава при умеренных и сильных меридиональных ветрах. Однако, судя по ситуациям, представленным на рис. 7 и 8, такие ветры, генерирующие меридионально ориентированные потоки во всей толще вод, способны переносить загрязняющие вещества из мористой области бухты в ее кутовую часть.

Этот эффект подтверждают результаты гидрохимического и гидробиологического анализов отобранных в бухте проб [6].

В завершении отметим, что в отделе Марикультуры и прикладной океанологии ИнБЮМ НАН Украины имеется достаточно эффективная аппаратура, позволяющая в оперативном режиме получать фактические сведения о сбросах загрязненных вод в различные участки побережья, в том числе и акваторию Балаклавской бухты. Эта эмпирическая информация в совокупности с численными экспериментами, которые можно проводить с помощью имеющихся адаптированных к условиям бухты моделей, позволяют оценить характер и интенсивность распространения загрязняющих примесей и получить количественные характеристики загрязнения отдельных участков и акватории Балаклавской бухты в целом.

Экологическая обстановка в бухте может быть улучшена путем введения в строй современных очистительных сооружений на каждом из основных источников загрязнения. Результат данной работы свидетельствует о необходимости изменения места выпуска сточных вод г. Балаклавы. При выборе оптимальной точки расположения оголовка выпуска необходимо учесть особенности системы течений и закономерности распространения примеси от существующих источников. Весьма эффективным, на наш взгляд, мероприятием по улучшению качества вод Балаклавской бухты может быть развертывание на ее акватории серии мидийных марикультурных хозяйств, опыт постановки и эксплуатации которых накоплен в отделе Марикультуры и прикладной океанологии ИнБЮМ [13].

Заключение

На основе анализа эмпирических данных и результатов численного моделирования выявлены следующие особенности системы течений и закономерности распространения загрязняющих веществ в Балаклавской бухте.

Циркуляция вод в Балаклавской бухте представлена ветровыми и компенсационными течениями. Ветровые течения по своим кинематическим свойствам близки к классическим дрейфовым и

сосредоточены в верхнем слое вод. В подповерхностном и придонном слоях течения имеют компенсационную природу.

Для Балаклавской бухты типична развитая вихревая структура поля течений. Как интегральная циркуляция, так и движение вод на отдельных горизонтах характеризуются наличием нескольких вихревых структур различного знака. Реже (по данным наблюдений) при северных и южных ветрах на поверхности наблюдаются струйные течения соответственно южного и северного направления, которые интенсифицируются у западного и восточного берегов бухты.

По данным натурных наблюдений циркуляция вод в мористой части Балаклавской бухты представлена квазистационарными антициклональными вихревыми образованиями, параметры которых изменяются в зависимости от ветровых условий. В кутовой части бухты превалирует циклоническая вихревая структура. Модельные эксперименты выявили гораздо более сложную кинематику вод, характеризуемую большим числом вихрей различного знака, размеров и интенсивности.

Вихри формируют локальные зоны подъема и опускания вод, которые обеспечивают хороший вертикальный обмен в бухте. Здесь вертикальная составляющая скорости токов по теоретическим оценкам может достигать ± 1 см/с.

Распространение загрязняющих веществ от прибрежных источников определяется вихревой структурой и развитой вертикальной циркуляцией вод. Эти свойства обуславливают быстрое распространение загрязнителей и неравномерное поле их концентрации. В маловетреную погоду после одновременного импульсного выпуска трех основных источников (выпуск сточных вод г. Балаклава; ливневый сток; выпуск сточных вод завода «Металлист») загрязняющая примесь в течение суток распространяется на преобладающую часть акватории бухты и смежные участки открытого моря, охватывая всю водную толщу. При этом превалирует зональный перенос загрязняющих веществ. Процессы распространения загрязняющей примеси приобретают ярко выраженную меридиональную направленность и интенсифицируются при умеренных и сильных меридиональных ветрах, когда в течение полусуток загрязнению от рассмотренных источников подвергается вся внутренняя область акватории Балаклавской бухты.

Экологическая обстановка в бухте может быть улучшена путем введения в строй современных очистительных сооружений, изменения места выпуска сточных вод г. Балаклавы, развертывания на ее акватории серии мидийных марикультурных ферм.

Литература

1. Ломакин П. Д., Попов М. А. Циркуляция вод в Балаклавской бухте на основе экспериментальных и теоретических исследований // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2010. — № 1(11). — С. 120-127.
2. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 725 с.
3. Ациховская Ж. М., Субботин А. А. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Черного моря // Экология моря. — 2000. — Вып. 50. — С. 5-8.
4. Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н., Липченко М. М. Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — Вып 9. — С. 13-28.
5. Кубряков А. И., Попов М. А. Моделирование циркуляции и распространения загрязняющей примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. — 2005. — № 3. — С. 49-61.
6. Фомин В. В., Репетин Л. Н. Численное моделирование ветровых течений и распространения примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. — 2005. — № 4. — С. 43-58.
7. Саркисов А. А. Особенности локальных течений и рельефа дна на участках азово-черноморского побережья Украины и в районе украинской антарктической станции «Академик Вернадский». — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. — 137 с.
8. Горячкин Ю. Н., Иванов В. А., Репетин Л. Н. Гидрометеорологические условия Феодосийского залива. — Севастополь, 2005. — 75 с. (Препринт / НАН Украины: Морской гидрофизический институт).
9. Булгаков Н. П., Блатов А. С., Иванов В. А., Косарев А. И., Тужилкин В. С. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 240 с.
10. Латун В. С. Структура течений вблизи Южного берега Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. — Вып. 3. — Разд. 1. — С. 53-56.
11. Щуров С. В., Ломакин П. Д. Особенности динамики вод и распространения загрязняющих веществ в прибрежных водах Крыма, в районе Ялты и мыса Меганом // Экологическая безопас-

ность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — Вып. 2(9). — С. 160-167.

12. Фомин В. В. Численная модель циркуляции вод Азовского моря // Научные труды УкрНИГМИ. — 2002. — Вып. 249. — С. 246-255.
13. Марикультура мидий на Черном море / Под ред. В. Н. Иванова. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. — 286 с.

Резюме

На основі аналізу експериментальних даних і результатів чисельного моделювання виявлені закономірності системи течій у Балаклавській бухті. Запропонована типізація циркуляції вод залежно від вітрових умов. Показано що для Балаклавської бухти характерна розвинена вихрова структура поля течій. Визначена їх природа. Проаналізовані параметри інтегральної циркуляції і тривимірної локальної системи течій. Розглянуті закономірності перенесення пасивної домішки від реально існуючих природних і антропогенних джерел. Запропоновані заходи по зниженню антропогенного пресу на екосистему бухти.

*Г. В. Білозор,
В. Г. Ільїна*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ МАЛИХ РІЧОК ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Задача оцінки екологічного стану водних ресурсів річки зводиться до аналізу близькості фактичних значень параметрів води до граничнодопустимих. У зв'язку з тим, що кількість параметрів для оцінки якості води досить велика, виникає необхідність у пошуку комплексного показника екологічного стану, який може з'єднати їх з граничнодопустимими значеннями.

Для формування комплексного показника екологічного стану річки необхідно скористуватися комплексним показником за наступним алгоритмом: визначити параметри якості, оцінити ці параметри порівняно з вимогами, знайти коефіцієнт вагомості кожного параметра, сформувати для кожного параметра диференціальний (ідентичний) показник якості і за допомогою диференціальних показників сформувати єдиний комплексний показник якості.

Луганська область належить до найбільш антропогенно навантажених територій України. Тому в рамках роботи була виконана оцінка впливу на водні об'єкти цієї території як природних так і антропогенних чинників, які передбачають використання інформації про вміст різних елементів, у тому числі забруднювальних, у системі «грунт-вода-рослина», яка виконується за допомогою апарата математичного моделювання, який є одним з найбільш прогресивних методів оцінки стану екосистем у теперішній час.

Наразі багато країн стикаються з серйозною проблемою якості води. Якість води все менше відповідає встановленим нормам внаслідок забруднення, незадовільну роботу станцій очищення, недостатню дезінфекцію води, поганий технічний стан водопостачання і каналізації.

Основною водною артерією Луганської області є річка Сіверський Донець, яку віднесено до рибогосподарських водойм, тому показники вмісту основних забруднюючих речовин надалі буде надано в частках граничнодопустимих концентрацій цих речовин для водних об'єктів рибогосподарського призначення (ГДК_{р/г}). Довжина ділянки, що контролювалася, складає 265 км, площа водозбору — 24560 км².

У цілому стан водних об'єктів області може бути оцінений як задовільний. На поверхневих водних об'єктах у створах спостереження залишається перевищення вимог СанПіН № 4630-88 за вмістом органічних речовин, що має систематичний характер. Концентрації специфічних показників і солей важких металів варіюють у межах ГДК, відповідно вимогам санітарних норм [1].

Забруднення по органічних сполуках та сольових показниках в поверхневих водах басейну р. Сіверський Донець пояснюється стійким забрудненням річки внаслідок точкових та дифузних джерел забруднення.

Насичення води киснем було високим. Феноли не виявлено. Динаміку забруднюючих речовин в часках ГДК на вході та на виході з області представлено на рис. 1.

Річку та її басейн як єдину екологічну систему можна поділити на 4 підсистеми: атмосферне повітря, ґрунти, підземні та поверхневі води. Для формування комплексних показників екологічного стану підсистем басейну річки — атмосферного повітря, ґрунту та підземних вод — розглянемо нормування параметрів цих підсистем [2].

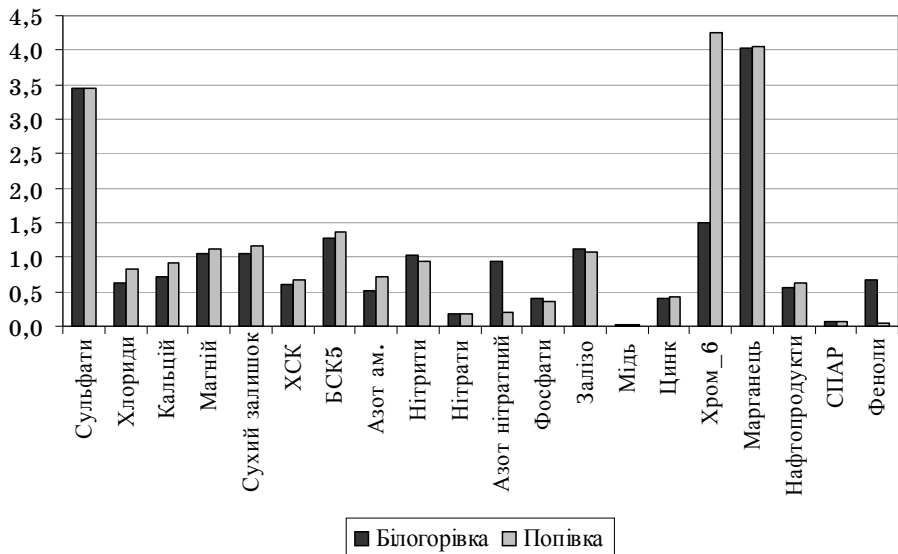


Рис. 1. Динаміка вмісту забруднюючих речовин (в часках ГДК) в р. Сіверський Донець на вході та на виході з Луганської області

При наявності у басейні річки декількох пунктів спостереження за станом атмосферного повітря, ґрунту, підземних вод, вод водосховищ, ставків та озер у результаті розрахунків отримаємо сукупність значень $KПЕС$ для кожної з вказаних підсистем. Тоді кваліфікація екологічної сталості кожної підсистеми буде проводитися по мінімальному та середньому значенню $KПЕС$, котрі визначаються за формулою:

$$KПЕС_{cp} = \left(\frac{1}{m}\right) \sum KПЕС_j \quad (1)$$

де m — кількість пунктів спостереження; j — номер пункту спостереження.

Екологічна надійність ($ЕН$) — здатність екосистеми відносно в цілому самовідновлюватися та саморегулюватися. При наявності сукупності вимірювань у різних місцях річки або у різних моментах часу та при можливості вивчення цієї сукупності як випадкового статичного ряду отриманні значення $KПЕС_{cp}$ можна використовувати для аналізу вірогідності сталого стану річки, тобто вірогідності перевищення $KПЕС_{cp}$ нулевого значення, відповідаючого межі

стійкості. Вірогідність стійкого стану річки будемо називати екологічною надійністю, котру визначимо за формулою [2]:

$$EH = \frac{1 - \chi^2}{(2N - M + 0.5\chi^2)} \quad (2)$$

де χ^2 — значення функції «хі-квадрат» при довірливої вірогідності, дорівнюється 0,9 (табл. 1); N — загальна кількість значень $KПЕС_{cp}$; M — число значень $KПЕС_{cp}$ менших критичного, нулевого значення.

Таблиця 1.

Значення показників екологічної надійності
для умов Луганської області

2M+2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
χ^2	4,6	6,3	7,8	9,2	10,6	12	13,4	14,7	16	17,3
2M+2	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
χ^2	18,5	19,8	21,1	22,3	23,5	44,8	26	27,2	28,4	29,6
2M+2	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
χ^2	30,8	32	33,2	34,4	35,6	36,7	37,3	39,1	40,3	41,4
2M+2	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
χ^2	42,6	43,7	44,9	46,1	47,2	48,4	49,5	50,7	51,8	52,9
2M+2	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
χ^2	54,1	55,2	56,4	57,5	58,6	59,8	60,9	62	63,2	64,4

Розподіл ймовірностей «хі-квадрат» прийнято у зв'язку з тим, що звичайна кількість вивчаючих ділянок річки не велике. При великому значенні N розподіл «хі-квадрат» зводиться до нормального розподілу. Якщо розрахунок за формулою дає від'ємне значення, то екологічна надійність приймається рівною нулю.

Виходячи з того, що складні технічні системи вважаються достатньо надійними при рівні надійності 0,90-0,95, можна запропонувати наступну кваліфікацію рівнів надійності при довірливій ймовірності 0,9:

- рівень високий: $EH \geq 0,9$;
- рівень приемності: $0,9 > EH \geq 0,8$;
- низький рівень: $EH < 0,8$.

Таким чином, запропонована методика оцінки екологічного стану включає оцінку як екологічної стійкості, так і екологічної надійності водних ресурсів.

До складу підсистем входять атмосферне повітря, ґрунти, підземні води, води ставків, водосховища та озера в басейнах річки та води річки. Кожну з розглядаючих підсистем можна поділити на ряд самостійних ділянок, тоді їх кількість зростає.

Таким чином екологічний стан водних ресурсів є інтегральною характеристикою геоекологічного стану водозбору басейну, котрий визначається антропогенним навантаженням на нього.

Виходячи з викладеного, вираз для річного об'єму стічних вод, представлені собою антропогенне навантаження, запишеться у вигляді:

$$W_{cm} = W_{cx} + W_{к.с} + W_{yp} , \quad (3)$$

де W_{cx} — річний об'єм сільськогосподарських стічних вод; $W_{к.с}$ — річний об'єм промислових та побутових вод, які потрапили крізь каналізаційну систему та фільтрацію; W_{yp} — річний об'єм вод, які змиваються з урбанізованих територій [2].

Другим фактором, який розглядався в рамках роботи, є біогенне навантаження. Озера, які піддаються евтрофуванню, іноді називають мертвими, але з біологічної точки зору це не правильно, оскільки загальна біопродуктивність фітопланктону може значно перевищувати аналогічний показник бентосної рослинності [3].

Винос біогенних речовин (до яких належать сполучення азоту, фосфору, калію та ін.) з поверхні водозбору здійснюється з рідким та твердим стоками [4]. Тому розглядається окремо винос біогенних речовин рідким і твердим стоком, а потім визначається сумарний винос цих речовин з поверхні водозбору за будь-який проміжок часу.

Загальна кількість біогенних речовин, які виносяться з рідким стоком, обчислюється за формулою:

$$P_B = 10^{-3} \cdot C \cdot W \cdot F , \quad (4)$$

де P_B — винос біогенних речовин з рідким стоком (кг); C — концентрація біогенних речовин у снігові або стоці (мг/л); W — об'єм стоку (м³/га); F — площа, для якої здійснюється розрахунок виносу біогенних речовин (га).

Концентрація біогенних речовин у снігові або стоці визначається за формулою:

$$C = (a \cdot D_n + b \cdot D_y) \cdot K_a , \quad (5)$$

де C — концентрація (мг/л), яка обчислюється окремо для кожної біогенної речовини; a — параметр розчинності біогенного елементу у стоці, (кг/л); D_n — вміст рухливих форм живильних речовин у

орному шарі, мг на 1 кг ґрунту; b — параметр переходу добрив у стік (мг/га) (цей параметр, зокрема для сполучень азоту, фосфору та калію наведений у табл. 1); D_y — частка мінеральних та органічних добрив (кг/га); K_a — коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічного фону на концентрацію біогенних речовин у стоці [6]. Визначається для окремих сполучень за табл. 2.

Таблиця 2.

Вміст рухомих форм N, P₂O₅ і K₂O в орному шарі ґрунту, мг/кг

	Тип ґрунту	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Сірі лісові ґрунти	23	75	70
2	Чорноземи опідзолені	34	91	100
3	Чорноземи вилужені	32	100	110
4	Чорноземи типові	47	118	150
5	Чорноземи південні	35	87	156

У табл. 3 наведені розраховані показники вмісту рухомих форм елементів для ґрунтів Луганської області.

Таблиця 3.

Параметр переходу добрив у стік (b) (мг·га)/(л·кг)

	Спосіб внесення добрив	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Восени під оранку	0,010	0,0013	0,003
2	Восени поверхово	0,085	0,0310	0,016
3	Восени поверхово по мерзлому ґрунту	0,216	0,0510	0,134
4	Весною по снігові, який тане	0,866	0,5940	0,784

Винос біогенних речовин з твердим стоком розраховується за такою формулою:

$$P_m = 10^{-3} \cdot m \cdot M \cdot F \quad , \quad (6)$$

де P_T — винос біогенних речовин з твердим стоком, (кг); F — площа, для якої здійснюється розрахунок виносу біогенних речовин (га); m — вміст біогенних речовин у твердому стоці мг на 1 кг наносів; M — модуль стоку наносів за деякий період (т/га) (це значення у розрахунках може бути використане у вигляді імовірнісних характеристик); 10^{-3} — коефіцієнт розмірності.

Загальний винос біогенних речовин знаходять, сумуючи винос біогенних речовин рідким і твердим стоками за формулою:

$$P_O = P_B + P_T \quad , \quad (7)$$

де P_O — загальний винос біогенних речовин (середній за період сівозміни) (кг).

У табл. 4 наведені розраховані показники вмісту рухомих форм елементів для ґрунтів Луганської області.

Таблиця 4.

Коефіцієнт, який характеризує вплив агротехнічного фону на вміст біогенних речовин у твердому стоці

	Агротехнічний фон	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Зяблева оранка	1,0	1,0	1,0
2	Плоскорізнана оранка	1,0	1,1	1,1
3	Озимі зернові	1,5	1,0	1,1
4	Багаторічні трави	1,1	1,1	1,5

З табл. 4 видно, що найбільші значення коефіцієнту вплив агротехнічного фону на вміст біогенних речовин у твердому стоці отримані для умов вирощування ніж умов технологічної обробки ґрунту.

В результаті виконання наукової роботи були зроблені наступні висновки:

1. Більшість водних об'єктів області характеризується нестабільністю якості води за мікробіологічними показниками.
2. Вміст радіонуклідів у водах не повинен перевищувати за цезієм-137 та стронцієм-90 — 2 Бк/дм³. У поверхневих водах Луганської області у 2009 році вміст радіонуклідів був нижчим за встановлені нормативи.
3. Забруднення по органічних сполуках та сольових показниках в водах басейну р. Сіверський Донець пояснюється стійким забрудненням річки внаслідок джерел забруднення.
4. Гідрохімічний стан річки Біленька не відповідає нормативам ГДК_{р/г} по сульфатам — 5,37 ГДК, хлоридам — 1,28 ГДК, сухому залишку — 1,69 ГДК, БСК₅ — 1,89 ГДК, кальцію — 1,24 ГДК, азоту амонійному — 2,01 ГДК, нітратам — 4,61 ГДК, залізу — 2,29 ГДК хрому шестивалентному — 8-9 ГДК. Періодично спостерігалися нафтопродукти (1-1,5 ГДК) та феноли (1,2 ГДК). Однак, внаслідок низької водності р. Біленька помітного впливу на стан Сіверського Дінця не справляє.
5. Розрахунок загального виносу біогенних речовин виконується з урахуванням коефіцієнту зменшення змиву цих речовин при використанні протиерозійних агротехнічних заходів. Середній коефіцієнт зменшення змиву застосовується звичайно для азоту — 0,5; для фосфору — 0,5; для калію — 0,5.

Література

1. Тимченко З. В. Методика комплексної оцінки екологічного стану малих річок // Статистичних моніторинг екологічного стану регіону, галузі. — Київ-Житомир, 1997. — С. 104-108.
2. Швец Г. І. Системний аналіз взаємозв'язку господарської діяльності - ерозія - сток // Водні ресурси. — 1998. — № 5. — С. 41-57.
3. Яцик А. В. Екологічні основи раціонального водокористування. — К.: Генеза, 1997. — 628 с.

*В. В. Адобовский
Э. Б. Краснодарский*

ВЛИЯНИЕ АНОМАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКВАТОРИЙ СИСТЕМЫ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Узкая прибрежная зона моря в Одесском регионе является районом интенсивной антропогенной деятельности. Вместе с гидротехническими сооружениями Одесского порта и промышленных предприятий, расположенных на Пересыпи — это около 25 км берегоукреплений, гаваней и бассейнов системы противооползневых сооружений (ПОС). В пределах береговой зоны Одессы существуют 2 морских выпуска хозбытовых сточных вод с дебитом до 0,5 млн. м³·сут.⁻¹, которые должны проходить очистку на станциях биологической очистки «Северная» и «Южная». Кроме того, имеется 12 выпусков дренажных вод с общим дебитом 50-60 тыс. м³·сут.⁻¹, а также выпуски ливневых вод, сброс которых происходит в районе уреза воды.

Заметное влияние на гидрологические характеристики в прибрежной зоне моря оказывают процессы гидротехнического строительства и рефулирования донных грунтов.

Гидрологические процессы на акваториях системы гидротехнических сооружений заметно отличаются от аналогичных процессов в открытых частях береговой зоны моря. Это во многом зависит от небольших глубин акваторий, различной степени ограниченности водообмена с открытыми частями моря, поступления в них значительных объемов дренажных и ливневых вод. Наблюдения за гидрологическими параметрами непосредственно в зоне гидротехнических сооружений, позволяет оценить их влияние, как

на сами эти сооружения, так и на хозяйственную деятельность в прибрежной зоне.

Систематические морские гидрологические наблюдения в зоне гидротехнических сооружений уже в течение 60 лет выполняются Морской геофизической лабораторией (МГФЛ) Одесского государственного экологического университета.

В течение последних лет наблюдается устойчивая тенденция изменения основных гидрологических параметров в прибрежной зоне моря (рис. 1).

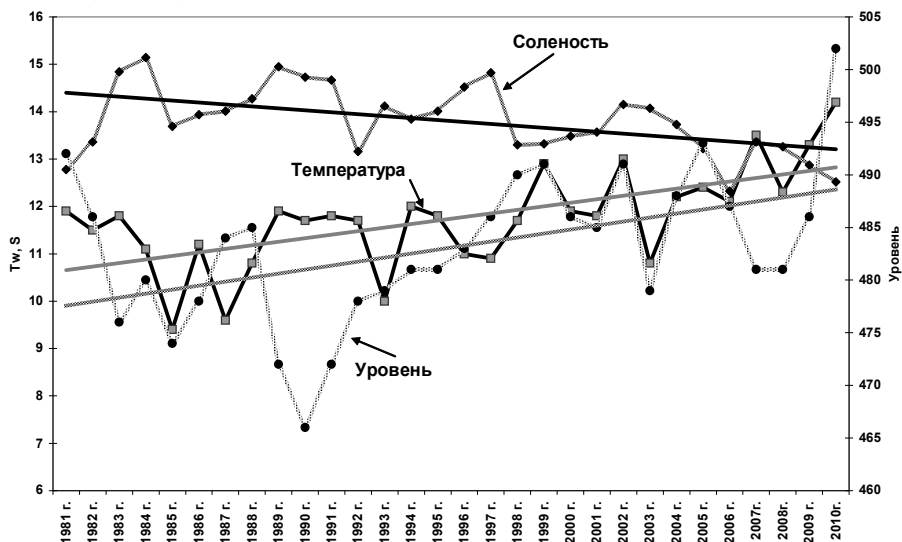


Рис. 1. Ход среднегодовых значений уровня, температуры и солености воды по данным МГФЛ, 1981-2010 гг.

Эта тенденция выражается в повышении уровня и температуры воды и в уменьшении ее солености. За последние 30 лет произошло повышение уровня моря на 6 см, температуры воды (T_w) на 1,7 °C и снижение солености поверхностного слоя воды на 1,1 ‰ (табл. 1).

Зима 2009-2010 гг. и лето 2010 г. отличались аномальными климатическими условиями. За зимний период выпала тройная норма осадков, что существенно увеличило поступление пресных вод в прибрежную зону моря. Значительное превышение количества осадков, по сравнению со среднемноголетними значениями, было отмечено в бассейнах всех рек, впадающих в северо-западную часть

Черного моря (СЗЧМ). Температура воздуха, особенно в летние месяцы, превышала норму.

Таблица 1.

Средние значения гидрологических элементов по данным МГФЛ

Период	Уровень, см	T_w , °C	S ‰
1981-1986 гг.	482	11,2	13,96
2006-2010 гг.	488	12,9	12,87
1981-2010 гг.	483	11,4	13,80
2010 г.	503	13,6	12,59

На общем фоне заметно выделяются основные характеристики гидрологического режима в 2010 г., который по многим параметрам можно считать аномальными.

Уровень моря, непрерывный рост которого отмечался у берегов Одессы со второй половины XIX века, после 2005 г. начал понижаться. В 2010 г. произошел резкий подъем уровня на 15-20 см, что явилось следствием выпадения больших сумм осадков и увеличением объема речного стока в СЗЧМ северо-западную часть Черного моря. Если за десятилетие, предшествующее 2010 г. объем стока в среднем был $253 \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-1}$, то только за первое полугодие 2010 г. он составил $197 \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-1}$, или 78 % от среднеегодового значения.

В 2010 г., одновременно с повышением уровня моря, понизилась соленость поверхностного слоя воды у побережья Одесского региона. Интенсивная солнечная радиация и высокие температуры воздуха способствовали росту температуры воды. Превышение средней за лето температуры воды над аналогичным значением за многолетний период составило $4,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Среднемесячное значение T_w в августе ($27,1 \text{ }^\circ\text{C}$) было максимальным за весь период наблюдений.

Именно со второй половины июля и до 20-х чисел августа 2010 г. отмечались самые высокие температуры воздуха и воды. Среднее значение максимальных температур воздуха во второй половине июля составило $31,2 \text{ }^\circ\text{C}$. В июле максимальное срочное значение T_w отмечено 23 июля — $28,4 \text{ }^\circ\text{C}$. Еще более высокие значения температуры воздуха отмечены в первой половине августа. Среднее значение максимальных температур воздуха за этот период составило $35,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Значения T_w в прибрежной зоне, в ряде случаев превышали $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Максимальное срочное значение T_w — $31,4 \text{ }^\circ\text{C}$ — отмечено 9 августа.

С середины марта до начала октября 2010 г. все значения T_w , осредненные по пентадам, были выше, чем за аналогичный период 2000-2009 гг. Прогрев водных масс в 2010 г. был настолько интенсивен, что после короткого перерыва, когда под влиянием ветровой циркуляции значения T_w понизились, в начале ноября они опять возросли. Среднемесячное значение T_w в ноябре (12,7 °С) было самым высоким за весь период наблюдений с 1951 г. и превышало среднемноголетнее значение на 3,9 °С. Большинство значений солёности воды, осредненных по пентадам, в 2010 г. были ниже аналогичных значений в 2000-2009 гг. В 2010 г. максимальное значение солёности отмечено 20 марта — 17,01 ‰, а минимальное 29 марта — 5,19 ‰.

На рис. 2, 3 показан ход значений температуры и солёности воды в прибрежной зоне моря, рассчитанных по пентадам, за период 2000-2009 гг. и в 2010 г.

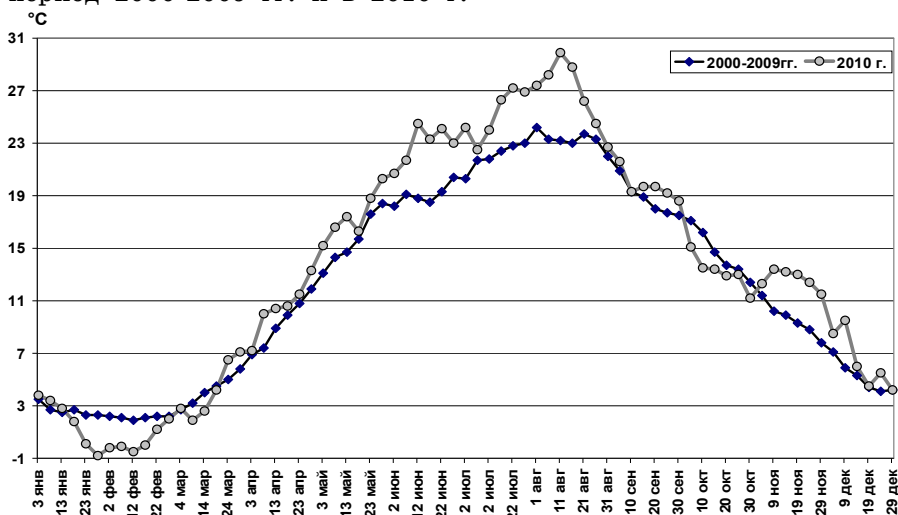


Рис. 2. Ход температуры воды поверхностного слоя (пентадные значения) в прибрежной зоне моря

В узкой прибрежной зоне, в которую входят акватории берегозащитных сооружений, большое значение имеет режим ветрового волнения. Ввиду того, что течения в прибрежной зоне имеют сравнительно небольшие скорости, основную роль в водообмене акваторий системы ПОС играет волнение и сопутствующие ему волновые течения. Кроме того, волнение оказывает решающее воздействие на

береговые процессы, включая перемещение и аккумуляцию влекомых наносов и материала пляжей. На рис. 4, 5 показана повторяемость высот значительных волн за год и за зимний период.

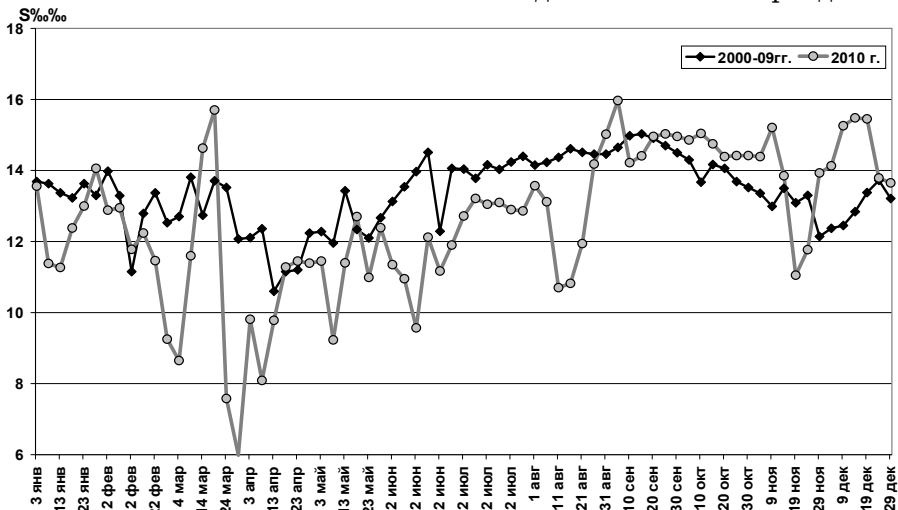


Рис. 3. Ход солёности поверхностного слоя воды (пентадные значения) в прибрежной зоне моря

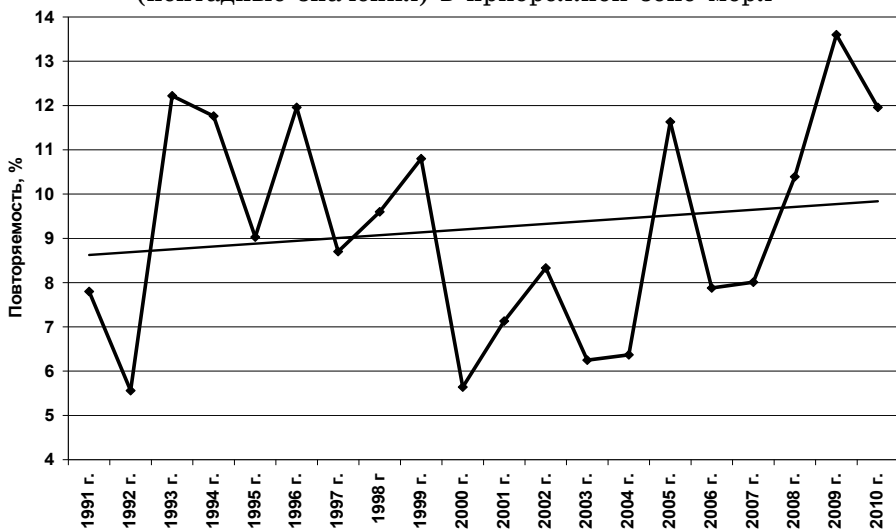


Рис. 4. Ход повторяемости ветрового волнения с высотами $H > 1,0$ м в прибрежной зоне моря

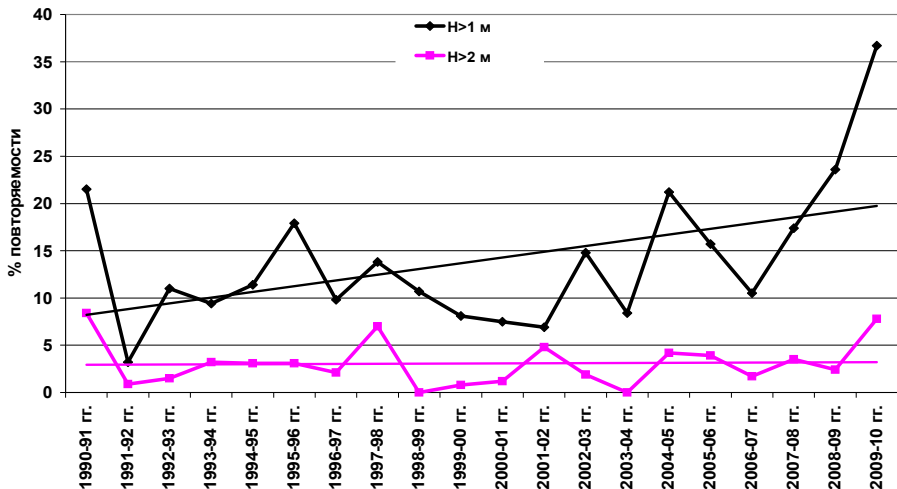


Рис. 5. Ход повторяемости штормового волнения в зимний период в прибрежной зоне моря

За последние 20 лет наблюдается тенденция увеличения повторяемости ветрового волнения с высотами волн, превышающими 1,0 м. Это отмечено, как в годовом ходе повторяемости, так и за зимний период, когда интенсивность ветрового волнения особенно велика.

На общем фоне выделяется интенсивность ветрового волнения в 2009 г. и в зимний период 2009-2010 гг. Средняя повторяемость ветровых волн с высотами более 1,0 м в 1991-2010 гг. составляет 9,2 %, а в 2009 г. — 13,6 %. За тот же период в зимние сезоны средняя повторяемость была 14,0 %, а зимой 2009-2010 гг. составила 36,7 %, что в 2,6 раза больше. В зимний сезон 2009-2010 гг. отмечено резкое увеличение повторяемости особенно значительного ветрового волнения с высотами волн более 2,0 м, которая составила 7,8 % по сравнению со средним значением 3,1 % за многолетний период.

При повышении уровня моря разрушение ветровых волн происходит ближе к берегу. Наряду с деградацией берегозащитных сооружений, и в частности с изменением глубины залегания блоков подводных волноломов в бассейнах системы ПОС, воздействие волнения на береговую полосу в последние годы усилилось, что и явилось одной из причин катастрофического размыва некоторых пляжей на участке прибрежной зоны от м. Ланжерон до м. Большой Фонтан.

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН КЛІМАТУ НА ТЕРМІЧНІ ПОКАЗНИКИ В УКРАЇНІ ЗА ПЕРІОД ДО 2030-2040 РР.

Вступ. Наприкінці минулого і початку поточного століття науковцями відзначаються значні зміни кліматичних умов на всій Земній кулі через потепління. На думку наукової спільноти серед багатьох причин зміни клімату основною є антропогенний вплив, що характеризується підвищенням викидів в атмосферу парникових газів. Кліматичний режим кожного регіону формується як синтез особливостей температури, вологості, опадів, вітру, які базуються на закономірностях розподілу радіаційного, теплового та водного балансів і впливу атмосферної циркуляції. Різноманітність і величезна кількість кліматоутворювальних факторів зумовлює стан клімату з дуже ускладненим спектром коливань, в яких детермінований характер мають гармоніки річного та добового ходу.

Дослідженнями особливостей різних процесів, за яких відбувається зміна волого-температурного режиму підстильної поверхні, займається широке коло дослідників, серед яких слід відзначити роботи Ю. А. Ізраєля, В. Ф. Логінова, А. М. Тарко, В. М. Волощука, Є. П. Школьного та ін. Було встановлено, що особливо велику роль в зміні клімату під час потепління відіграє зміна великомасштабної атмосферної циркуляції через те, що вона охоплює всі складові погодних умов [1-5].

Основними кліматичними характеристиками є середньомісячна температура повітря та сума опадів. Особливості зміни температури повітря та сум опадів є доброю характеристикою тих змін клімату, які спостерігаються.

За своїм географічним положенням, структурою народного господарства, станом довкілля Україна є однією з країн, для яких соціально-економічні наслідки зміни клімату можуть бути незворотними. Тому зміна кліматичних умов потребує подальшого дослідження.

Метою даного дослідження є визначення особливостей зміни температурного режиму на території України за період з 1890 по 2040 рр.

Методи та матеріали досліджень. Аналіз метеорологічних показників виконувався по основних агрокліматичних зонах України, які для деталізації характеристик по території були розбиті на

підзони. Для виявлення змін сучасних агрокліматичних умов були використані дані 175 метеорологічних станцій України. В якості часового масштабу прийнято інтервал у 30-40 років, через те що стан клімату характеризується середніми значеннями і станом мінливості, який характерний для такого інтервалу.

Аналіз тенденції зміни клімату виконувався шляхом порівняння середніх багаторічних характеристик метеорологічних та агрометеорологічних показників за чотири періоди: перший — до 1960 року, другий — з 1961 по 1990 рік, третій — з 1991 по 2005 рік, четвертий — до 2030-2040 рр. За базові значення для порівняння метеорологічних показників були взяті середні багаторічні величини за період до 1960 року. Метеорологічні показники на період від 2005 р. до 2030-2040 рр. розраховані за кліматичним сценарієм GFDL 30%.

Основними характеристиками температурного режиму були :

- дати переходу температури повітря через 0, 5, 10, 15 °C навесні та восени;
- тривалість періоду з температурами повітря вище 0, 5, 10, 15 °C;
- суми позитивних температур повітря за період з температурами вище 0 °C, вище 5 °C, вище 10 °C, від 5 до 15 °C навесні, від 15 до 5 °C восени, за період з температурою вище 15 °C;
- тривалість періоду з температурами від 5 до 15 °C навесні, від 15 до 5 °C восени;
- середня температура повітря січня, липня;
- амплітуда температур.

Результати досліджень і їх аналіз. Розрахунки термічних показників, перелічених вище, наводяться в табл. 1. Як видно із табл. 1 в датах переходу температури повітря через 0 °C по періодах в цілому суттєвої різниці не спостерігається. Тільки між періодами другим (1961-1990 рр.) та третім (1991-2005 рр.) в усіх регіонах України, окрім Полісся, відмінності у датах переходу є.

Досить помітна різниця в датах настання переходу температури повітря через 5 °C. Найменше відхилення спостерігатиметься між датами третього (1991-2005 рр.) та четвертого (2006-2040 рр.) періодів і становитиме до 20 днів в східному Поліссі та східному Лісостепу. Значні відхилення в датах між цими періодами до 33-36 днів спостерігатимуться в західному Лісостепу, на правобережжі Північного Степу та лівобережжі Південного Степу, Прикарпатті. В Криму — до 56 днів, в Закарпатті — до 61 дня.

В датах переходу температури повітря через 10 °C відмінності між першим періодом (до 1960 року) і другим періодом (1961-

1991 рр.) відзначались дуже незначні і в деяких районах, а саме: східних районах Полісся, Лісостепу, донецькому районі Північного Степу в Південному Степу та в Криму вони були однаковими або наставали раніше на 2-3 дні. В інших районах України дати переходу через 10 °C відзначались пізніше в другому періоді на 1-2 дні. Між третім (1991-2005 рр.) та другим (1961-1991 рр.) періодом знак відхилень по районах змінився на протилежний. Відхилення між датами переходу температури повітря через 10 °C значно зростає між датами третього та четвертого періодів. В цілому по Україні вони відрізняються по регіонах не значно і становлять 22-27 днів. Значно відрізняється Крим, де відхилення становитиме 32 дні та Закарпаття, де відхилення становитиме всього 18 днів.

Найбільша відмінність в датах переходу через 15 °C буде спостерігатись між третім та четвертим періодами в західному Поліссі та в західному Лісостепу і становитиме 34-35 днів, в центральному Поліссі, центральному Лісостепу та правобережжі Північного Степу, в Прикарпатті ця різниця становитиме 30-32 дні. В інших регіонах України різниця в датах переходу не перевищуватиме 29 днів. Відмінності в датах переходу через 15 °C за інші періоди відзначались тільки на лівобережжі Південного Степу та в Криму, де вони становили 5-6 днів.

Кількість днів із середньою температурою вище 15 °C збільшиться починаючи з Полісся, де вона становитиме 163 дні, до Південного Степу, де кількість днів збільшиться до 184. Тривалість періоду з температурами вище 15 °C збільшиться у порівнянні із сучасністю на 60 днів у Поліссі, Прикарпатті та Закарпатті, на 55-60 днів у Лісостеповій зоні, на 50-60 днів у Північному Степу і на 45 днів в Південному Степу, на 81 день у Криму.

Тривалість періоду із температурами вище 15 °C в середньому між періодами до 1960 року, 1961-1990 рр. та 1991-2005 рр. змінювалась мало. Лише в третьому періоді тривалість була коротшою, ніж у попередній період, особливо в Північному Степу та центральному і східному районах Лісостепу — на 4-6 днів. Збільшення тривалості періоду відзначалось тільки в західному Поліссі на 10 днів та Прикарпатті — на 6 днів.

За сценарієм тривалість періоду збільшиться у порівнянні з попереднім періодом на 52-60 днів. Лише на правобережжі Південного Степу та в Прикарпатті збільшення тривалості періоду становитиме 45-50 днів.

Як уже вказувалось, при характеристиці кожного з періодів та порівнянні тривалості періодів з температурами вище 0, 5, 10, 15 °С на початку розділу, відмінність тривалості періодів найбільше позначилась на тривалості періоду з температурами вище 0 °С, вище 5 °С, вище 10 °С, вище 15 °С між третім та четвертим періодами. Найсуттєвіші зміни відбудуться в тривалості періоду з температурами вище 0 °С. Тривалість періоду значно збільшиться в четвертому періоді в порівнянні з третім — до 102-105 днів в західному та центральному Лісостепу, на лівобережжі і в донецькому районі Північного Степу. На 90-93 дні збільшиться тривалість періоду в Прикарпатті та в центральному Поліссі. В інших районах збільшення тривалості періоду становитиме 83-88 дні. В Криму тривалість зміниться найменше, всього на 64 дні.

Тривалість періоду з температурами вище 5 та вище 10 °С за сценарієм в четвертому періоді збільшиться у порівнянні з третім і коливатиметься від 52 до 56 днів в Поліссі, східному Лісостепу до 63-70 днів в західному Лісостепу, правобережжі Північного Степу. В Південному Степу та східному Лісостепу тривалість періоду з температурами вище 5 °С збільшиться за сценарієм до 74-76 днів, в Криму — до 116 днів. Тривалість періоду з температурами вище 10 °С на 73 дні збільшиться в донецькому районі Північного Степу та на 79 днів в Криму.

Основним показником забезпечення рослин теплом є суми температур. По сумах температур вище 0 °С можна оцінювати характер весни, вище 5 °С — теплових ресурсів вегетаційного періоду, вище 10 °С — забезпеченість теплом періоду активної вегетації теплолюбних культур. Слід зауважити, що при аналізі сум температур необхідно пам'ятати, що опиратися тільки на суми температур для оцінки умов зростання і розвитку рослин не можна, через те, що сума температур може бути однаковою в двох районах, але буде різною її сільськогосподарська значущість, якщо температура найтеплішого місяця буде відрізнятись. Сума температур, яка перевищує порогові значення, прямо залежить від тривалості відповідного періоду.

Суми температур повітря з температурами вище 0 °С за період від переходу температури через 0 °С навесні до переходу через 0 °С восени, вище 5 °С за період від дати переходу через 5 °С навесні до такої ж дати восени, вище 10 °С за період між датами переходу через 10 °С, навесні та восени, вище 15 °С за період між датами переходу через цю межу навесні та восени наводиться в табл. 2.

Таблиця 1.

Температурний режим природно-кліматичних районів України за період 1890-2040 рр.

Природно-кліматичний район		Дати стійкого переходу температури повітря через								Тривалість періоду з температурами повітря вище			
		весна				осінь							
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	15 °C	10 °C	5 °C	0 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Період до 1960 р.													
Полісся	Західне	14.03	06.04	26.04	23.05	04.09	02.10	29.10	29.11	258	206	159	104
	Центральне	19.03	09.04	28.04	25.05	03.09	30.09	25.10	23.11	248	199	155	100
	Східне	24.03	11.04	26.04	22.05	04.09	29.09	23.10	17.11	237	195	155	105
Лісостеп	Західний	14.03	07.04	26.04	25.05	05.09	02.10	27.10	26.11	254	203	159	103
	Центральний	17.03	06.04	25.04	20.05	09.09	05.10	28.10	23.11	250	205	163	112
	Східний	22.03	09.04	25.04	17.05	08.09	01.10	24.10	18.11	240	198	159	114
Північний Степ	Правобережжя	12.03	02.04	21.04	12.05	18.09	11.10	02.11	27.11	258	213	173	128
	Лівобережжя	19.03	06.04	22.04	12.05	14.09	06.10	27.10	20.11	245	204	167	125
	Донецький	19.03	05.04	22.04	10.05	15.09	07.10	28.10	21.11	246	205	168	128
Південний Степ	Правобережжя	03.03	28.03	18.04	09.05	24.09	19.10	12.11	09.12	280	228	184	138
	Лівобережжя	08.03	30.03	19.04	10.05	22.09	16.10	08.11	05.12	271	221	180	135
Крим		27.02	27.03	20.04	14.05	23.09	21.10	16.11	23.12	298	233	184	132
Прикарпаття		09.03	03.04	24.04	23.05	06.09	06.10	01.11	27.12	262	211	165	106
Закарпаття		24.02	19.03	14.04	10.05	20.09	18.10	14.11	16.12	294	240	187	133
II. Період від 1961 по 1990 рр.													
Полісся	Західне	14.03	30.03	26.04	26.05	05.09	04.10	30.10	30.11	261	213	161	102
	Центральне	16.03	01.04	26.04	21.05	05.09	02.10	26.10	24.11	254	208	159	107
	Східне	19.03	03.04	26.04	20.05	04.09	26.09	23.10	20.11	247	203	153	107
Лісостеп	Західний	16.03	01.04	27.04	29.05	05.09	04.10	28.10	28.11	257	210	160	99
	Центральний	15.03	29.03	21.04	15.05	09.09	06.10	28.10	29.11	260	212	168	117
	Східний	17.03	29.03	22.04	12.05	09.09	01.10	24.10	24.11	252	208	162	120
Північний Степ	Правобережжя	11.03	27.03	19.04	10.05	16.09	11.10	01.11	04.12	268	220	175	129
	Лівобережжя	14.03	28.03	19.04	09.05	14.09	07.10	27.10	30.11	260	212	171	128
	Донецький	16.03	28.03	19.04	09.05	15.09	05.10	26.10	29.11	259	212	169	129
Південний Степ	Правобережжя	02.03	22.03	17.04	08.05	24.09	18.10	13.11	14.12	287	238	184	139
	Лівобережжя	06.03	25.03	17.04	09.05	21.09	15.10	08.11	13.12	282	229	181	135

Крим		28.02	23.03	16.04	10.05	22.09	17.10	24.11	26.12	301	247	184	135
Прикарпаття		11.03	27.03	25.04	27.05	06.09	07.10	02.11	30.11	264	219	165	102
Закарпаття		14.02	19.03	11.04	09.05	18.09	18.10	14.11	08.12	297	240	190	132
III. Період від 1991 по 2005 рр.													
Полісся	Західне	23.02	05.04	22.04	22.05	05.09	06.10	02.11	01.12	280	216	167	106
	Центральне	26.02	06.04	22.04	21.05	06.09	01.10	29.10	26.11	278	206	162	107
	Східне	07.03	07.04	23.04	25.05	06.09	30.09	24.10	23.11	261	200	160	103
Лісостеп	Західний	27.02	05.04	23.04	21.05	04.09	05.10	01.11	26.11	272	210	165	106
	Центральний	03.03	30.03	19.04	17.05	09.09	03.10	27.10	21.11	265	212	168	115
	Східний	06.03	04.04	20.04	21.05	08.09	02.10	26.10	20.11	259	205	165	110
Північний Степ	Правобережжя	25.02	28.03	16.04	15.05	18.09	12.10	06.11	01.12	278	224	179	126
	Лівобережжя	06.03	01.04	17.04	15.05	15.09	07.10	30.10	21.11	260	213	173	123
	Донецький	06.03	02.04	16.04	16.05	16.09	08.10	30.10	22.11	261	210	176	123
Південний Степ	Правобережжя	16.02	19.03	14.04	10.05	25.09	20.10	12.11	06.12	292	238	188	138
	Лівобережжя	22.02	24.03	16.04	14.05	25.09	17.10	10.11	30.11	282	232	184	134
Крим		08.02	16.03	15.04	16.05	27.09	24.10	18.11	06.12	310	250	192	134
Прикарпаття		23.02	31.03	23.04	23.05	07.09	07.10	03.11	27.11	276	216	169	108
Закарпаття		09.02	16.03	15.04	07.05	20.09	18.10	14.11	01.12	295	244	186	136
IV. Період до 2030-2040 рр. за кліматичним сценарієм													
Полісся	Західне		02.03	19.03	25.04	11.10	29.10	25.11		365	268	224	169
	Центральне		02.03	22.03	24.04	08.10	23.10	20.11		365	263	215	167
	Східне	25.02	04.03	23.03	25.04	05.10	26.10	13.11		343	254	217	163
Лісостеп	Західний		26.02	18.03	05.05	09.10	28.10	03.12		365	282	224	157
	Центральний		01.03	21.03	23.04	09.10	27.10	25.11		365	270	220	170
	Східний	23.02	03.03	24.03	25.04	07.10	25.10	16.11		346	257	215	164
Північний Степ:	Правобережжя		10.02	09.03	23.04	20.10	07.11	08.12		365	292	242	180
	Лівобережжя		27.02	17.03	23.04	14.10	29.10	25.11		365	272	226	174
	Донецький		26.02	16.03	23.04	15.10	02.11	27.11		365	276	231	175
Південний Степ:	Правобережжя		10.02	05.03	23.04	24.10	10.11	13.12		365	308	250	184
	Лівобережжя		15.02	09.03	24.04	24.10	11.11	15.12		365	304	247	183
Крим				28.02	22.04	28.10	25.11			365	365	271	189
Прикарпаття			26.02	16.03	02.05	10.10	29.10	05.12		365	283	228	160
Закарпаття			17.02	03.03	09.04	19.10	05.11	05.01		365	338	247	193

Таблиця 2.

Суми температур вище 0, 5, 10, 15 °С та середні температури січня і липня по зонах України

Природно-кліматичний район		Сума позитивних температур вище				Тривалість періоду, дні		Температура повітря, °С		
		0 °С	5 °С	10 °С	15 °С	від 5 до 15 °С	від 15 до 5 °С	січень	липень	амплітуда
1		14	15	16	17	18	19	20	21	22
I. Період до 1960 р.										
Полісся	Західне	2947	2817	2305	1804	47	55	-4,9	18,6	23,5
	Центральне	2911	2791	2465	1762	45	52	-5,9	18,7	24,6
	Східне	2908	2802	2515	1880	41	49	-7,0	19,1	26,1
Лісостеп	Західний	2950	2825	2482	1760	48	52	-5,3	18,5	23,8
	Центральний	3094	2982	2679	2032	44	49	-5,8	19,5	25,3
	Східний	3050	2974	2666	2098	38	46	-7,0	19,9	26,9
Північний Степ	Правобережжя	3460	3351	3036	2479	40	45	-5,0	21,5	26,5
	Лівобережжя	3330	3227	2948	2464	36	43	-6,6	21,3	27,9
	Донецький	3391	3289	3005	2498	35	43	-6,6	21,9	28,5
Південний Степ:	Правобережжя	3792	3669	3324	2746	42	49	-3,3	22,7	26,0
	Лівобережжя	3723	3604	3278	2723	41	47	-3,8	23,0	26,8
Крим		3780	3693	3330	2672	48	53	-1,6	22,6	24,2
Прикарпаття		3095	2950	2620	1867	50	56	-5,1	18,8	23,9
Закарпаття		3680	3542	3148	2460	52	55	-2,9	20,6	23,5
II. Період від 1961 по 1990 рр.										
Полісся	Західне	3039	2918	2476	1757	57	55	-5,0	17,9	22,9
	Центральне	3017	2901	2506	1825	50	51	-6,0	18,1	24,1
	Східне	2955	2842	2477	1862	47	49	-7,5	18,4	25,9
Лісостеп	Західний	2980	2857	2453	1689	58	53	-5,4	17,7	23,1
	Центральний	3224	3094	2720	2082	47	49	-5,6	19,2	24,8
	Східний	3162	3056	2707	2135	44	45	-6,9	19,5	26,4
Північний Степ	Правобережжя	3628	3386	3025	2424	44	46	-4,8	20,6	25,4
	Лівобережжя	3400	3274	2950	2433	42	4	-6,1	20,8	26,9
	Донецький	3440	3313	3001	2446	42	42	-6,1	21,2	27,3

Південний Степ:	Правобережжя	3800	3659	3272	2666	47	50	-2,7	21,7	24,4
	Лівобережжя	3754	3624	3278	2723	45	48	-3,3	22,3	25,6
Крим		3894	3723	3282	2636	48	63	-1,3	22,0	23,3
Прикарпаття		3086	2974	2541	1759	61	57	-5,1	18,1	23,2
Закарпаття		3712	3574	3107	2456	51	57	-2,8	20,0	22,8
III. Період від 1991 по 2005 рр.										
Полісся	Західне	3140	2996	2688	1895	47	58	-2,3	19,1	21,4
	Центральне	3077	2861	2582	1902	45	54	-3,0	19,4	22,4
	Східне	3023	2893	2586	1875	49	48	-4,0	20,0	24,0
Лісостеп	Західний	3057	2935	2578	1853	47	58	-2,9	18,9	21,8
	Центральний	3227	3136	2817	2113	49	49	-3,4	20,4	23,7
	Східний	3170	3064	2744	2039	47	48	-4,1	20,8	24,9
Північний Степ	Правобережжя	3553	3456	3100	2445	49	48	-2,8	22,3	25,1
	Лівобережжя	3409	3356	3010	2372	44	46	-4,0	22,1	26,1
	Донецький	3424	3364	3055	2390	44	44	-4,0	22,6	26,6
Південний Степ:	Правобережжя	3907	3771	3388	2769	52	48	-1,7	22,9	24,6
	Лівобережжя	3819	3690	3322	2707	52	46	-1,9	23,7	25,6
Крим		3957	3803	3415	2706	61	52	-0,3	23,5	23,8
Прикарпаття		3181	3050	2680	1928	53	57	-2,8	19,4	22,2
Закарпаття		3846	3634	3227	2612	52	55	-1,2	21,2	22,4
IV. Період до 2030-2040 рр. за кліматичним сценарієм										
Полісся	Західне	4611	4238	3880	3190	54	45	3,7	19,2	15,5
	Центральне	4453	4170	3766	3174	53	43	2,6	19,2	16,6
	Східне	4384	4122	3836	3183	52	39	1,3	19,9	18,6
Лісостеп	Західний	4655	4379	3936	3102	66	57	3,9	19,2	15,3
	Центральний	4772	4453	4073	3432	53	47	3,2	20,6	17,4
	Східний	4612	4322	3968	3362	53	40	1,8	21,0	19,2
Північний Степ:	Правобережжя	5449	5077	4755	3926	63	48	6,2	22,9	16,7
	Лівобережжя	5116	4720	4372	3714	57	45	5,2	23,0	17,8
	Донецький	5116	4831	4476	3784	57	44	5,2	23,2	18,0
Південний Степ:	Правобережжя	5602	5304	4930	4069	72	51	7,2	23,3	16,1
	Лівобережжя	5766	5619	4924	4113	68	52	7,0	24,1	17,1
Крим		6084	6084	5289	4238	53	123	10,0	24,1	14,1

Як видно (табл. 2), найбільші відмінності в сумах температур будуть за період з температурами вище 0 °С між третім та четвертим періодом і коливатимуться в межах від 1350-1450 °С в Поліссі, до 1700-1858 °С — в Північному Степу. Різниця в сумах температури вище 0 °С в інші періоди не перевищувала 110 °С.

Сума температур за період між датами переходу через 5 °С навесні та восени зростатиме за період від 2006 по 2040 рр. в Північному та Південному Степу, в Криму — на 1250-1450 °С та 1600-1850 °С відповідно. В Поліссі та Лісостепу зростання сум температур вище 5 °С становитиме 1190-1250 °С. Зростання сум температур за період із температурами вище 5 °С в період 1991-2005 рр. у порівнянні з другим найвідчутніше було на правобережжі Південного Степу до 110 °С.

За період з температурами вище 10 °С зростання сум температур в четвертому періоді за кліматичним сценарієм у порівнянні з третім спостерігатиметься з півночі на південь від 1190 °С в Поліссі до 1600 °С в Північному Степу. Найвідчутніше зросте сума температур на правобережжі Північного Степу (до 1655 °С) та в Криму (до 1874 °С). Порівняння сум температур вище 10 °С між третім та другим періодами спостережень показало, що в третьому періоді найвідчутніше ці суми зростали у західному та східному Поліссі (212 та 109 °С відповідно), на правобережжі Південного Степу зростання сум відзначалося на рівні 116 °С. В інших районах України це зростання не перевищуватиме 70-90 °С, в східному Лісостепу та на лівобережжі Південного Степу — 35-40 °С.

Аналіз показав, що характер карт, побудованих для сум температур, отриманих за кліматичним сценарієм, вище 5 °С та вище 10 °С досить подібний. Якщо порівняти суми температур вище 10 °С, які накопичуються в наш час (період з 1991 по 2005 рр.) (рис. 1) з сумами температур вище 10 °С, які очікуються за кліматичним сценарієм (рис. 2), то видно, що суми температур за період активної вегетації за кліматичним сценарієм зростуть в усіх регіонах, але зростання буде різним. Так, в західному Поліссі, Закарпатті суми зростуть на 1350 °С, в центральному та східному Поліссі і в центральному Лісостепу зростання відбудеться на 1200-1250 °С. На правобережжі Північного Степу суми збільшаться на 1360 °С, на лівобережжі — на 1650 °С, в донецькому районі — на 1420 °С, в Південному Степу суми температур зростуть на 1550-1600 °С, в Криму — на 1850 °С.

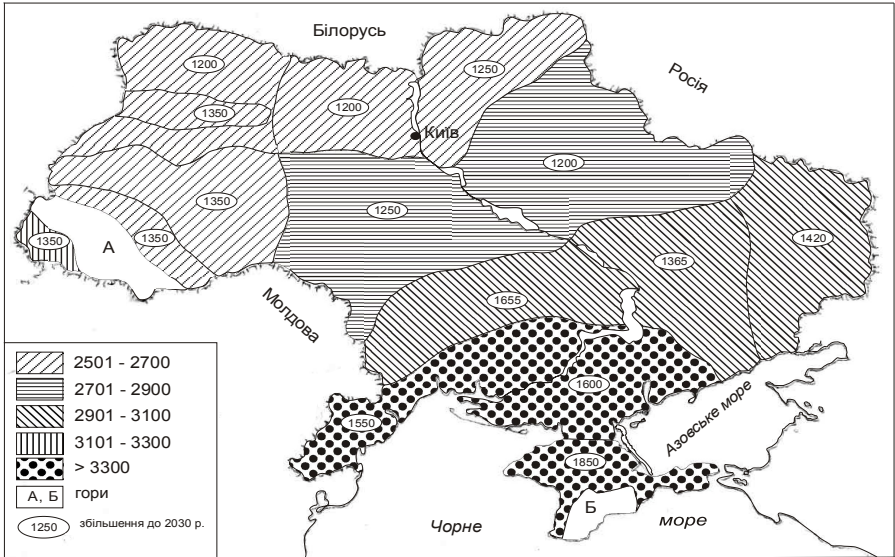


Рис. 1. Сума температур повітря вище 10 °С за період 1991-2005 рр.

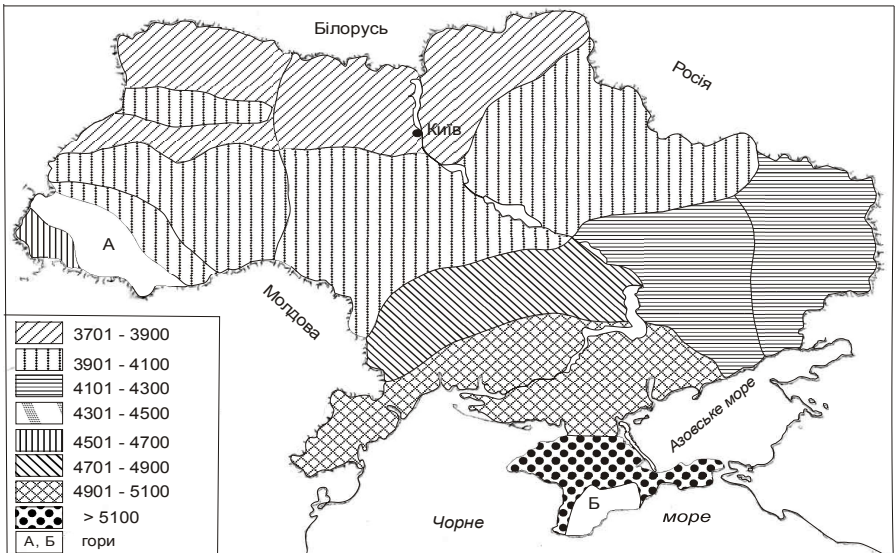


Рис. 2. Сума температур повітря вище 10 °С за кліматичним сценарієм до 2030-2040 рр.

Порівняння сум температур за період з температурами вище 15 °С показало, що в періоді з 1961 по 1990 рр. у порівнянні з періодом до 1960 р. відзначалось зменшення сум температур в західному і східному Поліссі, західному Лісостепу, на правобережжі і в донецькому районі Північного Степу, на правобережжі Південного Степу і в Криму на 35-45 °С, в Прикарпатті — на 108 °С. В той же час збільшення сум температур спостерігалось в центральному Поліссі, в центральному і східному Лісостепу, на лівобережжі Північного Степу від 10 до 60 °С.

В третій період, у порівнянні з другим періодом зниження сум температур вище 15 °С уже спостерігалось тільки в східному Лісостепу, лівобережжі, донецькому районі Північного Степу та лівобережжі Південного Степу — на 20-50 °С. В інших районах відбувалось зростання сум температур вище 15 °С з різною інтенсивністю. Найбільше зростання відзначалось в західному Поліссі, західному Лісостепу та на правобережжі Південного Степу — на 100-160 °С.

Найбільше зростуть суми температур вище 15 °С за кліматичним сценарієм в період до 2030-2040 рр. у порівнянні з періодом 1991-2005 рр. В Поліссі зростання сум температур буде відбуватись на 1270 °С в центральному районі, на 1300 °С — в східному. В Лісостеповій зоні зростання буде на 1280 °С в західному і східному районах, на 1320 °С — в центральному. В Північному Степу суми температур зростуть до 1380-1480 °С. В південному Степу — від 1290 °С на правобережжі, до 1415 °С на лівобережжі. В Криму зростання сум температур досягне 1550 °С.

Середня температура січня за період 1991-2005рр. по території України коливалась від -0,1 в Криму та Закарпатті до -4,0 °С — в східному Поліссі і східному Лісостепу. Порівняння температури січня за всі періоди показало, що зростання середньої температури за січень спостерігалось поступово від першого періоду до четвертого періоду.

Найбільш суттєва різниця в зростанні середньої температури січня спостерігається між третім та четвертим періодом і становить від 5,2 °С в Поліссі до 8-10 °С в Південному Степу та в Криму.

За кліматичним сценарієм середня температура січня підвищиться по всій території України і набуде позитивних значень. Найменше підвищення температури відбудеться в центральному і східному Поліссі та східному Лісостепу від 5,6-5,9 до 4,0 °С. В західних районах Полісся, центральному районі Лісостепу та в Закарпатті

температура січня підвищиться на 6,0-6,8 °С. В Північному Степу підвищення температури буде на рівні 9,0 °С. В інших районах Північного Степу та в Південному Степу підвищення становитиме 8,2-8,9 °С. Найбільше підвищиться температура січня в Криму — на 10,3 °С.

Середня температура липня між першим та другим періодами знизилась на всій території України від 0,3 до 0,9 °С. Між другим та третім періодом — зросла в усіх регіонах на 1,2-1,7 °С. Найвідчутніше зростання середньої температури липня за третій період відбулось в Північному Степу.

У порівнянні з періодом від 1991 по 2005 рр. температура повітря в липні за сценарієм зросте — на 0,3-0,6 °С у більшості районів України, а в центральному та східному Поліссі навіть зменшиться на 0,1-0,2 °С.

Порівняння амплітуди температур по періодах до 1960 р., від 1961 по 1991 рр. та від 1991 до 2005 рр. показало, що амплітуда температур по періодах майже не змінювалась, або незначно зменшувалась. В розрахунках за сценарієм зменшення буде відчутним в період до 2030-2040 рр. у порівнянні з періодом від 1991 до 2005 рр. Сучасне потепління для всієї України характеризується зменшенням річної амплітуди, що значно пом'якшить континентальність клімату

Висновки. Зростання сум температур за кліматичним сценарієм змінить картину розподілу кліматичних поясів. Всі підпояси змістяться на один в сторону півночі і в Південному Степу умови будуть відповідати помірно-жаркому підпоясові субтропічного поясу. Таке зміщення поясів сприятиме значним змінам типів рослинності, у тому числі і в наборі сільськогосподарських культур. Але давати подібний прогноз тільки за сумами температур буде некоректно. Необхідно пам'ятати, що теперішні агрокліматичні зони в Україні виділені з врахуванням умов, необхідних для вирощування сучасних сільськогосподарських культур, які адаптовані до певного рівня зволоження, типу ґрунтів та методів агротехніки. Тому необхідно розглянути зміну умов зволоження за зміни клімату в Україні.

Література

1. Израэль Ю. А., Антохин Ю. А. и др. Последствия изменения климата для России // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений. — М.: Наука, 2001. — С. 40-64.

2. Логинов В. Ф. Причины и следствия климатических изменений. — Минск: Наука і тэхніка, 1992. — 320 с.
3. Тарко А. М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 231 с.
4. Волощук В. М., Бойченко С. Г. Вплив загального глобального потепління клімату на середньорічну інтенсивність атмосферних опадів в Україні. // Доп. АН України. — 1998. — № 6. — С. 125-130.
5. Гончарова Л. Д., Решетченко С. І. Зміни середньомісячної температури повітря впродовж другої половини ХХ століття на території лівобережної України // Вісник ОДЕКУ. — 2009. — Вип.8. — С. 79-89.

Резюме

На основании анализа материалов наблюдений 175 гидрометеорологических станций Украины путем сравнения средних многолетних характеристик метеорологических и агрометеорологических показателей — температурного режима были выявлены тенденции их изменения за период от 1890 до 2030-2040 г.г.

*О. И. Сенькова
Т. С. Коломеец*

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ В 2011 ГОДУ

Озимый рапс

В августе 2010 года преобладала необычно жаркая (на 4-5⁰ выше нормы) сухая погода. Лишь 29-30 августа наблюдались ливневые осадки. Сумма их не превысила 12-48 % месячной нормы. После длительного отсутствия дождей их было крайне недостаточно, чтобы существенно увлажнить почву. В связи с почвенной засухой проведение сева озимого рапса в оптимальные сроки (5-20 августа) было нецелесообразным.

Осадки, выпавшие в первой декаде сентября, на большинстве площадей, предназначенных под посев озимого рапса урожая 2011 года, пополнили запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы до 12-19 мм. Однако для появления дружных всходов они были недостаточными. На ряде площадей увлажнение верхнего слоя

почвы оставалось неудовлетворительным — 2-5 мм. И лишь местами запасы продуктивной влаги в почве пополнились до 23-32 мм и обеспечивали своевременное появление всходов и первоначальное развитие культуры.

В хозяйствах области озимый рапс сеяли во второй половине сентября. В этот период преобладала сухая погода. Осадки, выпавшие 19-20 сентября, были малоэффективными. Из-за недостаточной влагообеспеченности посевов всходы задерживались. Неблагоприятные условия для произрастания озимого рапса из-за недостаточного увлажнения почвы наблюдались и в третьей декаде сентября. По данным наблюдений метеостанций у озимого рапса, посеянного 10-15 сентября, всходы появились 26-30 сентября. Состояние культуры было удовлетворительное и плохое. И только осадки, выпавшие 29-30 сентября, на большинстве площадей прекратили почвенную засуху.

В октябре, в связи с преобладанием холодной, в отдельные периоды очень холодной для данного времени погоды, условия для формирования полноценной розетки были неблагоприятными. В первой пятидневке октября у озимого рапса появился 1-й настоящий лист. В дальнейшем темпы развития растений из-за недостатка эффективного тепла сдерживались. В то же время выпадавшие в течение октября осадки способствовали пополнению запасов продуктивной влаги в пахотном слое почвы и уже на 18 октября они были достаточными и оптимальными — 23-40 мм.

В первой декаде ноября температурный режим значительно повысился, и до конца месяца преобладала необычно теплая солнечная погода. Оптимальный температурный режим и достаточные запасы полезной влаги в почве способствовали активной вегетации озимого рапса. На большинстве площадей значительно улучшилось состояние посевов. В то же время для прохождения стадий закалки растений перед уходом в зиму условия были неблагоприятными, в связи с очень теплой пасмурной погодой в третьей декаде ноября и резким понижением температуры воздуха до отрицательных значений в первой пятидневке декабря.

Прекращение вегетации озимого рапса по температурным условиям произошло позже средних многолетних дат: в северных и центральных районах 26 ноября - 1 декабря (на 9-11 дней), в южных и юго-западных — 10-11 декабря (на 14-18 дней).

В первой половине зимы (декабрь 2010 г. - 25 января 2011 г.) перезимовка озимого рапса проходила удовлетворительно. В пери-

оды сильных морозов поля были укрыты снежным покровом высотой 2-9 см. По данным отращивания проб озимого рапса, взятых с полей 25 января 2011 года метеостанциями области, гибели растений и изреженности более 10 % не обнаружено.

Сложные агрометеорологические условия для перезимовки озимого рапса наблюдались во второй половине февраля. После аномально теплой погоды в период 5-12 февраля зимостойкость растений ухудшилась. 13 февраля в результате затока арктического воздуха температурный режим понизился на 5-6°. 15 февраля среднесуточная температура воздуха составила 7-10° мороза и оказалась на 6-8° ниже нормы. Снежный покров на полях отсутствовал. Минимальная температура воздуха в период 15-17 февраля в северных и восточных районах понижалась до 15-16° мороза, на остальной части территории области — до 12-13° мороза. Негативное действие низких температур воздуха усиливалось сильным северным ветром (16-22 м/с). Таким образом, условия для перезимовки озимого рапса были неблагоприятными, в северных и восточных районах области — опасными. Неблагоприятные условия для перезимовки озимого рапса оставались и в третьей декаде февраля, в связи с очень холодной (на 4-6° ниже нормы), устойчиво морозной и сухой погодой. Средняя высота снежного покрова, образовавшегося в северных и центральных районах 18 февраля, в юго-западных — 23 февраля, не превышала 1-9 см. Глубина промерзания почвы на 20 февраля составляла 13-34 см. О неблагоприятных условиях перезимовки озимого рапса свидетельствовали и результаты отращивания проб озимого рапса, взятых с полей 25 февраля 2011 года. На части площадей в северных и восточных районах у растений обнаружено повреждение точки роста и значительная изреженность (20-30 %).

В первой декаде марта еще сохранялся зимний режим погоды. Во второй декаде марта, в связи с повышением температурного режима, снег сошел с полей, почва оттаяла на полную глубину. Слабое отрастание свежей зелени у озимого рапса началось 22-24 марта. Из-за резких перепадов температур (5-9°) во второй и третьей декадах марта, и как следствие неоднократного замерзания и оттаивания верхних слоев почвы, на ряде площадей у растений наблюдалось разрушение корневой системы и листовой поверхности. По результатам весеннего обследования на большинстве площадей озимый рапс находился в фазе формирования розетки.

Состояние посевов преобладало удовлетворительное. На части площадей озимый рапс возобновил вегетацию в фазе всходов. Состояние его оценивалось как плохое. Запасы влаги на начало весны в пахотном слое почвы были достаточными (26-30 мм), в метровом — удовлетворительными (122-140 мм).

В первой половине апреля из-за слабого нарастания эффективного тепла условия для активной вегетации озимого рапса были неблагоприятными. В тоже время дожди способствовали пополнению запасов продуктивной влаги. 14-20 апреля у озимого рапса начался рост стебля, что на 10 дней позже средних многолетних дат. С 16 апреля начался интенсивный прогрев воздуха. Улучшились условия для произрастания культуры. 24-26 апреля на большинстве площадей у озимого рапса образовались соцветия, а 28-30 апреля началось цветение, в сроки близкие к средним многолетним датам. Высота растений на момент появления соцветий составляла 34-36 см, к началу цветения — 72-74 см. В то же время из-за отсутствия осадков и очень сухого воздуха в третьей декаде апреля происходило интенсивное испарение влаги из верхних слоев и снижение запасов полезной влаги в более глубоких слоях. На 28 апреля в метровом слое почвы они уменьшились до недостаточных и составили 90-95 мм. На части площадей запасы влаги оставались на уровне удовлетворительных — 115-120 мм.

Погодные условия первой половины мая благоприятствовали произрастанию озимого рапса. 18-20 мая у него образовались первые стручки. Высота растений возросла до 158-160 см. Во второй половине мая повышенный температурный режим и отсутствие осадков способствовали возникновению засушливых явлений. Условия для вегетации и формирования полноценного урожая ухудшились. У растений отмечалось преждевременное пожелтение листьев, засыхание и опадание завязей. В первой декаде июня, в связи с высокими дневными температурами (30-34⁰), отсутствием осадков, низкой относительной влажностью воздуха (30 % и менее), суховейные явления усилились. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы уменьшились до недостаточных — 40-50 мм, местами до критических для растений значений — 14-20 мм. Неблагоприятные условия для произрастания озимого рапса наблюдались и во второй декаде июня. Ливневые осадки, выпавшие в первой половине декады, были малоэффективными. Пополнения запасов продуктивной влаги в почве на большинстве площадей не

наблюдалось. Вследствие недостаточного увлажнения почвы и сушевых явлений, совпавших с наливом семян, стручки сформировались мелкими и полупустыми.

24-26 июня озимый рапс созрел. 28-30 июня отмечалось опадание нижних листьев, обычно связанное с готовностью культуры к уборке. Однако в этот период, в связи с выходом циклона и прохождением холодных атмосферных фронтов, понизилась температура и повысилась влажность воздуха, наблюдались продолжительные, местами сильные дожди. Из-за повышенной влажности воздуха отмечалось растрескивание стручков. Сильные ливни, местами с градом и шквалистым ветром вызвали полегание посевов, повреждение стручков, смыв и заиливание посевов.

В период массовой уборки озимого рапса (первая половина июля) неблагоприятных факторов не наблюдалось.

Яровой ячмень

В марте наблюдалась неустойчивая погода с колебаниями температуры воздуха и значительным недобором осадков. Количество выпавших осадков за март в среднем по области не превысило 9 мм осадков или 30 % месячной нормы.

В связи с тем, что весенние процессы в текущем году развивались очень медленно, сев ранних яровых зерновых культур проводился в последней пятидневке марта - первой пятидневке апреля, что в большинстве районов на 3-6 дней позднее средних многолетних дат. Запасы продуктивной влаги в почве под яровым ячменем по состоянию на 8 апреля составляли в пахотном слое 23-33 мм и были недостаточными для появления дружных всходов.

В апреле преобладала умеренно теплая, временами холодная для данного времени погода, с осадками преимущественно в первой половине месяца. Среднемесячная температура воздуха составила 10° тепла и оказалась в большинстве районов близкой к норме. Существенные осадки выпадали в период с 7 по 15 апреля. Количество их за период преимущественно составило 25-35 мм или 119-167 % нормы. Местами в северных районах области дожди дали 38-60 мм осадков или 180-285 % нормы. Вместе с тем в юго-западных районах сумма осадков за период составила 18-20 мм или 86-95 % нормы.

Условия для произрастания ранних яровых зерновых культур были в основном удовлетворительными. В связи с пониженным температурным режимом, в большинстве дней апреля, нарастание

эффективного тепла происходило медленно. Развитие культуры проходило на 4-7 дней позднее средних многолетних дат. Всходы ярового ячменя появились в период 10-16 апреля, а 24-28 апреля у него образовался 3-й настоящий лист. Высота растений составляла 9-14 см. Густота посевов равнялась 300-500 растений на 1 кв. м. Состояние посевов было хорошее и удовлетворительное.

Несмотря на отсутствие осадков в третьей декаде апреля, запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы были в основном достаточными для нормального укоренения растений. По состоянию на 28 апреля в 0-20 см слое почвы влагозапасы составляли 21-28 мм. На ряде площадей они уменьшились до недостаточных — 16-17 мм в 0-20 см слое почвы.

Агрометеорологические условия, сложившиеся в мае были удовлетворительными для роста, развития и формирования урожая ярового ячменя. В период 2-6 мая у ярового ячменя началось кущение и формирование вторичной корневой системы, в сроки близкие к средним многолетним датам. Высота раскустившихся растений составляла 12-21 см. 10-22 мая у ярового ячменя над поверхностью почвы появился нижний узел соломины, начался рост стебля. Высота растений от поверхности почвы до отгиба верхнего листа составляла 10-18 см. На 1 кв. метре насчитывалось 690-880 стеблей, на ряде площадей не превышало 425 стеблей. Состояние культуры было удовлетворительное и хорошее.

В связи с тем, что осадки в первой и второй декадах мая носили ливневый характер, пополнение запасов влаги в почве было неоднородным. Вместе с тем, благодаря преобладанию умеренного температурного режима в первой половине месяца, влагообеспеченность посевов на большинстве площадей оставалась еще достаточной. На ряде площадей, где осадков выпало мало или они отсутствовали, произошло существенное снижение полезной влаги в почве. По состоянию на 20 мая запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы были в основном удовлетворительными и хорошими и составляли 13-22 мм и 96-116 мм. На отдельных площадях они уменьшились до недостаточных — 5-7 мм в пахотном и 64-79 мм в метровом слоях почвы. В третьей декаде мая, в связи с повышенным температурным режимом и отсутствием эффективных осадков, условия для закладки и формирования колоса ухудшились. Происходило дальнейшее уменьшение запасов полезной влаги в почве. На большинстве площадей влагозапасы в метровом слое почвы снизились до недостаточных и составляли 54-57 мм.

Колошение ярового ячменя наступило на большинстве площадей 4-8 июня, в сроки близкие к средним многолетним датам. Ранние посевы заколосились в конце мая, что на одну неделю раньше обычного. Высота растений на дату массового колошения составляла 52-72 см. Число колосоносных стеблей по данным метеостанций равнялось преимущественно 620-840 стеблей на 1 кв. метре.

В связи с неблагоприятными погодными условиями для формирования вторичной корневой системы в апреле, роста стебля и закладки колоса в мае, на ряде площадей посевы ярового ячменя сформировались низкорослыми, колос не образовался. У растений наблюдалось преждевременное пожелтение листьев нижнего яруса. Такие посевы убирали на зеленый корм.

Агрометеорологические условия для формирования полноценного урожая ранних яровых зерновых культур в первой половине июня из-за повышенного температурного режима, отсутствия эффективных осадков, в отдельные дни низкой относительной влажности воздуха были неблагоприятными. По состоянию на 18 июня запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на большинстве площадей снизились до критических значений и составили 23-41 мм. И лишь на ряде площадей они были хорошими и удовлетворительными — 98-100 мм.

Молочная спелость ярового ячменя наступила 10-24 июня, в сроки близкие к средним многолетним датам. Высота растений к этому времени составила 56-79 см, длина колоса — 7-10 см. На 1 кв. метре насчитывалось 620-840 стеблей с колосом. Состояние культуры преобладало удовлетворительное и хорошее.

В последней пятидневке июня, в связи с перемещением холодных атмосферных фронтов и выходом циклона температурный фон существенно понизился, повсеместно выпадали ливневые осадки, местами очень сильные в сопровождении шквалистого ветра с градом.

Из-за дождливой, влажной погоды условия для созревания зерна яровых культур были неблагоприятными. Также, такие погодные условия способствовали распространению грибковых заболеваний и вредителей, на ряде площадей привели к полеганию и гибели посевов.

В период 24-30 июня, на ряде площадей 4-8 июля, зерно ярового ячменя достигло восковой спелости. Созревание культуры проходило на одну неделю раньше средних многолетних дат. Полная спелость зерна на большинстве площадей наступила в первой декаде июля, местами 14-16 июля.

В первой половине июля, с прекращением интенсивных дождей и повышением дефицита влажности воздуха, условия для подсыхания зерна и проведения уборки урожая ярового ячменя улучшились.

Горох

Весенние процессы в текущем году развивались очень медленно. Нарастание эффективного тепла, поспевание и прогревание почвы происходило в третьей декаде марта. Максимальная температура воздуха в дневные часы повышалась до 18-24⁰. В марте отмечался дефицит осадков. Количество их в среднем по области не превысило 9 мм или 30% месячной нормы.

Массовый сев гороха проводился в последней пятидневке марта - первой пятидневке апреля в сроки близкие к средним многолетним датам. Запасы продуктивной влаги под горохом по состоянию на 28 марта составляли в пахотном слое почвы 30-35 мм, что было достаточно для появления всходов и дальнейшего первоначального роста и развития растений.

В апреле преобладала умеренно теплая, временами холодная для данного времени погода, с осадками в первой половине месяца. Эффективные дожди, способствовавшие пополнению полезной влаги в почве, прошли в период с 7 по 15 апреля. Количество их за период преимущественно составило 25-35 мм или 119-167 % нормы. Местами в северных районах области дожди дали 38-60 мм осадков или 180-285 % нормы. Вместе с тем в юго-западных районах сумма осадков за период составила 18-20 мм или 86-95 % нормы.

Всходы гороха на большинстве площадей появились 14-16 апреля, а 28-30 апреля образовался 3-й лист. Развитие культуры проходило в основном в сроки близкие к средним многолетним датам. Высота растений составляла 4-8 см. Густота посевов равнялась 140-205 растений на 1 кв. м. Состояние посевов преобладало хорошее и удовлетворительное.

Несмотря на отсутствие осадков в третьей декаде апреля, запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы были достаточными для нормального произрастания культуры на данном этапе развития. По данным на 28 апреля в 0-20 см слое почвы влагозапасы составляли 26-33 мм.

Агрометеорологические условия для роста и развития зернобобовых культур в первой половине мая были удовлетворительными. Благодаря преобладанию умеренного температурного режима влагообеспеченность посевов на большинстве площадей была дос-

таточной. В третьей декаде мая, из-за отсутствия эффективных осадков и высоких дневных температур условия для произрастания гороха ухудшились.

В период 24-31 мая у гороха появились соцветия, а 31 мая - 6 июня горох зацвел, что на 5-6 дней позднее средних многолетних дат. Началось формирование бобов. Высота растений на дату массового цветения составила 38-60 см, густота — 140-205 растений на 1 кв. метре. Запасы полезной влаги в почве на 28 мая были удовлетворительными и достаточными и в метровом слое составляли 80-112 мм.

В период формирования бобов и налива зерна гороха, в связи с высокими дневными температурами воздуха (31-34°), в отдельные дни низкой относительной влажностью воздуха и отсутствием эффективных осадков условия были неблагоприятными. 6-14 июня у гороха закончилось цветение. По данным наблюдений метеостанции и постов у гороха к этому времени сформировалось в среднем на одно растение 3-5 боба.

В последней пятидневке июня характер погоды существенно изменился, температурный режим значительно понизился, повсеместно выпадали ливневые осадки, местами очень сильные в сопровождении шквалистого ветра и града. Условия для созревания гороха из-за влажной дождливой погоды складывались неблагоприятно.

Созревание гороха наступило 24-28 июня, в сроки близкие к средним многолетним датам. Состояние культуры было удовлетворительное, местами хорошее.

В первой декаде июля, с прекращением дождей, повышением температуры и дефицита влажности воздуха приступили к уборке гороха.

Рис

В текущем году сев риса проводился в сроки близкие к средним многолетним датам - первой декаде мая. Несмотря на холодную (на 2° ниже нормы) для данного времени с осадками погоду, температура почвы на глубине 10 см в этот период составляла 14-15°.

Лишь с 13 мая температурный режим повысился до оптимальных для риса показателей. В это же время произошел устойчивый переход температуры воздуха через +15° к более высоким значениям. Благодаря оптимальному температурному режиму в третьей декаде мая всходы у риса появились на неделю раньше средних многолетних дат — 22-24 мая.

В большинстве дней июня очень теплая солнечная погода способствовала формированию вегетативной массы рисовых чеков. Развитие культуры проходило ускоренно. 2-4 июня на 10 дней раньше средних многолетних дат образовался 3-й лист. Высота растений составляла 9-13 см. Густота посевов сформировалась оптимальной — 390-400 растений на 1 кв. метре. 18-20 июня у риса началось кущение. Высота растений составляла 22-24 см. Состояние рисовых чеков было хорошее. В последней пятидневке июня наблюдалась холодная (на 7-9° ниже нормы) дождливая погода, крайне неблагоприятная для выращивания риса. Среднесуточная температура воздуха в зоне возделывания риса не превышала 14-18°. В ночные часы температура воздуха понижалась до 8-10° тепла. Из-за слабого нарастания эффективного тепла ростовые процессы приостанавливались. Повышенная влажность воздуха способствовала возникновению и распространению грибковых заболеваний, росту сорной растительности.

В первой декаде июля с прекращением осадков и повышением температурного режима условия для произрастания риса несколько улучшились. Однако для нормального роста стебля тепла было недостаточно. Во второй декаде июля температура воздуха повысилась до оптимальных значений и составила 25-27°. Солнечная и очень теплая погода благоприятствовала формированию репродуктивных органов и ускорила темпы развития культуры. 22-24 июля у риса появилась метелка, что на 14-16 дней раньше средних многолетних дат. Высота растений на данную фазу развития составляла 67-69 см. На одном квадратном метре насчитывалось 950-1000 стеблей с метелкой. В метелке сформировалось 40-42 развитых колоска и 2-3 недоразвитых. Состояние рисовых чеков обладало хорошее.

В первой и второй декадах августа температурные условия для налива зерна были оптимальными. 16-20 августа зерно риса достигло молочной спелости, что на 8-10 дней раньше средних многолетних дат. Высота растений возросла до 83-84 см. Длина метелки составляла 13-14 см. На одном квадратном метре насчитывалось 950-990 стеблей с метелкой.

В третьей декаде августа, в связи с высокими дневными температурами (34-35°), низкой относительной влажностью воздуха (49-50 %) отмечалось усыхание недоразвитого зерна.

Восковая спелость у риса наступила в первой пятидневке сентября, в сроки близкие к средним многолетним датам. Число зерен в метелке составило 50-52 шт., из них щуплых — 4 %.

В сентябре погодные условия способствовали завершению вегетации риса и его уборке. 14-18 сентября рис достиг полной спелости в сроки, близкие к средним многолетним датам. Сбор урожая риса проводился в третьей декаде сентября.

Л. А. Савтер

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОРСЬКИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ У 2011 РОЦІ

Гідрометеорологічне забезпечення і обслуговування організацій морегосподарчого комплексу України, вітчизняного та зарубіжного флоту на Азово-Чорноморському басейні у 2011 році здійснювалось за досить сприятливих (за винятком зимового сезону) для діяльності на морі гідрометумов. Штормова погода спостерігалась, головним чином, у лютому. Вона була зумовлена переміщенням улоговин циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту та активною взаємодією баричних утворень протилежного знаку.

Взагалі на діяльність підприємств морської галузі протягом року найбільше впливала взаємодія малоазійської та чорноморської депресій з гребенями західних, північно-західних континентальних та сибірського антициклонів. В холодний період значний вплив мало переміщення улоговин циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту, і зумовлювали посилення вітру, в окремих випадках до критерію СГЯ, істотні коливання температури повітря. Не так часто, як в попередні роки, хвильові утворення на середземноморській гілці полярного фронту (в умовах меридіональної циркуляції) розвивались в циклони, які зміщувались через Балкани на північний схід.

Влітку погодні умови погіршувались не тільки за рахунок енергетики висотної фронтальної зони. Велике значення в цей період мала конвективна діяльність в малоградієнтних баричних полях, багатоцентрових близькосхідних депресіях, внаслідок чого спостерігалась зливи з грозами та шквалами, які досягали критеріїв СГЯ.

Восени погодні умови були, загалом, сприятливими для діяльності морської галузі.

В середній тропосфері переважала меридіональна форма циркуляції.

Основними синоптичними ситуаціями, які істотно впливали восени на морегосподарську діяльність та мореплавство на Азово-Чорноморському басейні, були взаємодія малоазійської депресії з гребенями західних та східних антициклонів, улоговини західних, північно-західних циклонів. Характерною особливістю осені була невисока активність середземноморської гілки полярного фронту.

В грудні найбільш складні погодні умови для мореплавства спостерігались при переміщенні улоговин глибоких північно-західних, а в третій декаді південних, циклонів на акваторію АЧБ.

Зима (січень, лютий)

Взимку лише в лютому погода для мореплавства була несприятливою.

• 12-14 лютого

- несприятливі погодні умови на АЧБ с досягненням СГЯ зумовила улоговина північно-західного циклону (мінімальний тиск 989 гПа), який з Прибалтики зміщувався в район Самари. Посилення північно-західного вітру досягало 25-35 м/с. При проходженні системи арктичного фронту та фронту помірних широт в портах відмічалось погіршення в видимості в опадах до 50-1000 м, спостерігались хуртовини. Висота хвиль на Чорному морі становила 20-60 дм, в порту Туапсе сильний тягун. На АЧБ спостерігались згінно-нагінні явища з досягненням небезпечних відміток.

• 18-28 лютого

- погоду на акваторії морів обумовлювала взаємодія гребеня антициклону, який з Прибалтики зміщувався в район Самари (максимальний тиск 1055 гПа) та серії південних циклонів, які з Італії зміщувались в східному напрямку на Малу Азію. За рахунок взаємодії на АЧБ посилювався північно-східний вітер до 15-20 м/с, 28 лютого в Мисовому швидкість південно-східного вітру досягла 25 м/с. Висота хвиль на Чорному морі була 13-25 дм, 19 та 22-23 лютого в порту Усть-Дунайськ спостерігався підйом рівня моря з досягненням небезпечної відмітки.

Стихійні явища утруднювали роботу підприємств морської галузі та портів.

Основні синоптичні ситуації, які взимку істотно впливали на мореплавство та діяльність підприємств морської галузі, — це пе-

реміщення північно-західних та південних циклонів, взаємодія баричних утворень протилежного знаку, малоградієнтні баричні поля.

На погоду Азово-Чорноморського басейну в зимовий період найбільший вплив мало переміщення улоговин циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту (7 циклонів), і зумовлювали посилення вітру, в окремих випадках до критерію СГЯ, істотні коливання температури повітря.

В зимові місяці середземноморська гілка полярного фронту була менш активною, ніж минулого року. На хвилях холодного фронту при сприянні меридіональності змішаної форми утворювались південні циклони, які зміщувались на північний схід, погіршуючи погодні умови на Азово-Чорноморському басейні. Так було 3-4 та 21-25 січня. Всього в зимовий період на погоду АЧБ впливали улоговини 5 південних циклонів з мінімальним тиском в центрі 1000-1010 гПа.

Значний вплив на погодні умови на акваторії морів взимку мала взаємодія баричних утворень протилежного знаку, в основному улоговин південних циклонів та малоазійської депресії з гребенями західних та східного сибірського антициклону. Така ситуація мала місце 29-31 січня та 18-28 лютого.

Несприятливі погодні умови в вигляді погіршення видимості в туманах спостерігалися в гребенях західних антициклонів. Прикладом можуть бути ситуації 17-20, 26-28 січня та 1-4, 8 лютого.

Погодні умови січня та лютого формувались, в основному, під впливом повітряних мас помірних широт Атлантики та Середземномор'я, проте в окремі періоди спостерігалось вторгнення арктичного повітря. З точки зору температурного режиму зима була помірною.

Льодовий період тривав з 15 грудня 2010 р. до 18 березня 2011 р.

В північно-західній частині Чорного моря в Дністровському лимані лід з'явився 1 січня, в Каркінітській затоці — 6 січня, в портах Одеса та Южний — 30 січня. На Азовському морі лід з'явився з середини I декади місяця. До кінця місяця утворився припай в Таганрозькій затоці, Ахтарському лимані, Ясенській затоці. Товщина льоду складала 9-13 см. В лютому у північно-західній частині Чорного моря в Дністровському та Дніпро-Бузькому лиманах спостерігався припай товщиною 18-26 см. В Каркінітській затоці, в портах та вздовж узбережжя — плаваючий лід. На кінець місяця Азовське море було повністю покрите льодом товщиною 15-20 см.

В першій половині березня в Дністровському та Дніпро-Бузькому лиманах спостерігався припай товщиною 17-27 см, в Каркінітській затоці — плавучий лід 10 балів. В портах Одеса, Южний, Іллічівськ спостерігався принесений плавучий лід 9-10 балів. Льодова ситуація на Азовському морі на початку березня зберігалась складною, товщина льоду в Таганрозькій затоці досягала 20-24 см. З підвищенням температури повітря в другій декаді (18 березня) відмічалось очищення моря від льоду. Найбільша тривалість льодового періоду в північно-західній частині Чорного моря спостерігалась в Дністровському лимані — 90 днів, що на 10 днів більше за норму.

За льодовий період були складено 10 короткострокових льодових прогнозів ГМЦ ЧАМ. Справджуваність короткострокових льодових прогнозів склала 100 %.

У зимовий період складався і передавався льодовий огляд: російською мовою по підрайонах Чорного та Азовського морів і англійською мовою — по підрайонах Чорного моря. Всього складено 150 оглядів. Були поширені 4 довгострокових льодових прогнози, складених РосГМЦ, та 448 прогнозів про льодові умови на Азовському морі, справджуваність яких склала 100 %.

Весна

Весна, за винятком березня, була досить сприятливою для діяльності морської галузі. Атлантична гілка полярного фронту була активною протягом всієї весни. В улоговинах північно-західних та західних циклонів спостерігалась штормова погода. Особливо це було помітно 5-6, 15-17, 24-26 березня, 18-13 квітня, 25-26 травня.

Активною середземноморська гілка полярного фронту була в середині першої декади та наприкінці другої декади травня. Саме тоді південні циклони ускладнювали погодні умови на акваторії морів.

Нестійка погода спостерігалась в багатоцентрових малоазійських депресіях, які навесні поширювались на акваторію морів. Саме так було 1-3 березня, 10-14 та 20-24 травня.

Значне місце займала взаємодія малоазійських депресій з континентальними антициклонами. Атмосферна циркуляція при цьому була меридіональною. Мінімальний тиск в депресіях становив 1000-1005 гПа, максимальний в антициклонах — 1030-1045 гПа. У перехідній зоні між цими баричними утвореннями протилежного

знаку формувалися значні баричні градієнти (2,5-3,5 гПа/111 км). Внаслідок цього посилювались північно-східні вітри 12-20 м/с, в районі Новоросійська — до 25 м/с. Це стосується 8-10, 13-14 та 20-23 березня, 1-4, 15-30 квітня, 5-7 та 27-31 травня.

Навесні найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

- **8-10 березня**

- штормову погоду на АЧБ зумовлювала взаємодія улоговини малоазійської депресії (мінімальний тиск 1012 гПа), яка розповсюджувалась на АЧБ, з гребенем антициклону (максимальний тиск 1041 гПа), який з центральної Європи зміщувався на Середню Волгу. На акваторії морів посилювався вітер північно-східного напрямку 12-20 м/с, Новоросійську та Анапі — 25 м/с. При проходженні системи фронтів погіршувалась видимість в опадах та хуртовинах до 1000 м. Висота хвиль на Чорному морі становила 13-20 дм, 9 березня — 15-30 дм, на Азовському морі — 10-15 дм. 10 березня в Усть-Дунайську спостерігався небезпечний підйом рівня моря.

- **1-4 квітня**

- погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія улоговини циклону над сходом Середземного моря (мін. тиск 1007 гПа) та гребенем антициклону з центром над Нижньою Волгою (макс. тиск 1042 гПа). В зоні взаємодії на акваторії морів посилювався вітер північно-східного напрямку 12-21 м/с, в Генічеську — до 25 м/с. Найбільш відчутною була взаємодія 2-3 квітня. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-20 дм.

- **8-11 квітня**

- штормову погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала улоговина північного циклону, який зміщувався з півночі Балтики в район Москви. Мінімальний тиск в центрі циклону становив 975 гПа. В передній частині циклону на акваторії морів посилювався вітер південного, а в тилівій — північно-західного напрямку до 24 м/с. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-40 дм, в п. Туапсе спостерігався помірний тягун.

Літо

Літо було досить сприятливим для діяльності морської галузі. Значне місце займала меридіональна форма циркуляції. Чорноморська та малоазійська депресії були основними синоптичними проце-

сами влітку. Вони характеризувались грозовими дощами зі шквалами, місцями сильними. Саме такі умови відмічались 10-15 червня, 12-20 та 26-31 липня, 1-5 серпня.

Взаємодія чорноморської та малоазійської депресій з гребенями антициклонів найбільше характеризувала погоду Азово-Чорноморського басейну 1-4, 25-27 червня, 10-21 та 26-30 серпня.

В улоговинах атлантичних циклонів з полярними та арктичними фронтами спостерігались грозові дощі зі шквалистим посиленням вітру. Подібна ситуація мала місце 20-21 червня та 21-22 серпня

Середземноморська гілка полярного фронту влітку була малоактивною.

Влітку несприятливі погодні умови постерігались в наступні періоди:

- **10-15 червня**

- акваторія Чорного та Азовського морів перебувала під впливом малоазійської депресії (мін. тиск 1000 гПа), в полі якої проходили холодні фронти з хвилями, на яких утворювались часткові хвильові циклони. На акваторії морів спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами та посиленням вітру до 12-22 м/с, в Генічеську — до 30 м/с. Висота хвиль становила 10-15 дм.

- **25-27 червня**

- несприятливі погодні умови на акваторії Чорного та Азовського морів зумовлювала улоговина циклону, який виник на хвилі холодного фронту над південними районами України з мінімальним тиском в центрі 998 гПа. При проходженні фронтів спостерігалась активна грозова діяльність зі зливовими дощами та посиленням північно-західного та західного вітру до 20-27 м/с. Штормові умови посилювала взаємодія вищезгаданого циклону з гребенем антициклону з центром над Центральною Європою. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-30 дм, в п. Туапсе відмічався помірний тягун.

- **12-20 липня**

- погоду Азово-Чорноморського басейну зумовлювала улоговина близькосхідної депресії. В денні години загострювались фронти, які проходили в полі депресії, спостерігалась активна грозова діяльність, яка супроводжувалась шквалистим посиленням вітру, особливо 12-13 липня, коли на акваторії морів спостерігався вітер 15-21 м/с, а в Євпаторії 13 липня — шквал 28 м/с. Висота хвиль становила 7-12 дм.

Осінь

Восени погодні умови були, загалом, сприятливими для діяльності морської галузі. В середній тропосфері переважала меридіональна форма циркуляції.

Основними синоптичними ситуаціями, які істотно впливали на морегосподарську діяльність та мореплавство на Азово-Чорноморському басейні, були взаємодія малоазійської депресії з гребенями західних та східних антициклонів (це стосується 2-4, 19-20, 28-30 вересня, 15-19, 24-28 жовтня, 6-8, 11-14, 23-25 листопада), улоговини західних, північно-західних циклонів (8-11 вересня, 12-14 жовтня та 28-29 листопада).

Характерною особливістю осені була невисока активність середземноморської гілки полярного фронту, південні циклони впливали на погодні умови на акваторії морів лише 7-11 жовтня.

В умовах поля підвищеного тиску на акваторії морів спостерігались тумани. Такі погодні умови були 20-23, 29-31 жовтня, 1-5 та 15-22 листопада.

Восени найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

- **15-19 жовтня**

- погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія малоазійської депресії (мін. тиск 1009 гПа) та гребеня антициклону (макс. тиск 1036 гПа), який з Німеччини зміщувався в східному напрямку на Середню Волгу. Найбільш несприятливими погодні умови були 16-18 жовтня, коли на акваторії морів посилювався північно-східний вітер 12-20 м/с. Висота хвиль на Чорному морі була 20-40 дм, на Азовському морі — 10-13 дм. В п. Туапсе спостерігався помірний тягун. В портах Хорли, Миколаїв спостерігався небезпечний згін рівня моря.

- **6-8 листопада**

- погоду на акваторії Чорного та Азовського морів зумовлювала взаємодія гребеня антициклону (макс. тиск 1045 гПа), який зміщувався з району Москви на схід України, та малоазійської депресії. В зоні взаємодії в Кримському, Керч-Туапсинському районах та на Азовському морі посилювався північно-східний вітер 12-22 м/с, в Геленджикі та Новоросійську — 25 м/с. Висота хвиль становила 13-20 дм.

Зима (грудень)

Грудень був несприятливим для діяльності підприємств морської галузі та судноплавства. Найбільш складні погодні умови для мореплавства спостерігались при переміщенні улоговин північно-західних та південних циклонів на акваторію АЧБ. Протягом I та II декади погіршувалась видимість в туманах в умовах малоградієнтного поля підвищеного тиску та в передній частині улоговин циклонів при адвекції теплого вологого повітря Атлантики та Середземномор'я.

Кількість морських СГЯ, відмічених на Азово-Чорноморському басейні в межах зони прогностичної відповідальності України в 2011 році, була на рівні 2010 року. Всього спостерігалось метеорологічних СГЯ по всій акваторії АЧБ — 7, по портах — 6. Морських метеорологічних НЯ на АЧБ спостерігалось 588, по портах — 681; гідрологічних НЯ по АЧБ — 277, по портах — 159. Всього про формування та розвиток СГЯ та НЯ (метеорологічних та гідрологічних) по районах моря було складено та доведено до споживачів, відповідно, 21 та 1263 штормпопереджень, по акваторіях портів про СГЯ — 22 та про НЯ — 1481 штормпопередження. Переважна більшість НЯ, СГЯ були передбачені прогностичними організаціями гідрометслужби України із необхідною завчасністю: СГЯ по районах моря — більше 30 год., НЯ — в середньому 15 год.

Гідрометзабезпечення судноплавства в територіальних водах України та акваторіях морських портів згідно з міжнародним та національним законодавством та спеціалізоване обслуговування морегосподарчих організацій різних відомств та форм власності здійснювалось прогностичними підрозділами гідрометслужби України на підставі планів-схем та укладених договорів. Основними споживачами морської прогностичної інформації на Азово-Чорноморському басейні у 2011 році були: вітчизняний та зарубіжний флот (інформація якому доводилась за міжнародною системою НАВТЕКС), морські торговельні, рибні та спеціалізовані порти, судноплавні компанії різної форми власності, державні гідрографічна та лоцманська служби, аварійно-рятувальні служби та центри Мінтрансу та МНС України, прикордонні частини, військові морські угруповання, місцеві органи виконавчої влади, населення приморських районів та інші. Спеціалізованою оперативно-прогностичною

інформацією забезпечено майже 3 тис. рейсів суден різної обмеженості по умовах мореплавання, у т.ч: 26 рейсів поромів, близько 200 маломірних суден рибпромислового флоту та 2151 рейс суден, які прямували по маршруту Маріуполь-Керч у порти Чорного та Азовського морів. По запитах судноплавних компаній здійснювалося гідрометеорологічне забезпечення суден по маршрутах плавання у Чорному морі, складено близько 200 прогнозів. А саме було забезпечено:

- буксировку СПБУ «Таврида» ДАК Чорноморнафтогаз в районі Ярилгацької бухти;
- перехід п. Херсон - п. Темрюк судна фірми «Арктур»;
- буксировки об'єкту ДП «Одеський морський торгівельний порт» по маршруту Одеса-Очаків-Одеса;
- роботу плавкрану в північно-західній частині Чорного моря;
- проводку буксировки СПБУ «Сиваш» по маршруту Керченська протока - мис Тарханкут;
- буксировку нитки газопроводу по району робіт ДАК Чорноморнафтогаз;
- маршрут Херсон-Севастополь-Феодосія-Ялта-Одеса для судна «Маршал Кошовий» туристичної компанії ТОВ «Днепрія»;
- маршрут Одеса-Вилкове-Одеса-Севастополь для судна «Принцеса Дніпра» туристичної компанії «Червона рута»;
- маршрут Одеса-Ялта-Севастополь-Херсон для судна «Зірка Дніпра» ВАТ «Червона рута»;
- маршрут Херсон-Севастополь-Вилкове-Одеса для судна «Генерал Ватутін» ВАТ «Червона рута».

Оснoву морського гідрометзабезпечення та обслуговування споживачів на Азово-Чорноморському басейні складали прогнози про стан погоди і моря на 1-3 доби та уточнення на поточний день, попередження про стихійні та небезпечні морські явища, а також огляди та консультації про фактичний та очікуваний стан погоди і моря. Для обслуговування вітчизняного та зарубіжного флоту по системі НАВТЕКС доведено більше 3 тис. прогнозів, попереджень, оглядів про стан погоди і моря в зоні відповідальності України. Крім того, по запитах щоденно проводились консультації керівників судноплавних та експедиторських компаній, чергових диспетчерських служб портів та лоцманських служб, штурманського складу суден про гідрометумови в різних районах Світового океану.

Всього протягом 2011 року про стан погоди і моря складено і доведено до основних споживачів більше 50 тис. прогнозів, середня справджуваність яких становила:

- прогнозів погоди по акваторіях основних портів на добу — 95 %;
- прогнозів погоди по районах на першу добу — 95 %;
- на другу добу — 93 %, на третю — 95 %;
- прогнозів стану моря на добу — 98 %;
- попереджень про морські метеорологічні СГЯ:
справджуваність — 98 %, попередженість — 92 %;
- попереджень про морські метеорологічні НЯ:
справджуваність — 93 %, попередженість — 95 %;
- попереджень про морські гідрологічні НЯ:
справджуваність — 96 %, попередженість — 98 %.

Справджуваність прогнозів та штормових попереджень в порівнянні з 2010 роком залишилась майже на тому ж рівні.

Зауважень та претензій щодо морського гідрометзабезпечення та обслуговування з боку організацій, які обслуговувались, у 2011 році не надходило.

Крім основних завдань планової оперативної роботи з гідрометзабезпечення морських галузей економіки організаціями гідрометслужби України, залученими до гідрометзабезпечення судноплавства та інших видів діяльності на морі, проводилась наступна робота.

ГМЦ ЧАМ проводив (за винятком холодного сезону, коли неможливе перебування спостерігача на острові) щоденні гідрометеорологічні спостереження на о. Зміїний у терміни 06, 12, і 18 годин, дані яких передаються в УкрГМЦ. Щодня прогноз погоди та штормові попередження по північно-західному району Чорного моря доводяться до адміністрації острова. Прогнози погоди і стану моря по північно-західному району Чорного моря на 5 діб також щодня доводилися до Облдержадміністрації для забезпечення робіт на о. Зміїний, по запиті надавались прогнози погоди на місяць з подекадним уточненням. Всього за рік було складено 1830 прогнозів на 1-5 діб по північно-західному підрайону Чорного моря і справджуваність їх склала 90 %.

Протягом року відділи метеорологічних і морських гідрологічних прогнозів ГМЦ ЧАМ використовували в своїй роботі прогностичні матеріали у вигляді карт полів вітру, тиску, температури повітря, опадів та хвилювання для Азово-Чорноморського басейну, побудовані на основі даних Британської метеослужби в кодї GRIB.

Використання цих даних сприяло підвищенню якості г/м інформації, що складається в ГМЦ ЧАМ.

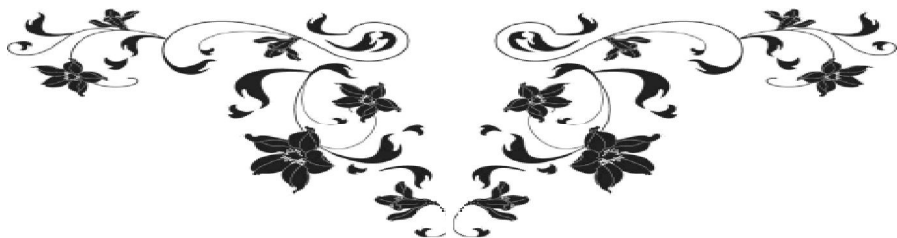
Методична робота ГМЦ ЧАМ полягала в проведенні регулярного контролю за якістю прогностичного матеріалу підрозділів гідрометслужби України, залучених до гідрометобслуговування та забезпечення морської галузі, а також наданні методичної допомоги та консультацій в складних метеоумовах. Були проведені методичні інспекції Дунайської, Маріупольської, Севастопольської ГМО з питань гідрометзабезпечення та обслуговування морської галузі.

В ГМЦ ЧАМ протягом року проводилась робота з уточнення обрахунків середньої собівартості морської оперативного-прогностичної продукції та послуг.

В цілому, гідрометзабезпечення морських галузей економіки України в 2011 році проводилось на досить високому рівні, незважаючи на те, що фінансування цього виду робіт було недостатнім, особливо в частині переоснащення приладного парку мережі морських спостережень.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- 02.08 - Тимошенко В. Н.***, техник метеоролог I категории сектора наблюдений и информации АМСГ Одесса - *60 лет*
- 01.09 - Афанасьева А. В.***, начальник хозяйственного отдела ГМЦ ЧАМ - *60 лет*
- 22.09 - Ключник Т. Н.***, техник метеоролог I категории сектора наблюдений и информации АМСГ «Одесса» - *50 лет*
- 05.10 - Чаушанская В. С.***, сторож ГМЦ ЧАМ - *60 лет*
- 22.10 - Федюнин В. Я.***, инженер I категории по радиолокации и радионавигации ГМЦ ЧАМ - *75 лет*
- 02.11 - Кулева А. Б.***, зав. сектора гидрометеорологических наблюдений ГМБ Ильичевск - *50 лет*
- 06.11 - Конюхова Л. П.***, ст. оператор эл. вычислительных машин Регионального центра ГМЦ ЧАМ - *55 лет*
- 14.12 - Савенко В. В.***, техник метеоролог ст. Любашевка - *55 лет*
- 22.12 - Кондрашова М. В.***, дворник ГМЦ ЧАМ - *60 лет*



НАШИ АВТОРЫ

- Адобовский В. В., науч. сотрудник ОФ Ин-та биологии южных морей НАН Украины (Одесса)
- Билозор А., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Билозор Ю., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Божко Л. Ю., канд. географ. наук, доцент каф. агрометеорологии и агрометпрогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Большаков В. Н. канд. географ. наук, ст. науч. сотрудник ОФ Ин-та биологии южных морей НАН Украины (Одесса)
- Гурская Л. М., преподаватель каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Дронова О. О., канд. географ. наук, доцент каф. агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Зинченко М. М., преподаватель Государственного аграрного техникума (Белгород-Днестровский)
- Ивус Г. П., канд. географ. наук, профессор, зав. каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Ильина В. Г., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Коломеец Т. С., ведущий агрометеоролог отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Кориневская В. Ю., канд. географ. наук, ассистент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Краснодембский Э. Б., зав. морской геофизической учебно-научной лаборатории ОГЭКУ (Одесса)
- Кубряков А. И., канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотрудник Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- Кучеренко Я. М., студ. заочного фак-ту ОГЭКУ (вып. 2011 г.) (Херсон)

- Ломакин П. Д., доктор географ. наук, профессор, в. науч. сотрудник Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- Полевой А. Н., доктор географ. наук, профессор, зав. каф. агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Попов М. А., мл. науч. сотрудник Ин-та биологии южных морей НАН Украины (Севастополь)
- Пуфтиенко Е. В., магистр каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Розмарицина Н., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Савтер Л. А., ведущий инженер отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Семенова И. Г., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Семергей-Чумаченко А. Б., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Сенькова О. И., начальник отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Сергунова О. Д., ассистент каф. теоретической физики ОГЭКУ (Одесса)
- Старчук И. О., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Федоткина К. С., инженер каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Хоменко Г. В., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Чугай А. В., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)

СОДЕРЖАНИЕ

Л. А. Савтер

Опис гідрометеорологічних умов, які мали найбільш істотний вплив на виробничу діяльність основних господарських галузей у 2011 році 3

Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко, Л. М. Гурська, К. С. Федоткіна

Зв'язок забруднення атмосфери з аеросиноптичними чинниками над Одесою 14

Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко, Г. В. Хоменко, К. В. Пуфтієнко

Якісна оцінка потенціалу забруднення атмосфери в районі Одеси навесні та восени 2001-2010 рр. 25

А. В. Чугай, І. О. Старчук

Порівняльний аналіз розрахунку ІЗА за різними методиками 34

В. Ю. Коріневська

Особливості формування екологічного стану Дністровського лиману в умовах впливу міської системи 41

Г. П. Івус,

А. Б. Семергей-Чумаченко, О. Д. Сергунова

Умови формування пилової бури над півднем України 23 березня 2007 р. та її наслідки для західної Європи 47

І. Г. Семенова, Я. М. Кучеренко

Умови утворення заморозків в Херсонській області в 2005-2010 рр. 52

Г. В. Хоменко

Фронтотенез і фронтоліз в середній і верхній тропосфері 61

М. М. Зинченко

О применении уравнения
линейной регрессии для оценки точности
измерения высоты нижней границы облаков 67

В. Н. Большаков

Статистика суточных рекордов
температуры воздуха в Одессе на 1 января 2011 года 71

Н. В. Розмаріцина, В. Г. Ільїна

Еколого-економічна оцінка стану
лісних ресурсів Чернігівської області 76

Ю. В. Білозор, В. Г. Ільїна

Оцінка стану басейнів річок Кримського півострову 83

А. И. Кубряков,

П. Д. Ломакин, М. А. Попов

Результаты экспериментальных и теоретических
исследований динамики вод и распространения
загрязняющих веществ в Балаклавской бухте 88

Г. В. Білозор, В. Г. Ільїна

Оцінка екологічного стану
малих річок Луганської області 103

В. В. Адобовский, Э. Б. Краснодарский

Влияние аномальных климатических
процессов на гидрологические характеристики
акваторий системы берегозащитных сооружений 110

А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, О.О. Дронова	
Вплив антропогенних змін клімату на термічні показники в Україні за період до 2030-2040 рр.	116
О. И. Сенькова, Т. С. Коломеец	
Агрометеорологические условия роста и развития сельскохозяйственных культур на территории Одесской области в 2011 году	128
Л. А. Савтер	
Гідрометеорологічне забезпечення морських галузей економіки України у 2011 році	138
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	149
НАШИ АВТОРЫ	150

ОПК «Евротойз»

Тираж 150 экземпляров

65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71