

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр
Черного и Азовского морей

ВЕСТНИК

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

№ 1 (11)

Одесса - 2010

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2010. — № 1(11). — 232 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. (0482) 63-16-10
www.odessabul@ukr.net

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОГОДИ ТА КЛІМАТУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Навколишнє середовище і, зокрема, атмосфера, безупинно впливають на людину. Цей вплив не залишається постійним, оскільки умови зовнішнього середовища змінюються. При кожній зміні природних умов змінюється й робота організму людини. Якщо ці зміни постійні (добові, сезонні), то людина до них давно пристосувалася і перебудова організму відбувається безболісно. Якщо ж організм людини ослаблений хворобою або його опір знижений з інших причин, то пристосування до нових умов відбувається важко: людина відчуває дискомфорт або біль у різних органах і системах, може відбуватись серйозне загострення серцево-судинних захворювань, ішемічної хвороби серця й мозку, хронічних захворювань запального характеру, психічних розладів та ін. Наскільки сильною буде реакція організму на зміну навколишнього середовища залежить від багатьох чинників і, насамперед, від початкового стану організму, віку, наявності захворювання та його характеру, мікроклімату у якому живе людина, і ступеня її акліматизації до нього. Найбільше на зміну навколишнього середовища реагують люди, що мають проблеми із здоров'ям, люди похилого віку, жителі великих мегаполісів. Людей, які чутливі до зміни навколишнього середовища і, зокрема, погоди називають метеочутливими (метеолабільними). Під *метеочутливістю* розуміють схильність організму до виникнення несприятливих реакцій, обумовлених погодою. Зміни, що відбуваються в організмі у відповідь на зміну погоди, називають *метеопатичними реакціями* [9].

Кількість метеочутливих людей у Європі, і в Україні також, з кожним роком зростає. Цей ріст пов'язаний із збільшенням чисельності міського населення, кількості людей похилого віку, серед яких зростає частка жінок, які активніше реагують на всі зміни в навколишньому середовищі, у тому числі й на погоду. Значний ріст метеочутливості в останні десятиріччя також пов'язаний зі зміною клімату, який спостерігається на нашій планеті з 70-х років ХХ ст. Зміна термічного, вітрового режиму, вологовмісту атмосфери, повторюваності та інтенсивності небезпечних і стихійних явищ погоди супроводжується як негативними, так і позитивними наслідками для умов проживання людини, для її здоров'я. Баланс позитивних і негативних наслідків для здоров'я людини варіює від одного регі-

ону до іншого і за прогнозами МГЕЗК [13] буде змінюватись у міру продовження підвищення температури. Зміни частоти та інтенсивності екстремальних явищ погоди, спеки й холоду, частоти повеней і посух, забруднення повітря хімічними речовинами й аероаллергенами, безпосередньо впливатимуть на населення і будуть мати несприятливі наслідки для здоров'я людини. Наслідком посилення хвиль тепла буде збільшення вологості та забруднення повітря в містах, особливо в помірних і високих широтах. Це приведе до зростання смертності у теплий період. У холодний період більш теплі зими та менша кількість періодів з холодною погодою приведуть до зменшення смертності. У деяких країнах помірної зони зниження показника смертності в зимовий період компенсує ріст смертності в літній період. Більш високі температури, зміни у розподілі опадів приведуть до зміни географічних меж і сезонності передачі інфекційних захворювань. Ці природні небезпеки можуть призвести до безпосередньої втрати життя або погіршення здоров'я і можуть побічно вплинути на стан здоров'я в результаті втрати житла, переміщення населення, забруднення водних джерел, знищення виробництва продуктів харчування, підвищеного ризику епідемій та інфекційних хвороб [13].

За рекомендаціями ВМО ці проблеми необхідно перетворити на нові можливості для Гідрометслужби. Такими можливостями є надання нової інформації та нових послуг споживачам. Гідрометцентр Білорусі провів дослідження попиту на гідрометеорологічну інформацію. Встановлено, що населення найбільше (близько 60 %) прислухається до інформації про температуру повітря (16 %), опади (15,5 %), вітер (8,5 %), атмосферний тиск (7,1 %), зливи, снігопади (7 %) та попередження про небезпечні явища (7 %). На самопочуття найбільше людей впливає атмосферний тиск (24,5 %), температура (14 %), вологість (12,9 %), гроза (11,8 %). Крім того, більшість опитуваних (18 %) серед усіх прогнозів визнала найбільш необхідними медичні прогнози, які вони погоджуються навіть оплатити [14]. Таким чином, надання споживачам медичних прогнозів, інформації щодо комфортності погоди є і надалі буде залишатись дуже актуальним, важливим і перспективним завданням для Гідрометслужби.

Серед метеорологічних факторів на організм людини найбільше впливають температура, вологість повітря, атмосферний тиск, сонячна радіація, швидкість вітру. Вплив температури повітря на людину залежить від пори року. Дуже тепла погода, комфортна у

весняні або осінні місяці, у зимовий час буде несприятливо впливати на самопочуття. Неприродно тепла погода в зимовий період здатна привести до депресії, а різкі переходи від сльотавої теплої погоди до сорокаградусному морозу, або, навпаки, спеки можуть навіть спровокувати загострення психічних розладів [11].

Більшість хвороб і максимум смертності у позатропічних країнах, спостерігається в холодні місяці. У цей період захисні функції організму адаптуються не так швидко, як це відбувається у теплий період і організм людини не встигає пристосуватися до різкого зниження температури яке є великим навантаженням на нервову, імунну системи й систему кровообігу, а тому небезпечно для осіб, що страждають, насамперед, пороками серця, склерозом судин, хворобами нирок, різноманітними хронічними захворюваннями запального характеру.

За умов низької температури повітря виникає небезпека переохолодження (гіпотермія) організму внаслідок посиленої тепловіддачі. Переохолодження тіла або його частин приводить до дискомфорту, порушення сенсорної й нервово-м'язової функції. У результаті дії холоду виникають озноби, обмороження й створюються умови для появи або загострення захворювань органів дихання, м'язово-суглобного апарату та периферійної нервової системи, спостерігається погіршення працездатності та витривалості. При зниженні температури тіла на один градус по Цельсію працездатність зменшується на 5-6 % [9; 11].

Небезпечною для людини є й висока температура навколишнього середовища. У теплий період під впливом високої температури спостерігається порушення умов тепловіддачі, ослаблення діяльності серцево-судинної системи, зниження діяльності шлунково-кишкового тракту, відбувається перерозподіл крові від внутрішніх органів до шкіряного покриву, що приводить до зниження артеріального тиску. Високі температури провокують головний біль, загальне погане самопочуття, задишку. Зниження вмісту кисню в повітрі, що спостерігається при високій температурі, приводить до сильного кисневого голодування всіх органів і тканин організму, розвитку ішемічної хвороби серця та бронхіальної астми. Знижується увага й координація рухів, істотно зменшується працездатність: при 24 °C на 15 %, а при 28 °C — на 30 % [11].

Висока температура навколишнього середовища є причиною ряду захворювань, що виникають на ґрунті перегріву: теплової непристосованості, теплового опіку з набряком, теплового виснаження, теп-

лового удару та ушкоджень шкіри. У поєднанні з високою вологістю вона приводить до виникнення масових алергічних, кишкових та інфекційних захворювань. На умови збереження й поширення вірусних, мікробних збудників хвороб та алергенів впливають не лише температура і вологість повітря, а й інші метеорологічні чинники: швидкість й напрямок повітряних потоків, природна освітленість, ультрафіолетова радіація.

Тривале перебування людини в умовах вологого повітря шкідливо для організму, як при високій, так і при низькій температурі. За таких умов спостерігається зниження опору організму до простудних і інфекційних захворювань, а також до ревматизму, туберкульозу й захворювань нирок, спостерігається швидка стомлюваність, погіршення сприйняття й пам'яті. При теплій або холодній погоді з високою вологістю стає важче дихати, з'являється кашель, загострюються бронхо-легеневі захворювання, у першу чергу такі, як астма, бронхіт і трахеїт. Загострення захворювань серцево-судинної системи також спостерігається при високій відносній вологості (80-95 %). Тепле вологе повітря з додатною іонізацією, або фен, фахівці вважають причиною так званої фенової хвороби, що вражає жителів Європи й інших країн [9; 11].

Несприятливі поєднання високих температур повітря й високих значень відносної вологості створюють неприємне відчуття задуси. При задусі спостерігається порушення терморегуляції організму яке несприятливо діє на осіб із захворюваннями серцево-судинної системи, позначається на погіршенні працездатності здорових людей [9; 11].

До найбільш важливих метеопатичних факторів належить і атмосферний тиск. На організм людини впливає насамперед зміна тиску та швидкість цієї зміни. Від цих параметрів залежить характер і величина функціональних порушень в організмі. Збій у роботі організму відбувається найчастіше при різких неперіодичних коливаннях атмосферного тиску. Одним з важливих показників цих коливань є міждобова мінливість атмосферного тиску. Дослідження показали високу ймовірність збігів піків міждобових коливань атмосферного тиску й піків звернення хворих за медичною допомогою із приводу стенокардії, мозкового інсульту й інфаркту міокарда. Найбільш небезпечними для людини є одночасна різка зміна температури повітря й атмосферного тиску, особливо на фоні високої вологості та при наявності атмосферних явищ погоди — грози, зливи, сильного вітру та ін. [9; 11].

Коливання атмосферного тиску діють на людину двома основними шляхами [11]:

- механічно подразнюють нервові закінчення слизової оболонки, синовіальної оболонки суглобів, а також рецептори судин;
- змінюють насичення крові киснем.

При зниженні атмосферного тиску газу, що перебувають у шлунково-кишковому тракті, розширюються, викликаючи розтягання органів. Крім того, пов'язане зі зниженим тиском високе положення діафрагми може привести до погіршення дихання й порушення функцій серцево-судинної системи. У дні з низьким атмосферним тиском кров'яний тиск у гіпотоніків падає ще нижче, що викликає напади слабості, нервозності, сонливості. Це пов'язано з тим, що перепади атмосферного тиску сильніше впливають на нижній рівень артеріального тиску, а верхній при цьому змінюється мало. Хворі вегето-судинною дистонією через порушення в роботі системи регуляції діяльності судин взагалі реагують на будь-які погодні варіації. Гіпертоніки ж страждають при підвищенні вологості повітря й наближенні області високого атмосферного тиску. Зниження атмосферного тиску приводить також до зменшення числа лейкоцитів, а його підвищення, навпаки до збільшення лейкоцитів.

Зміна вмісту кисню впливає на плин багатьох біологічних процесів і залежить від синоптичної ситуації [11]. У зоні атмосферних фронтів ваговий вміст кисню в повітрі може коливатися від 5 до 15 г/м³. Це досить сильні коливання. Зниження абсолютного вмісту кисню в повітрі внаслідок варіацій тиску й вологості може приводити до кисневої недостатності в органах і тканинах організму, що при певних патологіях може бути критичним навантаженням для організму. Зниження кількості кисню в повітрі веде до гіпоксії — кисневого голодування, у першу чергу мозку. В результаті кисневого голодування тканин організму надниркова залоза в підвищеній кількості викидає у кров гормони. Це приводить до порушення процесів обміну, підвищеній дратівливості, стомлюваності, зниження працездатності й уваги, у крові підскакує холестерин. Люди з нестабільною психікою починають вести себе неспокійно. Збільшується число депресій [9; 11].

По характеру метеотропного впливу парціального тиску кисню виділяють два основних типи погоди [11]:

- гіпоксичний, при якому вміст кисню знижений (найбільш сильно проявляється при різкому зниженні атмосферного тиску і од-

ночасному значному підвищенні температури й вологості повітря. Така погода особливо несприятливо позначається на самопочутті людей, що страждають ішемічною хворобою серця, артеріальною гіпотонією, хронічними бронхо-легеневими захворюваннями, функціональними нервово-психічними розладами);

- спастичний, при якому спостерігається підвищений вміст кисню (найбільш сильно проявляється при адвекції холоду, особливо з посиленням вітру, та встановленні області високого атмосферного тиску. Розвиваються спазми гладкої мускулатури судин при яких органи й тканини починають відчувати гострий кисневий і енергетичний голод, виникає біль спастичного характеру, безсоння, підвищена збудливість і дратівливість. Особливо важко таку погоду переносять хворі з гіпертонічною хворобою, спастичним колітом, бронхіальною астмою, хронічним бронхітом).

Таким чином, на організм людини, як правило, впливає не один, ізольований метеорологічний фактор навколишнього середовища, а їх комплекс. Цей вплив може бути миттєвим, тривати протягом години, доби, декількох днів, однієї-двох синоптичних ситуацій, календарного періоду року або періоду, порівнянного із тривалістю людського життя і залежить від клімату певної території.

Сумарний ефект впливу на організм людини метеорологічних факторів характеризує комфортність погоди. Методи оцінки комфортності погоди досить різноманітні. Серед них найбільшого поширення набули емпіричні підходи, що передбачають розробку температурних шкал та індексів комфортності або біокліматичних індексів. Біокліматичні індекси — умовні одиниці, що характеризують оптимальний мікрокліматичний режим, зумовлений поєднанням температури, вологості повітря та швидкості його переміщення і є непрямим індикатором стану оточуючого середовища людини [9]. Основною складовою біокліматичних індексів є температура повітря. Врахування ефекту впливу відносної вологості, швидкості вітру, сонячної радіації та ін. відбувається через їх вплив на температуру повітря, що дозволяє об'єктивно оцінити теплові відчуття людського організму і стан комфорту/дискомфорту навколишнього середовища у теплий і холодний період року.

Діапазон значень метеорологічних факторів навколишнього середовища, при яких людина відчуває себе добре називають зоною комфорту, а їх верхню та нижню межі, при яких зберігається оптимальний тепловий баланс людського тіла — межею комфорту

[9]. Коли значення метеорологічних елементів знаходяться за межею комфорту у людини виникає відчуття дискомфорту.

Методи розрахунку й прогнозу комфорту середовища ґрунтовані на граничних величинах одного або двох параметрів іноді з врахуванням часу протягом якого зберігається перевищення цих граничних значень. Межі комфорту конкретної людини суттєво залежать від типу клімату, часу проживання в ньому людини, її віку, стану здоров'я та інших факторів. Тому всі емпіричні методи оцінки комфортності погоди мають обмежений характер застосування. Ці обмеження полягають у тому що оцінка комфортності проводиться насамперед для здорової людини, у якій відсутні патології. Залежно від того в яких умовах перебуває людина (у тіні чи на сонці), що вона робить (рухається чи знаходиться в нерухомому положенні), як одягнена — для оцінки її комфортності та теплового навантаження атмосфери використовують різні біокліматичні індекси та температурні шкали. Точність прогнозів, ґрунтованих на біокліматичних індексах відносно висока, оскільки вони використовують декілька параметрів, а при збільшенні числа змінних зростає невизначеність, крім того, споживачам (населення, медичні працівники та ін.) їх легше зрозуміти.

Тепловий стан людини визначається комплексом метеорологічних факторів. Експериментально встановлено, що однакове відчуття тепла можна отримати при різних поєднаннях цих метеорологічних чинників. Оцінити його можна за допомогою ефективних температур (ЕТ). Ефективні або еквівалентно-ефективні температури являють собою такі поєднання метеорологічних величин (температури, вологості, швидкості вітру) які створюють у людини ті ж теплові відчуття що й при фактичній температурі, але в умовах нерухомого і насиченого повітря [9]. Ефективні температури широко застосовують при оцінці теплових навантажень, комфортності/дискомфортності середовища та при кліматолікуванні. Від'ємні значення ефективної температури характеризують імовірність обмороження, додатні — теплового удару.

Аналітичні оцінки тепловідчуття *дорослої людини середньої комплекції, одягненої по погоді, що йде в тіні* виконують по формулі А. Міссенарда [9]:

$$ET = t - 0,4(t - 10)(1 - f / 100) \quad (1)$$

де t — температура повітря, °С; f — відносна вологість повітря, %.

З формули (1) випливає, що при температурі повітря нижче 10 °С сухе повітря здається теплішим ніж вологе, а при темпера-

турі вище 10 °С, навпаки — холоднішим. Недоліком цього індексу є те, що він не враховує швидкості вітру.

Для людини, яка знаходиться у нерухомому стані відчуття тепла можна оцінити за іншою формулою Міссенарда, що враховує вплив температури, вологості повітря та швидкості вітру [9]:

$$ET = 37,0 - \frac{37,0 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76} + 1,4v^{0,75} - 0,29t(1 - \frac{f}{100})} \quad (2)$$

де t — температура повітря, °С; v — швидкість вітру на висоті 1,5 м, м/с; f — відносна вологість повітря, %.

ET використовують для оцінки теплових навантажень на організм як у теплий так і холодний період року, а також для оцінки клімату. Для кожного кліматичного поясу встановлені межі середньої річної величини ET . Для екваторіального поясу вони становлять 21-27 °С, для тропічного — 16-21 °С, помірною — 5-15 °С [9]. Залежно від клімату змінюються й межі сезонної комфортності ефективних температур. Так, межі комфортних ET для чоловіків, що носять легкий одяг і виконують сидячу роботу взимку (улітку) в Англії становить 17 (22) °С, у США — 22 (24) °С, у Малайзії — 23 (26) °С, у тропічному, континентальному й мусонному кліматі Індії — 24 (27) °С. Верхня межа зони комфортності й теплової нейтральності для субтропічних, тропічних і екваторіальних кліматів за звичай починається приблизно з $ET = 27$ °С, для помірних з 23 °С. Однак для багатьох районів протягом дня або цілого сезону ET може значно відрізнятись. Так, кияни найбільш комфортно почувають себе у липні, коли спостерігається тепла погода, та у травні, червні, серпні та вересні, коли у Києві помірно тепло. У квітні та жовтні теплове навантаження зростає, стає помірно прохолодно, кияни відчувають дискомфорт. Сильне теплове навантаження на організм спостерігається у березні та листопаді. У ці місяці в Києві помірно холодно, можливе переохолодження та обмороження відкритих ділянок тіла у людей, що знаходяться у нерухомому стані. Найбільший дискомфорт спостерігається взимку. У цей період відмічаються найнижчі величини ефективної температури, які зумовлюють сильне теплове навантаження на організм, спостерігається сильна загроза обмороження (рис. 1).

У Києві з 1981 по 2009 рр. найсильніше теплове навантаження у холодний період, зумовлене сумарним впливом на організм

температури, вологості повітря та швидкості вітру, спостерігалось у січні 1987 (28,6 °C) та лютому 1985 (27,5 °C). У цей період в Києві було надзвичайно холодно. За класифікацією ET відмічалась надзвичайно сильна загроза обмороження та замерзання. Зими з 1984 по 1988 були найхолоднішими, при цьому найбільший дискомфорт спостерігався у січні-лютому 1985-1987 рр. З середини 90-х років XX ст. відмічається зменшення дискомфорту у холодний період (рис. 2).

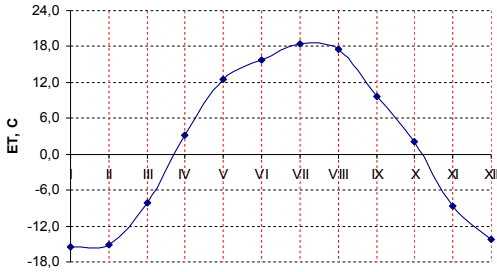


Рис. 1. Річний хід ефективної температури (°C)

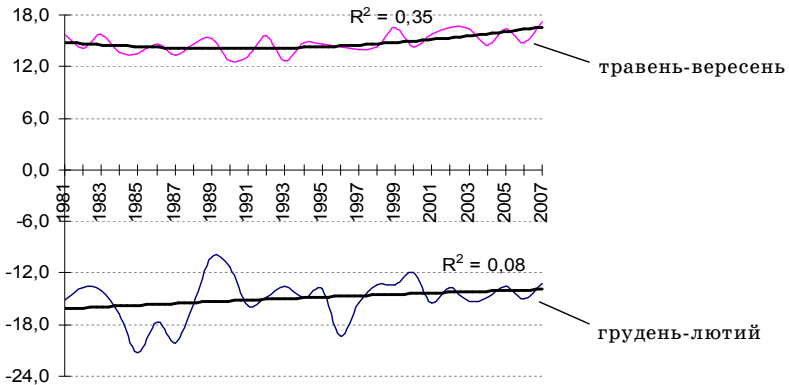


Рис. 2. Щорічні коливання еквівалентної температури у Києві у періоди помірного тепла (травень-вересень) та холоду (грудень-лютий)

Найбільше теплове навантаження у теплий період в Києві спостерігалось у липні 2001 (24,8 °C) та 2002 р. (24,2 °C). Високі температура та вологість і незначна швидкість вітру створювали сильне теплове навантаження, відчуття спеки, яке призводило до теплового виснаження. Початок XXI ст. виявився найспекотнішим за період з 1981 по 2007 рр. З середини 90-х років XX ст. у Києві спостерігається збільшення дискомфорту у теплий період (рис. 2).

Для оцінки тепловідчуття роздягненої людини, що перебуває в тіні і приймає повітряні ванни та одягненої по сезону людини, що робить легкі рухи використовується еквівалентно-ефективна температура (*EET*), запропонована Б. А. Айзенштатом [2; 3; 11]:

$$EET = t[1 - 0,003(100 - f)] - 0,385v^{0,59}[(36,6 - t) + 0,622(v - l)] + \\ + [(0,0015v + 0,008)(36,6 - t) - 0,0167](100 - f) \quad (3)$$

де t — температура повітря, °С; v — швидкість вітру на висоті 1,5 м, м/с; f — відносна вологість повітря, %.

За звичай *EET* розраховують у теплий період. Виділяють дві шкали еквівалентно-ефективних температур: основна і нормальна. Основна шкала *EET* характеризує тепловідчуття роздягненої людини, що перебуває в тіні і приймає повітряні ванни. Нормальна шкала *EET* застосовується для характеристики тепловідчуття одягненої по сезону людини, що робить легкі рухи [2; 3]. Найкраще роздягнена людина відчуває себе в інтервалі *EET* від 17,3 до 21,7 °С. Оптимальним умовам відповідає значення *EET*, рівне 19 °С. Це так звана зона комфорту по основній шкалі *EET*. Зона комфорту по нормальній шкалі є трохи нижчою, ніж по основній. Вона перебуває в межах 16,7-20,7 °С. За рахунок охолоджуючого ефекту вітру й вологості повітря *EET* протягом доби приблизно на 7 °С нижче температури повітря, тобто при температурі повітря нижче +7 °С будь-який вітер (навіть для одягненої людини) є охолоджуючим фактором. За повторюваністю оцінок *EET* в межах 17-22 °С визначають потенційні кліматолікувальні ресурси місцевості: менше 30 % — мінімальні, 30-50 % — задовільні, 50-70 % — оптимальні, більше 70 % — найбільш оптимальні. Чим більше умови середовища відрізняються від комфортних, тим більш обмежене коло пацієнтів, яким можна рекомендувати відпочинок та лікування в такому кліматі, призначати повітряні ванни та інші кліматичні процедури.

Для аналітичної оцінки тепловідчуття одягненої людини (літній одяг одного типу) І. В. Бутєвою [5; 6] запропонована формула «нормально-ефективної температури» (*HEET*):

$$HEET = 0,8 \cdot EET + 7 \quad (4)$$

Критерії тепловідчуття людини за *HEET* аналогічні критеріям, отриманим по *EET*.

Недолік індексів *ET*, *EET* та *HEET* полягає в тому що при оцінці тепловідчуття людини не враховується нагрівання сонячною радіацією. Цей недолік можна подолати шляхом застосування рад-

іаційної еквівалентно-ефективної температури (*PEET*). Радіаційна еквівалентно-ефективна температура — показник *теплого відчуття людини під впливом комплексного впливу температури й вологості повітря, швидкості вітру, енергетичної освітленості сонячною радіацією (інтенсивності)*. Вона виражається в градусах Цельсія й розраховується по формулі, запропонованій Г. В. Шелейховським:

$$PEET = 125 \lg[1 + 0,02t + 0,0001(t - 8)(f - 60) - 0,0045(33 - t)\sqrt{V + 0,185p}] \quad (5)$$

Для оцінки теплового стану людини у холодний період року необхідно враховувати дію на організм не лише температури, а й швидкості вітру. Для цього в індексах холодного стресу ефект тепловідчуття та дискомфорту в основному уточнюється поправкою на швидкість вітру. Так, згідно І. А. Арнольдї, кожний метр збільшення швидкості вітру умовно прирівнюється до зниження температури навколишнього середовища на 2 °С [1; 9].

Для оцінки *комфортності погоди в холодний період року* ВМО рекомендує до застосування в будь-яких регіонах земної кулі індекс вітрового охолодження (*WC* — «Wind chill»):

$$WC = 13,112 + 0,6215t - 11,37v^{0,16} + 0,3965tv^{0,16} \quad (6)$$

де v — швидкість вітру в км/год. на висоті 1,5 м (середня висота обличчя людини); t — температура повітря, °С.

WC обчислюється у °F. Для того, щоб отримати *WC* в іншій шкалі (Цельсія або Кельвіна) можна скористатись формулами:

$$WC, ^\circ C = (WC - 32) / 1,8 \quad (7)$$

$$WC, ^\circ K = (WC + 459,67) / 1,8 \quad (8)$$

Залежно від величини *WC*, тривалості впливу на організм несприятливих умов погоди, людина має різні теплові відчуття та теплове навантаження. При $WC = -48$ °С і нижче погодні умови стають небезпечними, а при -55 °С і нижче — надзвичайно небезпечними для людини.

Оцінити *тепловтрати одиничної (м²) відкритої ділянки шкіри здорової людини* (температура шкіри 33 °С, температури тіла 36,6 °С) можна за допомогою біокліматичних індексів Хїлла та Сайпла-Пассела [9].

Індекс вітрового (сухого) охолодження Хїлла (H_c , Вт/м²·год) характеризує *інтенсивність втрати тепла здоровою людиною у сухому повітрі при наявності швидкості вітру*:

$$H_c = (0,13 + 0,47v^{0,5})(36,6 - t) \quad (9)$$

де t — температура повітря, °С; v — швидкість вітру, м/с.

Індекс вітрового (вологого) охолодження Хілла (H_w , Вт/м²·год) характеризує *інтенсивність втрати тепла людиною у вологому повітрі при швидкості вітру більше 0,2 м/с*. Вплив вологи на відчуття тепла людиною оцінюється шляхом введення поправки до індексу H_c за рахунок парціального тиску водяного пару (e):

$$H_w = H_c + (0,085 + 0,102v^{0,3})(61,1 - e)^{0,75} \quad (10)$$

При від'ємних та високих додатних температурах (більше 24 °С) вітровий потік посилює стан дискомфорту. При $H_w = 4,5-5,5$ Вт/м² погодні умови зими вважаються дискомфортними, при $H_w > 8,0$ Вт/м² — абсолютно дискомфортними.

Індекс вітрового охолодження Сайпла-Пассела (H^* , Вт/м²·год) характеризує *інтенсивність втрати тепла у сухому рухомому потоці повітря*:

$$H^* = (10,45 + 10v^{0,5} - v)(33,0 - t) \quad (11)$$

За індексом H^* , тепловідчуття людини оцінюється за наступними категоріями (Вт/м²·год): менше 0,7 — прохолодно; 1,2 — дуже холодно; більше 3,0 — нестерпний холод.

Врахування спільної дії вітру й низької температури на організм людини здійснюється при *оцінці суворості клімату на певній території*. Така оцінка необхідна, насамперед, для курортології та містобудування. Серед параметрів, за допомогою яких здійснюється ця оцінка найбільшого поширення набув індекс суворості погоди Бодмана [9]:

$$S = (1 - 0,04t)(1 + 0,272v) \quad (12)$$

де t — середня температура повітря за холодний період (зиму, або самий холодний місяць), °С; v — середня швидкість вітру за холодний період (зиму, або самий холодний місяць), м/с.

Індекс Бодмана дозволяє оцінити суворість зими (в балах) у певному регіоні: $S < 1$ — м'яка; $S = 1-2$ — малосувора; $S = 2-3$ — помірно сувора; $S = 3-4$ — сувора; $S = 4-5$ — дуже сувора; $S = 5-6$ — жорстко сувора; $S > 6$ — надзвичайно сувора.

Так, оцінка холодного періоду у Києві з 1981 по 2009 рр. показала, що згідно індексу Бодмана, зима в місті є малосуворою. Найбільш дискомфортними для людини є січень та лютий, коли

спостерігається помірно сувора погода ($S = 2,03$ та $2,02$ відповідно). У грудні погода є дещо комфортнішою ($S = 1,9$), оскільки середньомісячна температура повітря у цьому місяці вища, ніж у січні та лютому, а швидкість вітру майже однакова.

Розглядаючи динаміку суворості холодного періоду у Києві за період 1981-2007 рр. слід відмітити, що вона змінюється з року в рік. Найбільш суворими були лютий 1985 та січень 1987 рр. ($S = 2,7$). Помірно сувора погода, що спостерігалась у цей період, була дискомфортною за рахунок низьких температур повітря. Зими з 1983 по 1987 рік були для киян найсуворішими за період досліджень. Грудень 1982 ($S = 1,3$), грудень 2000 та лютий 2002 р. ($S = 1,5$) були найменш суворими, що було зумовлено насамперед високими температурами повітря у цей період. З початку XXI ст. спостерігається тенденція до зменшення суворості зими в Києві. Зими у кінці XX - на початок XXI століття були найменш суворими за період досліджень (рис. 3).

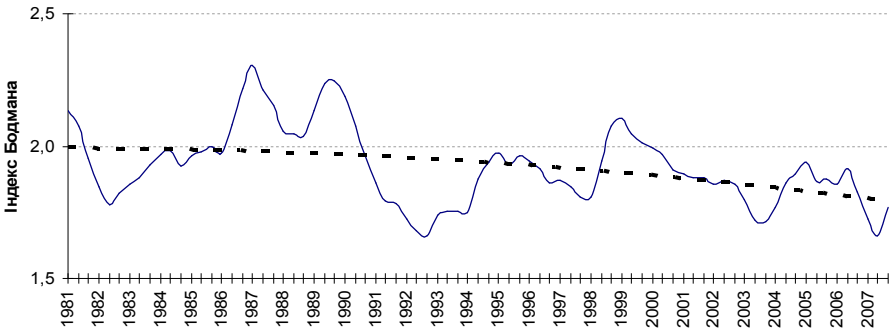


Рис. 3. Щорічні коливання індексу суворості погоди в Києві:

————— тренд-циклічна складова індексу суворості погоди Бодмана; - - - - - тренд.

Дуже важливо оцінити вплив погоди не лише на здорову людину, а й на людей, що мають певні патології, визначити інтенсивність цього впливу. Оскільки на самопочуття здорової та хворої людини найбільш істотно впливають неперіодичні, контрастні зміни погоди, для їх оцінки розроблені комплексні метеорологічні індекси (індекси патогенності погоди), що відображають *потенційну можливість появи патологічних реакцій в організмі людини від інтегральної дії всіх елементів погоди й клімату* [7-9].

Розрахунки таких індексів виконуються на основі зіставлення якісних оцінок ступеня подразнення людського організму з особ-

ливостями поточної погоди або клімату, з урахуванням сезону. Бокша В. Г. й Богутський Б. В. [4] ефект подразнення від окремих метеорологічних елементів оцінюють по емпіричним співвідношенням — окремим клінічним індексам погодної патогенності (J) у тому числі по елементах:

- для температури повітря (t):

$$i_{\Delta_t} = 0,3(\Delta t)^2$$

$$i_t = 0,2(18 - t), \quad \text{при } t \leq 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$i_t = 0,20(18 - t), \quad \text{при } t > 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$
(13)

де t — середньодобова температура ($^\circ\text{C}$); Δt — міждобова зміна температури повітря. Δt росте напередодні та у день прояву патологічної реакції.

- для вітру (V): $i_V = 0,2V^2$ (14)

- для вологості повітря (f): $i_f = (f - 70)/2$ (15)

- для хмарності (n): $i_n = 0,06n^2, n = 10 - 10S_\phi / S_M$ (16)

де S_ϕ, S_M — відповідно фактична й максимально можлива тривалість сонячного саява по геліографу

- для зміни тиску (Δp): $i_{\Delta_p} = 0,06(\Delta p)^2$ (17)

де Δp — індекс патогенності міждобової зміни тиску.

Підсумковий клінічний індекс метеорологічної патогенності (J_n) визначається інтегруванням окремих індексів i :

$$J_n = i_t + i_f + i_V + i_n + i_{\Delta_p} + i_{\Delta_t}$$
(18)

Сумарний метеорологічний індекс патогенності вказує не на характер зміни погоди, а лише на ступінь її дратівного впливу на організм. Залежно від величини J умови оцінюються як:

$J = 0-9$ — оптимальні,

$J = 10-24$ — дратівні,

$J > 24$ — гострі.

За даними Головіної Е. Г., Русанова В. І. [7; 8; 10] найбільший «подразнюючий» ефект погоди спостерігається в зимові місяці. У цей період більш різкі значення J поєднуються з несприятливими порушеннями параметрів геодинаміки організму (артеріального тиску, ударного й хвилинного обсягу серця), більш низькими середніми значеннями проникності електричних мембран крові й більш низькою частотою випадків раптової смерті.

З метою більш правильної оцінки можливих метеотропних реакцій та їх профілактики всі погодні умови та геофізичні показники підрозділяють на медичні типи погоди. У наш час в Росії та пострадянських країнах використовується морфодинамічна класифікація погоди Григор'єва І. І, Парамонова І. Г. та Тена М. М. [9], що включає чотири типи погоди: досить сприятлива погода; сприятлива погода; несприятлива погода; особливо несприятлива погода.

Висновки. Виходячи з того, що метеорологічні чинники суттєво впливають на організм людини і цей вплив в останні роки зростає і за оцінками МГЕЗК збільшуватиметься в майбутньому, прогностичні підрозділи Гідрометслужби України можуть і повинні надавати споживачам як фактичну, так і прогностичну інформацію щодо комфортності погоди. Необхідні подальші дослідження впливу погоди на людину з урахуванням регіональних особливостей.

Література

1. Арнольди И. А. Акклиматизация человека на севере и юге. — М.: Медгиз, 1962. — 71 с.
2. Айзенштат Б. А. Методы расчета некоторых биоклиматических показателей // Метеорология и гидрология. — 1964. — № 12. — С. 9-16.
3. Айзенштат Л. Б., Айзенштат Б. А. Формула для расчета эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ) // Тр. САРНИГМИ. — 1974. — Вып. 20(101).
4. Бокша В. Г., Богуцкий Б. В. Медицинская климатология и климатотерапия. — К.: Здоров'я, 1980. — 264 с.
5. Бутьева И. В. Зональные особенности метеорологических условий теплоощущения человека // Климат и человек. — М.: Мысль, 1972. — С. 51-54.
6. Бутьева И. В., Швейнова Т. Г. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий // Комплексные биоклиматические исследования. — М., 1988. — С. 80-84.
7. Головина Е. Г., Русанов В. И. Некоторые вопросы биометеорологии. Учебное пособие. — СПб.: Изд-во РГГМИ, 1993. — 90 с.
8. Головина Е. Г., Трубина М. А. Методика расчетов биометеорологических параметров (индексов). — Ростов-на-Дону, 1997. — 56 с.
9. Исаев А. А. Экологическая климатология. — М.: Научный мир, 2001. — 458 с.
10. Русанов В. И. Методика исследований климата для медицинских целей. — Томск, 1973. — 274 с.

11. Stellman J. M. Encyclopaedia of occupational health and safety. — Geneva, 1998. — Т. 4.
12. Menten JC., Culp K. Reducing hydration-linked events in nursing home residents. — Clinical Nursing Research, 2003. — P. 210-225.
13. Resinger A. Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report. — Geneva(Switzerland): IPCC, 2007. — [Cited 2008, 27 November]. — Available from: <<http://www.ipcc.ch>>
14. <http://www.pogoda.by/>

Н. А. Шалимов

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

В описании климата более реалистичными являются глобальные модели климата, объединенные с океаническими моделями. Наиболее полными являются модели CGCM2 (Канадского центра моделирования и анализа климата и Лаборатории геофизической гидродинамики, США), HadCM3 (Центра по исследованию и прогнозу климата Гадлея, Великобритания) и ECHAM4 (Института Макса Планка и Немецкого центра по исследованию климата).

В последние десятилетия широкое развитие получили международные программы, в рамках которых сопоставляются результаты численных экспериментов с моделями общей циркуляции атмосферы (МОЦА) ведущих мировых метеоцентров, научно-исследовательских институтов и университетов. Одна из таких программ — проект AMIP [4], главной задачей которого является воспроизведение современного климата, а также оценка его будущих изменений.

Программа CMIP преследует те же цели, что и AMIP, но в ее рамках действуют совместные модели океана и атмосферы, что особенно важно при рассмотрении вопросом изменения климата Азово-Черноморского бассейна. Проект RMIIP [2] ориентирован на моделирование климатических событий прошлого. Первым его этапом является тестирование моделей, которое базируется на воспроизведении современного климата.

В программе RMIIP принимают участие двадцать МОЦА, являющиеся членами AMIP. В RMIIP работают разные виды МОЦА. Здесь есть и модели промежуточной сложности, типа CLIMBER и полные МОЦА. Пространственное разрешение моделей весьма различно. представляется некорректным в задаче региональной валида-

ции результатов моделирования сравнивать между собой МОЦА, пространственное разрешение которых различается более чем в 2 раза. Из этих соображений из списка используемых МОЦА были исключены CLIMBER, MSU, CCSM1 и LMD4.

Таким образом, процедура валидации проводилась для 16 моделей РМIP (10 из которых являлись также участниками АМIP). Более подробное описание этих моделей можно найти в специальных работах [2]. Валидация температуры и величины испарения осуществлялась по трем видам климатической информации, а количество осадков — по пяти [2]. В качестве региона была выбрана прямоугольная область ландшафта Украины, расположенная в районе Причерноморской низменности подпровинции Полигенной равнины. Южными и северными границами этой области являются 45 и 47° с.ш., а западными и восточными соответственно 29 и 34° в.д.

Следует подчеркнуть, что регион Причерноморской ландшафтной низменности выбран вовсе не случайно для изучения биоклиматических резервов юга Украины в силу особенностей его географического положения. Ведь, как показали исследования [3], климат местности зависит от ее географической широты, рельефа и высоты над уровнем моря, а также близостью местности к Черному морю. Принято считать, что Азово-Черноморская низменность находится в зоне с относительно благоприятными условиями погоды, поэтому бесспорно актуальна информация об ее биоклиматических ресурсах, зная которые можно произвести экономическую оценку роли климата.

Установлено, что климат приморских районов обычно мягче, чем в глубине суши. Например, на климат рассматриваемой Причерноморской низменности влияют береговые и морские бризы. Наблюдается значительное превышение среднегодовой температуры воздуха в степной зоне (южнее 45° с.ш.) и в южной части лесостепной зоны, которое составляет 2-3 °С.

В то же время в северной части равнины (севернее 47° с.ш.) среднегодовая температура по ансамблю МОЦА получилась на 1-2 °С ниже фактической. Межмодельный разброс среднегодовой температуры воздуха на Причерноморской равнине довольно велик — в среднем он колеблется от 3 до 4 °С. Это означает, что МОЦА воспроизводят климат региона несогласованно.

Среднегодовая ансамблевая ошибка для поля осадков показывает, что область положительных аномалий (на 15-20 % больше нормы) расположена в северных районах низменности, а отрицатель-

ных (на 8-12 % меньше нормы) — в южных. Выявлен значительный межмодельный разброс количества осадков, который даже на равнинной части Причерноморья достигает 28-34 % годовой нормы, а вблизи побережья Черного моря превышает 50 %. Примерно такие же значительные погрешности получены и для величины испарения. Масштаб, начиная с которого ансамбль моделей РММ выходит на стационарный уровень ошибки, величина которой для температуры не превышает по модулю 1 °С, а для количества осадков и величины испарения 15 % годовой суммы, колеблется от 1,4 до 2,8 млн. км².

Иными словами, площадь территории на которой МОЦА устойчиво воспроизводят метеорологические величины с относительно небольшими погрешностями, соответствует, например, размерам бассейнов таких рек, как Днепр, Дунай, Волга, Миссисипи и т.д. [1]. Однако далеко не все МОЦА выходят на «стационарный» уровень ошибки на указанных выше пространственных масштабах. Например, модели BMRC, MR12, CCSR1 так и не вышли на стационарный уровень ошибки в летний и весенний сезоны.

Итак, среднегодовые ошибки, осредненные практически по всей территории Причерноморской низменности, также оказываются довольно большими. Данные средних сезонных ошибок температуры, воспроизведенных ансамблем МОЦА для зимы и лета и ошибки количества осадков для тех же сезонов показывают, что северные районы Причерноморской равнины в зимнее время оказались на 3-4 °С холоднее современной климатической нормы, а южные — на 2-3 °С (местами на 4 °С) теплее. Следовательно, межширотный градиент температуры оказался на 5-7 °С больше реально наблюдаемого. Летом же обращает на себя внимание область значительной положительной (4-5 °С) аномалии температуры на юге Украины. В северных районах положительная аномалия небольшая: она не превышает 1 °С.

Что касается количества осадков, то для зимнего сезона они воспроизведены ансамблем МОЦА в целом неплохо. На большей части севера Причерноморской низменности зимние осадки воспроизведены удачно: ошибка не превышает 5-8 % сезонной нормы. На юге низменности ансамблем МОЦА генерируется небольшая область положительной аномалии зимних осадков (10-15 % нормы). Летние же осадки воспроизведены МОЦА крайне неудачно. В степных районах, согласно модельному климату, осадков выпадает

на 30-50 % меньше, чем в реальности, а в северных районах на такую же величину больше.

Итак, значительные среднегодовые погрешности воспроизведения температуры и количества осадков на Причерноморской низменности возникают, в первую очередь, в результате больших ошибок расчетов для летнего сезона и для соседних с ним месяцев теплого периода (май и сентябрь).

Однако использование полного ансамбля МОЦА не совсем корректно. Возможно, из всего множества моделей следует отбирать те, которые наиболее адекватно воспроизводят современный климат. Большая часть заключений по надежности прогнозирования моделями современного климата, сделанных в этой работе, совпадает с результатами наблюдений, выполненных российскими учеными для Восточно-Европейской равнины России [2].

Какие модели можно считать предпочтительными? Полученные данные для прогноза климатических изменений на будущие десятилетия показали следующее.

1. Практически все МОЦА воспроизвели большую по сравнению с реальной годовую амплитуду температуры воздуха.

При этом большая часть моделей (10 из 15) воспроизвела более холодную по сравнению с реальностью зиму. Теплую зиму воспроизвели только 2 МОЦА, а близкую к средней климатической — три. Особенно суровая зима получилась по результатам модели CCSR1 (на 10 °С холоднее современной нормы). Также 10 МОЦА воспроизвели аномально теплое лето, особенно жаркое оно получилось по результатам эксперимента с моделью BMRC (на 8,5 °С выше современной нормы). Аномально теплое лето (на 6-7 °С выше средних многолетних значений) при нормальной для Причерноморской низменности зиме получилось по результатам расчетов модели LMD5.

Модели CCM3, GEN2, UKMO воспроизвели лето более прохладным, чем фактическое. Двумя моделями (CCM3 и CSIRO) сезонный ход температуры был воспроизведен близким к наблюдаемому.

2. Большинство МОЦА воспроизвели избыток осадков в зимнее время.

Особенно влажной зима получилась по результатам расчетов модели CNRM1 (осадков выпадает в 1,7 раза больше нормы). В летнее время шесть МОЦА воспроизвели небольшой избыток осадков на севере Причерноморской понтийской низменности (по-видимому, из-за аномально больших осадков на Днестровских плавнях и

Вюрмской дельте Днестра, причем самой влажной зима оказалась по результатам модели LMD5). Пять МОЦА воспроизвели некоторый дефицит осадков (из-за большей площади засушливой зоны, воспроизводимой многими МОЦА на юге Азово-Черноморской низменности).

3. Большинство МОЦА воспроизвели избыточное испарение в зимнее время на ландшафте Азово-Черноморской низменности в районах Экинской террасы, Днестровских плавнях, дельте Днестра, пересыпях и косах.

Это может показаться парадоксальным: при более низких температурах расчетное испарение оказывается больше. Однако здесь все дело в порядке величин. По результатам моделирования в зимние месяцы средние значения испарения в пределах Причерноморской низменности колеблются около 8-10 мм. Фактические значения испарения на этой территории не превышают 7 мм. Таким образом, разность всего в 2-3 мм означает погрешность в 40-50 %, а разность в 7 мм представляет собой 100-процентную ошибку. Летом 5 МОЦА воспроизвели избыточное испарение, а 4 — недостаточное. Генерируемые МОЦА аномалии испарения хорошо коррелируют с аномалиями осадков.

4. Проследивая сезонный ход пространственной изменчивости полей климатических величин, которая характеризует среднеквадратическим отклонением (СКО), то он всеми МОЦА воспроизведен неудовлетворительно.

В особенности это касается полей испарения и осадков. Лишь в отдельные месяцы года пространственное СКО полей температуры, осадков и испарения воспроизводится удачно.

В результате проведенного экстраполяционного анализа оказалось, что на качественном уровне основные закономерности географического распределения температуры, количества осадков и величины испарения Азово-Черноморского ландшафта воспроизводятся моделями верно. Однако количественная оценка показывает значительные погрешности: переувлажнение и переохлаждение северных территорий, напротив, дефицит влаги и перегрев для степной зоны и т.д.

Большинство МОЦА воспроизводят значительно большую по сравнению с реально наблюдаемой амплитуду годовой температуры на Причерноморской низменности, генерируя, более континентальный климат. Результаты расчетов большинства моделей «переувлажняют» эту территорию (в основном за счет районов дельт рек), в результате чего гидротермический коэффициент Селянинова оказыва-

ется завышенным и соответствует скорее влажным ландшафтам, нежели природным зонам Азово-Причерноморской низменности.

В итоге только три МОЦА из 16 более или менее адекватно воспроизвели современный климат. Это CSIRO, GFDL и UKMO. Наиболее точными основные климатические характеристики получаются в результате осреднения выходных данных шесть МОЦА: CCM3, CSIRO, GEN2, GFDL, GISS, UKMO. Подчеркнем, что полученный результат относится только к ландшафту Причерноморской низменности. Поэтому на территориях других регионов, возможно, другие модели продемонстрируют лучшие результаты.

Какой итог можно подвести всему сказанному выше?

Во-первых, качество воспроизведения климата ландшафта Азово-Причерноморской низменности с помощью МОЦА пока не позволяет решать ряд важных прикладных задач. Например, по количеству осадков и величине испарения, осредненным по большей части Азово-Черноморской местности, можно оценить лишь многолетние тенденции годового стока только таких крупнейших рек, как Днепр и Дунай. Более тонкие задачи, например, оценка сезонной изменчивости стока, вычисление по модельным данным расходов воды 1 %-ной обеспеченности (т. е. катастрофических половодий или паводков), оказываются практически нереальными. Гидрологические режимы более мелких рек вообще не поддаются оценке по данным МОЦА.

Во-вторых, полученные результаты ставят под сомнение целесообразность использования полного ансамбля МОЦА подобного пространственного разрешения в целях оценки состояния и изменчивости регионального климата. В самом деле, если большинство МОЦА воспроизводят климат со значительными погрешностями (часто одного знака), то пользоваться результатами ансамбля для оценки изменчивости тех или иных свойств окружающей среды некорректно. По-видимому, из всего многообразия МОЦА следует отбирать те, которые лучше всего воспроизводят современный климат в исследуемом регионе. Если таких моделей оказывается несколько, то из них логично составить ансамбль.

Литература

1. Кислов А. В., Кренке А. Н., Китаев Л. М. и др. Воспроизведение моделью ИВМ РАН температуры, осадков и снежного покрова в рамках эксперимента AMIP2 // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. — 2000. — Т. 26. — № 4. — С. 446-462.

2. Торопов П. А. Оценка качества воспроизведения моделями общей циркуляции атмосферного климата Восточно-Европейской равнины // Метеорология и гидрология. — 2005. — № 5. — С. 5-21.
3. Шалимов Н. А. Девярых Г. Н. Краткая биоклиматическая характеристика Одесской области / Науково-методичні проблеми покращення довкілля Одеського регіону // Зб. наук. пр. ОЦНТБ. — Одеса, 2006. — С. 300-305.
4. Gates W. L. The Atmospheric Model Intercomparison Project. — Bull. Amer. Meteorol. Soc., 1992. — Vol. 73. — P. 1962-1970.

*В. М. Хохлов, Г. О. Боровська,
В. М. Бондаренко, Л. Г. Латиш*

РЕГІОНАЛЬНІ АСПЕКТИ ЗМІН КЛІМАТУ НА УКРАЇНІ

До зміни клімату в слововживанні МГЕІК [1] належить зміна стану клімату, який може бути визначене (наприклад, за допомогою статистичних випробувань) через зміну середніх значень і мінливість його властивостей і яке зберігається протягом тривалого періоду, як правило, декілька десятиліть і більше. Воно відноситься до глобальної зміни клімату в часі, будь то унаслідок природно мінливості або в результаті діяльності людини. Це трактування відрізняється від того, що вживається в Рамковій конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (РКІК ООН), де зміна клімату позначає зміну клімату, яка пряма або побічно обумовлена діяльністю людини що викликає зміни у складі глобальної атмосфери і накладається на природну мінливість клімату спостережувані за порівнянні періоди часу.

Щоб визначити причини змін клімату, що мають місце, а також оцінити майбутні зміни, було реалізовано безпрецедентний за своїми масштабами та кількістю учасників модельний проект — дослідниками з 11 країн було виконано чисельні інтегрування з 23 складними фізико-математичними моделями загальної циркуляції атмосфери і океану [1]. Під час експерименту розраховувався клімат 20 століття при заданих, відповідних до спостережень, концентраціях парникових газів, а також клімат для трьох сценаріїв. Все це дозволило просунутися в уточненні та підвищенні достовірності оцінок майбутніх змін клімату, а також оцінити імовірнісні розподіли характеристик клімату для кожного зі сценаріїв.

Сценарії СДСВ (Спеціальної доповіді про сценарії викидів) [2] згруповані у чотири сценарні лінії (A1, A2, B1 і B2), в яких розг-

лядаються альтернативні шляхи розвитку, що охоплюють широкий діапазон демографічних, економічних та технологічних рушійних факторів і підсумкових викидів парникових газів. В цих сценаріях припускається, що глобальна політика в галузі клімату не буде змінюватися. Проекції викидів часто застосовуються в оцінках майбутніх змін клімату, а припущення щодо соціально-економічних, демографічних та технологічних змін, на яких вони ґрунтуються, використовувалися як вихідні дані для багатьох здійснених оцінок уразливості до змін клімату та їх наслідків [1].

Сюжетна лінія A1 характеризується світом з дуже швидким економічним розвитком, світовим населенням, кількість якого досягає максимуму у середині XXI століття, швидким впровадженням нових та більш ефективних технологій. Лінія A1 поділяється на три групи, які описують альтернативні напрямки технологічного прогресу: інтенсивне використання викопних видів палива (A1FI), енергетичні ресурси без викопних видів палива (A1T) та баланс за усіма джерелами (A1B). Лінія B1 описує конвергентний світ з тим же світовим народонаселенням, що й у A1, але з більш швидкими змінами в економічних структурах у напрямку сфер обслуговування та інформаційних технологій. B2 характеризується світом з проміжним народонаселенням та економічним зростанням, в якому наголос робиться на локальних рішеннях проблем економічної, соціальної та екологічної стійкості. A2 описує дуже неоднорідний світ зі швидким економічним розвитком, але повільним технологічним прогресом. Треба відзначити, що сценарії СДСВ не характеризувалися будь-якої ймовірністю [2].

У табл. 1 наведені деякі характеристики для зазначених вище сценаріїв [1]. Як можна бачити, на кінець першої чверті XXI століття глобальні зміни температури становитимуть приблизно 0,5 °C за усіма сценаріями. Цікавим є також те, що навіть якщо викиди парникових газів на кінець 21 століття зменшаться, як має відбутися за сценарієм B1, все одно середня глобальна температура збільшиться. У цій роботі ми не будемо розглядати фізичні аспекти таких змін, а пропонуємо читачеві ознайомитися з Доповіддю «Зміни клімату 2007» [1].

Сучасні моделі загальної циркуляції атмосфери і океану дозволяють розглянути не тільки зміни глобального клімату, а й, певною мірою, оцінити його регіональні аспекти. Наприклад, розділення моделі Лабораторії геофізичної гідродинаміки (GFDL) Національ-

ної адміністрації по океану та атмосфері (NOAA) США версії 2.1 становить 2° широти \times $2,5^\circ$ довготи [3], тобто дозволяє достатньо докладно вивчити регіональні особливості майбутніх змін різноманітних кліматичних характеристик над територією, яку можна зіставити з Україною. При моделюванні клімату XXI століття моделювання ансамблем моделей, до якого належить і модель GFDL, виконувалося з впливом одного з найважливіших зовнішніх чинників — викидів парникових газів до атмосфери, — які, в свою чергу, бралися за сценаріями СДСВ [2]. Отже, результатами інтегрування моделей є численні тривимірні масиви гідрометеорологічних даних; у цій роботі використані результати моделювання за моделлю GFDL. Серед цих масивів було вибрано тільки один — середньомісячна температура повітря поблизу підстильної поверхні — для періодів 1986-2000 рр. та 2011-2025 рр. та для трьох сценаріїв — «жорсткого» А2, «помірного» А1В і «м'якого» В1 — у вузлах регулярної сітки, обмеженої широтами $43,5^\circ$ та $53,5^\circ$ півн.ш. і довготами $21,25^\circ$ та $41,25^\circ$ сх.д.

Таблиця 1.

Глобальні викиди парникових газів (Гт CO_2 -еквів./рік; 40 Гт CO_2 у 2000 р.) та зміни температури ($^\circ\text{C}$) відносно 2000 р. згідно різних сценаріїв СДСВ

Сценарій	Глобальні викиди парникових газів		Зміни температури	
	2025	2100	2025	2100
А1В	64	63	0,5	2,2
А2	66	137	0,5	2,8
В1	53	25	0,5	1,2

Одним з найпростіших способів відображення можливих змін у кліматичному режимі метеорологічної величини є порівняння з минулими даними. Наприклад, Всесвітня метеорологічна організація пропонує використовувати для порівняння як базовий період 1961-1990 рр., а кліматичні підрозділи NOAA вже зараз використовують базовий період 1971-2000 рр. Але у нашому випадку це зробити неможливо, тому що довжина часового ряду, який ми розглядаємо (2011-2025 рр.), становить тільки 15 років, і саме тому як базовий період беруться 1986-2000 рр.

У роботі [4] показано, що зміни температурного режиму за сюжетними лініями А1В і А2 є схожими і відрізняються одна від іншої тільки величинами змін: потепління (для сценарію А2 —

навіть похолодання) є найменшим на південному заході України і збільшується у напрямку східної та західної України. За сценарієм В1 найменше потепління матиме місце над півднем та заходом України, а найбільше — над східною Україною.

Таким чином, на фоні глобального потепління до 2025 р. на приблизно 0,5 °С в Україні відбуватимуться достатньо нерівномірні зміни температурного режиму, причому найменш істотними вони будуть за «жорстким» сценарієм А2, коли майже для всієї України температура у середньому збільшиться не більше, ніж на 0,5 °С. Найістотніші ж зміни температури спостерігатимуться за «м'яким» сценарієм В1, коли майже уся північна, центральна та східна Україна характеризуватиметься потеплінням, більшим за 0,5 °С.

Що стосується змін річних сум опадів у 2011-2025 рр. відносно 1986-2000 рр. для трьох зазначених вище сценаріїв, то можна зауважити наступне [5]. Зміни режиму опадів за сюжетними лініями А1В і А2 також є схожими — майже над усією Україною опади будуть збільшуватися, особливо над південним заходом, а відрізняються одна від іншої тільки тим, що за сценарієм А2 над сходом України буде мати місце невелике зменшення річних сум опадів. Що ж стосується сценарію В1, то зміни у режимі опадів можна вважати неістотними (максимум 40 мм на рік, коли у теперішній час їх величина перевищує у середньому 600 мм на рік).

Таким чином, в Україні відбуватимуться достатньо нерівномірні зміни режиму опадів, причому найменш істотними вони будуть за «м'яким» сценарієм В1, коли майже для всієї України річна сума опадів зміниться у середньому не більше ніж на 7 % від сьогоденної. За іншими двома сценаріями найістотніших змін зазнає режим опадів на південному заході України, де річна сума може збільшитися на 10-15 % від тієї, що спостерігається у теперішній час.

Проте, тільки коливання середніх величин не визначають «зміни клімату», тому що треба розглядати також і мінливість метеорологічних величин. У роботі [6] було запропоновано використовувати як комплексний показник індекс зміни клімату, в який входили два показники, що стосувалися температури та опадів. Тут використовуємо цю концепцію для визначення у комплексі мінливості температури та опадів над Україною.

Спочатку відзначимо, що кількість аномально холодних літ збільшиться переважно тільки на півдні України, особливо в Одеській обл., причому за сценарієм А1В вона зросте на 4 аномально холодних літа в українському Придунав'ї. Як і слід було споді-

ватися, за глобального потепління істотно збільшується кількість аномально теплих літ майже на всій території України, причому для сценарію В1 у Вінницькій та Донецькій областях цей індикатор зростає до 7 літ, тобто майже кожне друге літо буде аномально теплим. Цікаво також, що для сценарію А2 майже над усім півднем України літа будуть переважно аномально холодними, а не аномально теплими.

Що стосується аномально холодних зим, то їх кількість буде незначною майже для всієї України. Тільки у деяких районах сходу України за сценарієм А2 кожна четверта або п'ята зима буде аномально холодною. Також незначною буде кількість аномально теплих зим за сценаріями В1 і А2, але для сценарію А1В майже для всієї України буде аномально теплою кожна четверта зима, а що стосується більшої частини півночі України — то й кожна третя.

Майже аналогічний розподіл мають поля індикаторів стосовно років — кількість аномально холодних років є неістотною, а кількість аномально теплих — великою для деяких сценаріїв та регіонів України. Наприклад, за сценарієм В1 кожний четвертий рік буде аномально теплим над усією Україною, а за сценарієм А1В — тільки над північчю та частиною заходу України. Цікаво також, що за сценарієм А2 у західній Україні збільшиться кількість тільки аномально теплих років, тим часом як кількість аномально холодних років залишиться тією ж, що й наприкінці ХХ століття. Зворотна картина спостерігається для решти території України.

Нарешті, на рис. 1 наведені величини індексу змін температури. По-перше, можна відзначити, що найменших змін в Україні режим температури зазнає за «жорсткого» сценарію А2, коли кількість аномалій здебільшого перевищує кількість аномалій температури сьогодення лише на 1-2 події (рис. 1-б). По-друге, найбільші зміни спостерігаються для «помірного» сценарію А1В, коли кількість аномалій становить двадцять відсотків майже над усією Україною; до того ж для цього сценарію має місце найбільша неоднорідність поля індексу змін температури (рис. 1-а). По-третє, найбільш однорідним є поле індексу TI для сценарію В1 (рис. 1-в), де, за виключенням західної України, кількість аномалій збільшується на 1-2 події. Можна також відзначити, що узгодженість між полями змін температури та полями змін аномалій температури є дуже слабкою і можна виявити тільки окремі (скоріше за все випадкові) схожі риси, як то найменше зменшення температури та мінімум аномалій над півднем України для сценарію А1В.

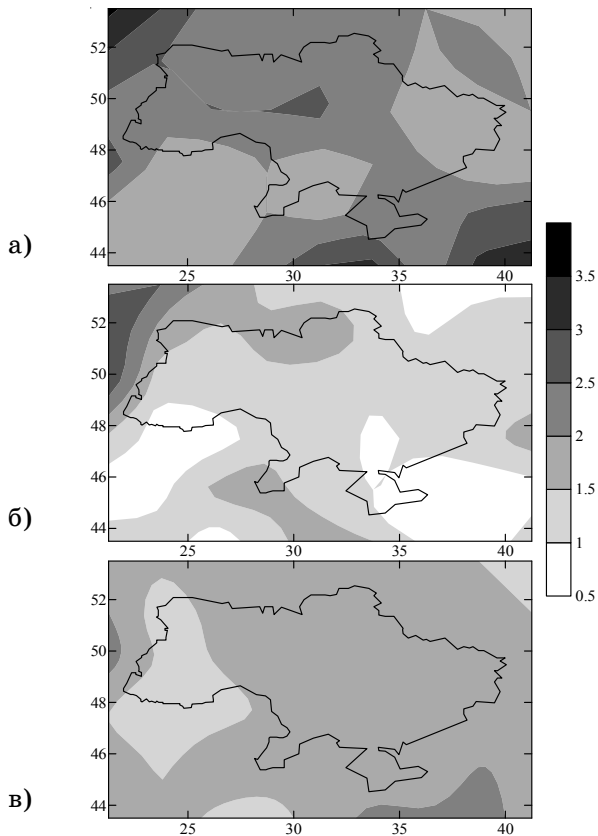


Рис. 1. Поле індексу змін температури для сценаріїв:
а) A1B; б) A2; в) B1

Стосовно режиму опадів відзначимо, що кількість аномально сухих літ залишиться майже незмінною, за винятком сценарію B1 для південного заходу України, де вона неістотно збільшиться; також для цього сценарію буде мати місце й незначне зростання літ з аномально великою кількістю опадів. Більше вологіших літ буде на правобережній Україні за сценарієм A2 (на 2-4 випадки), але найбільше зростання аномально вологих літ буде мати місце за сценарієм A1B, коли у деяких областях їх кількість збільшиться на 5 випадків.

Що стосується аномально сухих зим, то їх кількість не зміниться майже для усієї території України для сценарію B1, а для реш-

ти сценаріїв збільшення кількості зим з аномально малою кількістю опадів матиме місце переважно над лівобережною Україною, причому на крайньому сході України аномально сухою може бути кожна третя зима за сценарієм А1В. Найбільших змін режим опадів узимку зазнає за сценарієм А2 для правобережної України, коли майже кожна 3-4 зима буде аномально вологою, тоді як для сценаріїв А1В і В1 кількість аномально вологих зим зміниться неістотно над більшістю областей України.

Зміни режиму річних сум опадів будуть такими. Незначною мірою збільшиться кількість аномально сухих років; тільки в окремих областях, як, наприклад, в Одеській для сценарію В1, буде мати місце зростання їх кількості до більш-менш істотної величини. Також неістотно збільшиться кількість років з аномально великою кількістю опадів за сценарієм В1 та сценарієм А2 за винятком південної частини України. З іншого боку, для сценарію А1В буде характерним велика «плямистість» у змінах кількості аномально вологих років, причому їх кількість може досягати у деяких областях України значних величин, наприклад, майже кожний другий рік буде аномально вологим на півдні Одеської області, кожний третій — у Волинській області.

Нарешті, на рис. 2 наведені величини індексу змін опадів. Поперше, можна відзначити, що найменших змін в Україні режим опадів зазнає за «м'якого» сценарію В1: у середньому тільки 2 роки з 15 будуть характеризуватися аномальними подіями, причому тільки на півдні України. Як випливає з аналізу рис. 1, це можуть бути не тільки аномально вологі, а й аномально сухі події. Також варто уважити, що за цим сценарієм, а також сценарієм А2, найменшого впливу змін клімату зазнає західна частина України, а найбільшого — південна. Що ж стосується «помірного» сценарію А1В, то для нього зміни режиму опадів над Україною у 2011-2025 рр. будуть найістотнішими. Насамперед це стосується східних областей України, де кожного четвертого року буде мати місце аномальна подія, як правило пов'язана зі збільшенням кількості опадів; також зросте кількість аномальних подій і на Західній Україні, і тільки у невеликій кількості районів України режим опадів майже не зміниться.

Як висновки відзначимо, що певні зміни температури не супроводжуються тотожними змінами аномалій температурного режиму, а останні є дуже важливими при оцінці впливу змін клімату на природні та соціальні системи, говорить про правильність обраного

нами методу. Насамперед треба відзначити, що у порівнянні з кінцем ХХ століття кількість аномальних проявів температурного режиму у 2011-2025 рр. збільшиться. Цікавим є те, що сценарій А2, який вважається «жорстким» і за якого наприкінці ХХІ століття глобальне підвищення температури буде найбільшим, у 2011-2025 рр. не спричинить будь-яких істотних змін температурного режиму України, причому це стосується як середніх величин, так й аномальних проявів. З іншого боку, з точки розробки стратегії щодо пом'якшення наслідків глобального потепління найсприятливішим є «м'який» сценарій В1, за якого розподіл змін середніх температур і їх аномалій над Україною буде найбільш гомогенним.

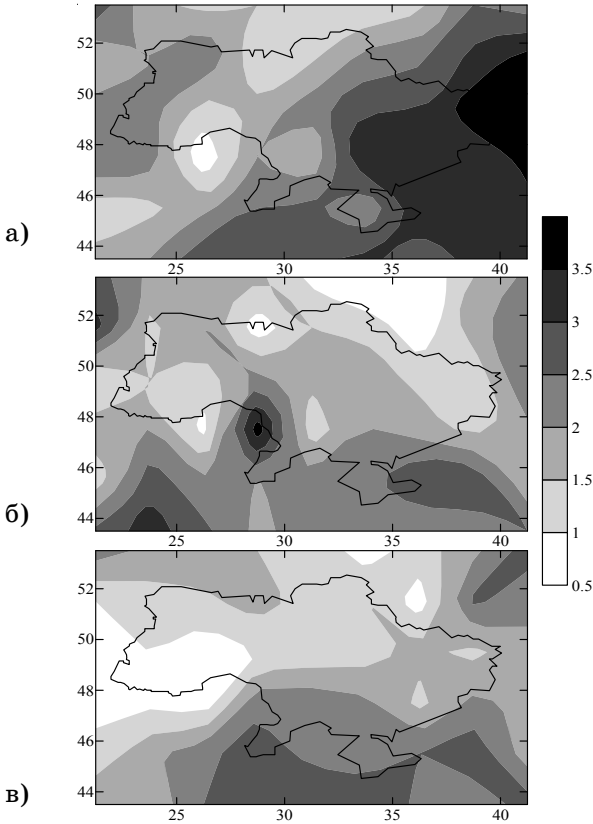


Рис. 2. Поле індексу змін опадів для сценаріїв:
а) А1В; б) А2; в) В1

Також треба відзначити, що у порівнянні з кінцем ХХ століття кількість аномальних проявів режиму опадів у 2011-2025 рр. збільшиться. Цікавим є те, що сценарій А2, який вважається «жорстким», у 2011-2025 рр. не спричинить будь-яких істотних змін режиму опадів України, причому це стосується, насамперед, аномальних проявів. З іншого боку, з точки розробки стратегії щодо пом'якшення наслідків глобального потепління найсприятливішим є «м'який» сценарій В1, за якого розподіл змін опадів та їх аномалій над Україною буде найбільш гомогенним та незначним. Але істотна «плямистість» просторового розподілу аномальних проявів режиму опадів може свідчити про те, що подальші дослідження у цьому напрямку мають здійснюватися на основі даних не глобальних, а регіональних моделей, за допомогою яких можна виявити більш докладні особливості просторового розподілу метеорологічних параметрів.

Література

1. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / S. Solomon et al. 1(eds.) Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. — Cambridge University Press, 2007. — 996 p.
2. Special Report on Emission Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change / N. Nakicenovic et al. (eds.). — Cambridge University Press, 2000. — 599 p.
3. Delworth T. L. et al. GFDL's CM2 Global Climate Model. Part I: Formulation and simulation characteristics // J. Climate, 2006. — V. 19, No. 5. — P. 643-674.
4. Хохлов В. М., Латиш Л. Г., Цимбалюк К. С. Зміни температурного режиму в Україні у 2011-2025 роках // Вісник Одеського державного екологічного університету. — 2009. — Вип. 8. — С. 21-29.
5. Хохлов В. М., Бондаренко В. М., Латиш Л. Г. Просторовий розподіл аномалій опадів в Україні у 2011-2025 роках // Український гідрометеорологічний журнал. — 2009. — Вип. 5. — С. 54-62.
6. Baettig M. B., Wild M., Imboden D. M. A climate change index: Where climate change may be most prominent in the 21st century // Geophys. Res. Lett., 2007. — V. 34. — L01705.

*Д. В. Пишняк, Г. П. Ивус,
В. М. Шпыг, И. В. Будах*

РАСЧЕТ ЛОКАЛЬНОЙ ДОСТУПНОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Введение. Энергетический анализ атмосферы очень удобен тем, что позволяет одной физической величиной описывать все атмосферные процессы, наглядно представляя их значимость. С другой стороны численное моделирование, имея свои известные недостатки, все же открывают новые возможности для анализа всевозможных атмосферных явлений вплоть до мезо- и микро- масштабов. Поэтому отталкиваясь от результатов моделирования, мы попробовали провести исследование взаимообусловленности структуры атмосферных фронтов и ДПЭ.

Таким образом, можно сформулировать следующие **цели работы**: 1) оценка локальной потенциальной энергии, доступной для перехода в кинетическую энергию в пределах мезомасштабных систем холодных атмосферных фронтов; 2) рассмотрение применимости характеристики локальной ДПЭ для описания мезомасштабных процессов.

Расчет локальной ДПЭ стал возможен благодаря использованию регулярных данных высокого разрешения, полученных на выходе региональной модели атмосферы WRF-ARW, проходящей адаптацию в отделе численных исследований УкрНИГМИ.

Пространственные характеристики исходных данных определялись параметрами расчетной области модели — 98×70 узлов сетки по горизонтали с разрешением около 30 км и 27 неравномерных уровней по вертикали, от сотен метров в пограничном слое до более километра в верхней тропосфере (рис. 1). В исследовании использовались трехмерные поля перечисленных метеовеличин — температура, влажность, давление, составляющие ветра.

Начальными и граничными условиями моделирования служили прогностические поля GFS.

В модели использовались следующие параметризации: микрофизика — WSM 3-class simple ice scheme; длинноволновая радиация — RRTM; коротковолновая радиация — Dudhia scheme; пограничный слой — YSU PBL; приземный слой — Monin-Obukhov; подстилающая поверхность — thermal diffusion; конвекция — Kain-Fritsch (new Eta) scheme.

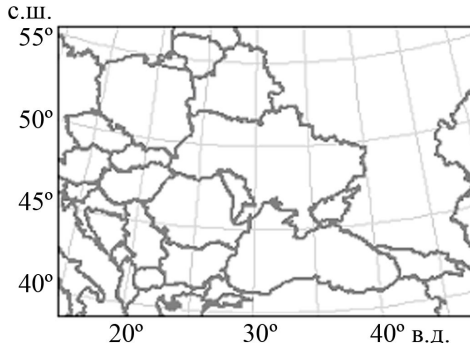


Рис. 1. Модель WRF-ARW v2.2.1.

Расчетная область (размер: ~ 2940x2100 км; 98x70 узлов; горизонтальное разрешение: 30 км; количество уровней по вертикали: 27 (неравномерные))

Использованные данные модели — трехмерные метеорологические поля: T — абсолютная температура воздуха (К); Q — массовая доля водяного пара (г/кг); P — давление (гПа); U — составляющая скорости ветра вдоль широтного круга (ось X) (м/с); V — составляющая скорости ветра вдоль долготного круга (ось Y) (м/с); W — вертикальная составляющая скорости ветра (м/с); Z — высота σ -уровня (м).

Расчет $ДПЭ$ производился по формуле выведенной Лоренцем и усовершенствованной нами до негидростатического вида. В отличие от исходной, данная формула пригодна для оценки $ДПЭ$ на любом масштабе и в зависимости от типа стратификации атмосферы. В расчетной формуле для единичного объема используется потенциальная виртуальная температура, позволяющая учесть вклад, в том числе, горизонтального градиента давления и влажности. Графически данное выражение может быть представлено площадью между осредненной по региону кривой стратификации и кривой состояния i -й частицы (рис. 2). Реализованный расчетный алгоритм производит вычисление интеграла по вертикали с заданной дискретностью в 10 м, что важно для определения высоты выравнивания температуры и достигается применением бикубической интерполяции между уровнями модели (1).

$$ДПЭ_i = g \int_{h_z}^{h_E} \frac{\theta_i - \bar{\theta}}{\bar{\theta}} dh \quad (1)$$

где $\bar{\theta}$ — среднее по области значение потенциальной виртуальной температуры; θ_i — температура частицы; h_Z — исходный уровень; h_E — уровень выравнивания температуры.

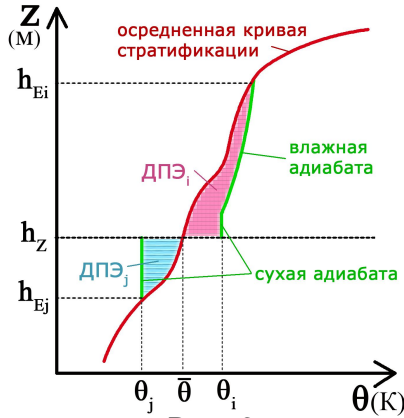


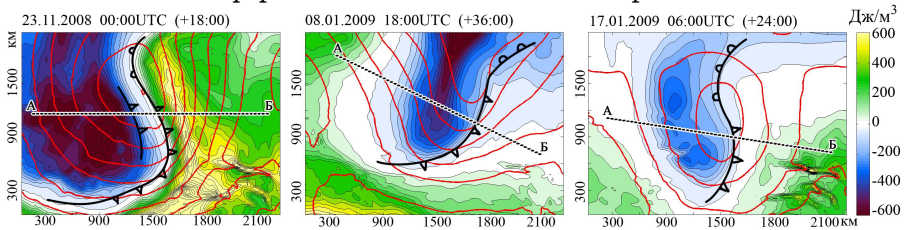
Рис. 2.

Результаты расчетов продемонстрируем на примере 3 случаев прохождения холодных атмосферных фронтов в зимнее полугодие. Рассмотрим пространственное распределение полной ДПЭ всей области расчетного домена (рис. 3). Видно, что отрицательные значения соответствуют холодным воздушным массам, затекающим в тыл циклонам и стремящимся опуститься вниз. Положительные значения наоборот — тепломu воздуху, стремящемуся подняться вверх для перехода системы в устойчивое состояние. На вертикальных разрезах экстремумы отрицательной ДПЭ расположены на высоте 4-5 км, в то время как положительная сосредоточена ближе к земной поверхности.

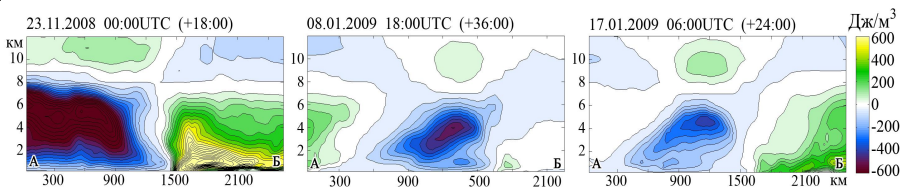
Размеры модельного домена, в пределах которого рассчитана ДПЭ, сопоставимы с масштабами синоптических процессов, для которых высвобождение и генерация ДПЭ тесно взаимосвязана с глобальной циркуляцией и регулируется, в том числе, эффектом Кориолиса. Поэтому на данном масштабе процесс перехода энергии протекает сравнительно медленно и далеко не вся она успевает осуществить преобразование за время жизненного цикла синоптических объектов. С уменьшением масштаба скорость и эффективность реализации ДПЭ должна возрастать.

Попробуем оценить ДПЭ таких мезомасштабных систем, как атмосферные фронты, для чего, путем применения *фильтра сколь-*

здесь осреднения, рассчитаем отклонения по меньшей территории. Фильтр ограничивает область расчета вокруг заданного узла. Размер фильтра определяет верхний предел масштаба рассматриваемых процессов. Так как нас интересуют атмосферные фронты, зададим порог фильтра сопоставимым с поперечным сечением фронтальной зоны — около 400 км, выделив тем самым неоднородности в поле плотности атмосферы с масштабом меньше порогового.



а) горизонтальные разрезы на высоте 3 км



б) вертикальные разрезы вдоль линии А-В

Рис. 3. Распределение полной ДПЭ

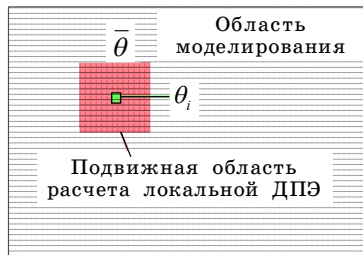
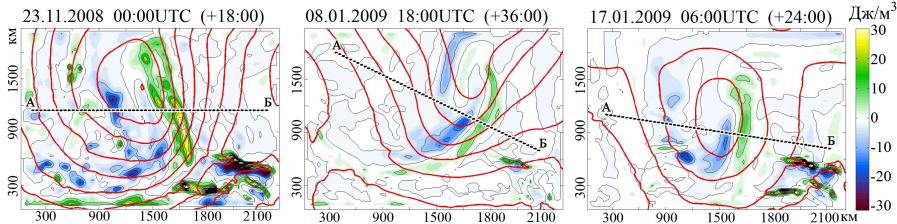


Рис. 4. Схема пространственного фильтра.

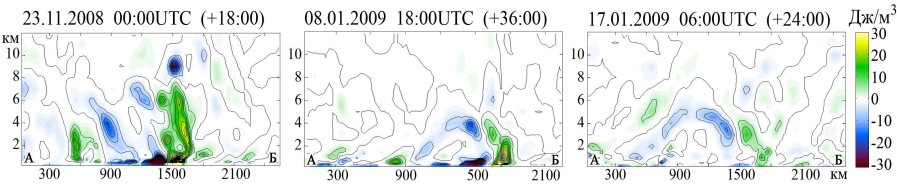
Фильтрация реализована при помощи скользящего осреднения

Полученную характеристику назовем *локальной ДПЭ*. Поля локальной ДПЭ выявили как фронтальные, так и внутримассовые очаги неустойчивости (рис. 5). Эта характеристика, помимо энергии вертикальной неустойчивости, учитывает горизонтальное взаимодействие соседствующих воздушных масс, масштаб которого мы

можем задать произвольно. Вытянутые вдоль холодных фронтов зоны положительной ДПЭ, кроме всего прочего формируются и за счет выделения скрытого тепла, тогда как отрицательные возникают, в том числе, из-за охлаждения воздуха при испарении осадков и фронтальной адвекции.



а) горизонтальные разрезы на высоте 3 км



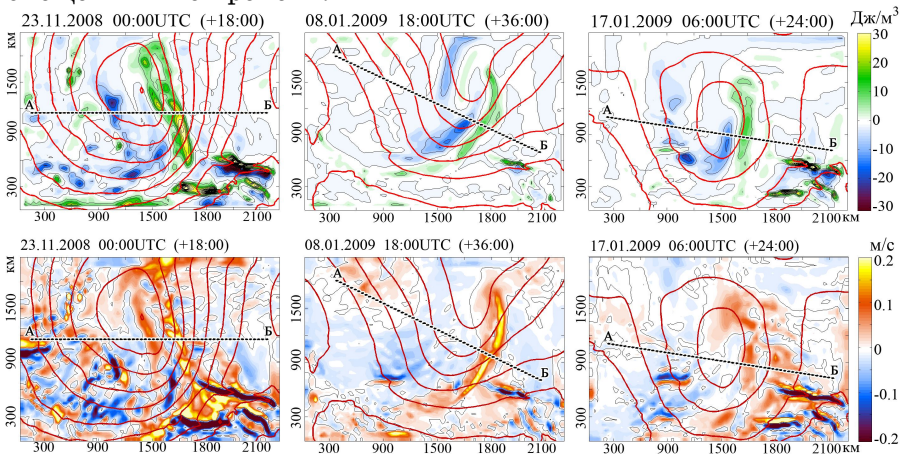
б) вертикальные разрезы вдоль линии А-В

Рис. 5. Распределение локальной ДПЭ

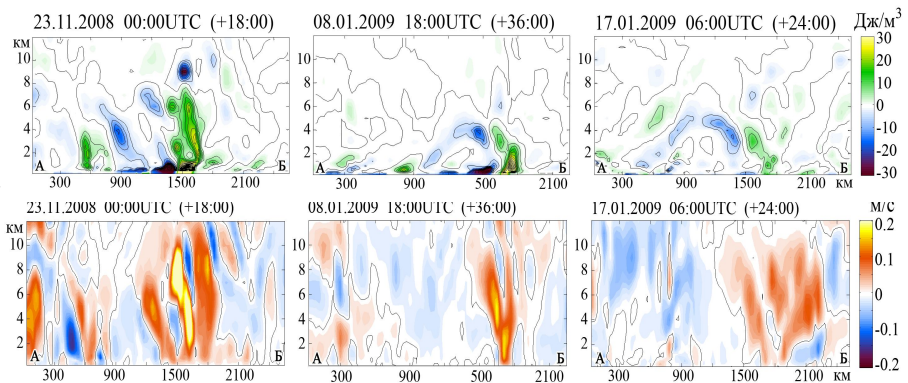
Для косвенной проверки теории и методики расчета сопоставим поля ДПЭ и вертикальных токов (рис. 6). На рисунках видно преобладающее совпадение знака локальной ДПЭ с направлением вертикальных токов, что может служить подтверждением физической верности реализованной методики и ее пригодности для анализа атмосферных процессов. Однако зоны положительной ДПЭ более однозначно связаны с областями восходящих движений, чем отрицательные с нисходящими. Заметно отсутствие как таковых локализованных очагов нисходящих токов. Расположение восходящих очагов при детальном рассмотрении также оказывается немного смещено относительно зон положительной ДПЭ. Эти же закономерности сохраняются и при рассмотрении вертикальных разрезов.

С другой стороны плотной количественной зависимости между ДПЭ и вертикальными токами или даже вертикальными ускорениями быть не должно минимум по двум причинам: во-первых, ДПЭ не является собственной характеристикой объема воздуха, а определяется состоянием окружающей его среды; и во-вторых, мезомасштабные возмущения получают энергию в том числе от

крупномасштабного потока, что, естественно, отражается в генерации ДПЭ, однако возможный процесс ее реализации оказывается смещенным во времени.



а) горизонтальные разрезы на высоте 3 км



б) вертикальные разрезы вдоль линии А-В

Рис. 6. Сопоставление локальной ДПЭ и вертикальных токов

Подведем итоги:

1. Реализована универсальная методика расчета локальной ДПЭ, не имеющая ограничений по характеру стратификации атмосферы и масштабу процесса.
2. На основе данных численного моделирования произведена апробация методики, как инструмента для исследования термодинамической структуры атмосферных фронтов.

3. Поля локальной ДПЭ в общих чертах удовлетворяет распределению вертикальных токов и классическим представлениям о таковых во фронтальных зонах. Однако без учета динамики среды данная характеристика не позволяет с достаточной точностью описать мезомасштабные процессы α -диапазона.

И. Г. Семенова

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ МОДЕЛИ WRF В ОПЕРАТИВНОЙ ПРАКТИКЕ

1. О модели WRF

Мезомасштабная прогностическая модель WRF (Weather Research and Forecasting Model) создана объединением ведущих научно-исследовательских центров США: Национальный центр атмосферных исследований (NCAR), Национальное управление океанических и атмосферных исследований (NOAA), Национальный центр предсказания состояния окружающей среды (NCEP), Военно-морская научно-исследовательская лаборатория США, Федеральная авиационная администрация США (FAA) и ряд других научных учреждений.

Основные направления использования:

- в оперативной практике;
- исследование схем параметризации и возможности ассимиляции данных;
- численный прогноз в реальном времени, включая глобальные и мезомасштабные задачи;
- обучение.

Новые возможности WRF V3:

- Возможность глобального моделирования.
- Новые схемы параметризации микрофизических, конвективных, радиационных процессов, процессов ПСА, приземного слоя и подстилающей поверхности.
- Идеализированное моделирование крупномасштабных атмосферных вихрей.
- Полное воспроизведение морских бризов.
- Моделирование влияния больших городов на базе модели антропогенного очага.

Детальная информация о модели находится на сайте разработчиков <http://www.wrf-model.org/index.php>

2. Реализация модели WRF в УкрНИГМИ

Модель WRF ARW работает в экспериментальном режиме с 2008 г., прогнозы рассчитываются по версиям модели V2.2.1 и V3.**. В настоящее время после последней реконструкции сайта представлена версия 3.1.1.

Модельные расчеты проводятся по начальным данным за 00 и 06 UTC до 120 часов вперед, каждые 3 часа. В настоящее время детализация по времени составляет 1 час.

В прогнозе рассчитываются: температура воздуха, атмосферное давление (на станции и приведенное к уровню моря), скорость и направление ветра, осадки, относительная влажность воздуха, облачность по 3 ярусам.

Расчетная область модели версии 3.0 — 98 × 70 узлов, шаг сетки — 30 км. Координаты центральной точки: широта — 48,50° с.ш., долгота — 31,11° в.д.

В настоящее время в модели 3.1.1 главная расчетная область — 210 × 160 узлов, шаг — 21 км. Координаты центральной точки: широта — 50,00° с.ш., долгота — 23,00° в.д. Выделяют также два подрайона (вложенные сетки) — запад и юг Украины, где прогноз детализируется с шагом сетки — 7 км.

Результаты моделирования в виде прогностических полей, таблиц и графиков ежедневно представляются на сайте модели <http://water-ecobase.org.ua>

3. Объект и методы исследования

В процессе исследования была выполнена оценка прогнозов метеорологических величин на сутки вперед, рассчитанных по модели WRF в УкрНИГМИ, по отдельным пунктам Украины: Одесса, Львов, Кировоград, Симферополь, Мариуполь, Керчь, Бердянск, Геническ. Исходные выборки за 2008 и 2009 гг. включали летние и осенние месяцы. Использовалась прогностическая информация по температуре, ветру, осадкам с сайта модели.

Оценка прогнозов проводилась двумя путями: 1) с использованием статистических характеристик; 2) в соответствии с требованиями Наставления по службе прогнозов.

4. Оценка прогноза температуры

4.1 Оправдываемость максимальной и минимальной температуры по городам Одесса и Мариуполь

По Одессе средняя оправдываемость максимальной температуры воздуха составила 66 %, наибольшие отклонения — в августе

(43 %), наименьшие — в октябре (95 %). Оправдываемость прогноза минимальной температуры лучше, чем максимальной, — в среднем 78 %, особенно летом. Средние абсолютные отклонения больше в осенние месяцы.

По Мариуполю средняя оправдываемость максимальной температуры невысокая, в летние месяцы составляет 55 %, особенно в июле — абсолютные отклонения более 3 °С.

Оправдываемость прогноза минимальной температуры лучше, — в среднем 63 %, температура в среднем завышается на 2,5 °С.

4.2 Оправдываемость прогноза температуры по основным метеорологическим срокам 00, 06, 12, 18 UTC

По г. Одесса (июль-октябрь 2008 г.) средняя оправдываемость наилучшая в утренний (96 %) и ночные сроки, наихудшая — в дневной срок (84 %). В утренние и дневные сроки оправдываемость выше в осенние месяцы, в ночные сроки — в летние месяцы. Прогностические значения температуры в ночные и утренние сроки в среднем завышаются, в дневные и вечерние сроки — занижаются.

По г. Львов (сентябрь-ноябрь 2008 г.) оправдываемость колеблется от 80 % в срок 00 UTC до 86 % в 18 UTC. Наилучшая оправдываемость отмечается в ночные и утренние часы в ноябре, в дневные часы — сентябре. Относительно низкая оправдываемость (75-77 %) отмечается в ночной срок в сентябре-октябре. Прогностические значения температуры в среднем, во все сроки завышаются.

По г. Кировоград (сентябрь-октябрь 2008 г.) оправдываемость высокая — от 90 % в срок 06 UTC до 99 % в 12 и 18 UTC. Прогностические значения температуры в среднем, завышаются в ночные и утренние сроки, и занижаются — в дневные.

По г. Симферополь (сентябрь-октябрь 2008 г.) оправдываемость составила во все сроки в среднем выше 90 %, некоторое снижение оправдываемости наблюдается в октябре в сроки 06 и 12 UTC. Прогностические значения температуры, несколько занижаются, особенно в ночной срок.

Среднее абсолютное отклонение по всем пунктам и срокам колеблется в пределах 1,1-1,7 °С.

5. Оправдываемость прогноза скорости ветра

Для выбранных пунктов во все сроки прогнозируемая и фактическая скорость ветра не превышали градаций ОЯ и СГЯ.

Наибольшие отклонения фактических значений скорости ветра от фактических наблюдаются по пунктам Одесса и Львов — отклонения в июле, сентябре и октябре превышают 2 м/с.

В Кировограде и Симферополе величина отклонения в среднем не больше 1 м/с.

Коэффициент корреляции между фактическими и прогностическими значениями скорости ветра наиболее низкий для Одессы, особенно в летние месяцы, что говорит о недостаточном учете бризов в суточном ходе скорости ветра.

6. *Оправдываемость прогноза осадков*

Оценка проводилась по факту выпадения и прогнозирования и отдельно по количеству осадков. Рассматривались береговые станции Черного и Азовского морей — Одесса, Мариуполь, Керчь, Геничesk, Бердянск. По факту выпадения и отсутствия были определены *следующие ситуации*:

- осадки прогнозировались и фактически наблюдались;
- осадки прогнозировались, но фактически не наблюдались;
- осадки не прогнозировались, но фактически наблюдались;
- осадки не прогнозировались и не наблюдались.

Получено, что:

- Количество успешных прогнозов, когда осадки прогнозировались и были отмечены — 8-19 % всех случаев.
- Количество неоправдавшихся прогнозов, когда осадки прогнозировались, но фактически их не было, — 12-17 % всех случаев, т. е. в целом модель завышает вероятность выпадения осадков.
- Успешность прогнозов отсутствия осадков высокая — от 64 до 77 % всех случаев.
- Оправдавшимися можно считать в среднем 85 % прогнозов осадков по всем городам по факту их выпадения или отсутствия.

Оправдываемость количества осадков (при их наличии), в соответствии с Наставлением, составила от 73 до 100 %. Наиболее низкая оправдываемость в Геническе и Керчи. В Одессе не было спрогнозировано СГЯ 21 сентября 2008 г. — выпало 54 мм/12 ч при прогнозе 22 мм/12 ч.

7. *Выводы и рекомендации*

- 1) Оправдываемость прогноза температуры по основным срокам составляет от 75-85 % в условиях сложной орографии (Одесса, Львов) до 98-100 % на относительно равнинных территориях (Симферополь, Кировоград). Необходимо введение поправок к прогностической температуре с учетом средних абсолютных отклонений для каждой станции.

- 2) Прогноз максимальной и минимальной температуры возможен с использованием соответствующей прогностической температуры за дневное и ночное время суток с учетом полученных средних абсолютных отклонений, которые находятся в пределах амплитуды суточного колебания относительно прогнозируемых величин в 06 и 15 ч местного времени.
- 3) Прогноз скорости ветра можно использовать без введения поправок при прогнозируемых величинах, не достигающих критериев ОЯ И СГЯ.
- 4) Прогноз выпадения осадков и их количества по береговым станциям Черного и Азовского морей можно использовать как консультативный, согласуя с общими синоптическими условиями и другими методами прогноза.

УДК 551.555.9

*Г. П. Ивус,
А. Б. Семергей-Чумаченко,
Е. В. Агайар*

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СМЕРЧЕОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НАД ЮГОМ УКРАИНЫ

Смерч — это очень сильно вращающийся высокий и узкий столб воздуха диаметром около 100 м, который распространяется от кучево-дождевого облака до поверхности земли. В отличие от шквалов смерч образуется при наличии сильных и устойчивых восходящих потоков в кучево-дождевом облаке вследствие макро- и мезомасштабных особенностей циркуляции атмосферы и обычно наблюдается на холодных фронтах с волнами при наличии мезомасштабной (диаметром 5-50 км) циклонической циркуляции в нижних слоях тропосферы и при значительной неустойчивости стратификации атмосферы.

Как правило [2-5], смерч образуется под правой частью кучево-дождевого облака (по направлению движения), которое формируется на холодных фронтах (окклюзии по типу холодного фронта), когда теплая воздушная масса является влажной и неустойчивой, а контраст температур в зоне фронта у поверхности земли превышает 10 °С.

Смерчи отмечаются над всей территорией Земного шара, однако их количество резко уменьшается в полярных районах, и пол-

ностью они отсутствуют в Арктике, Антарктике и в экваториальных широтах. Наибольшей активностью они отличаются над США и Австралией. В среднем за год в мире наблюдается от 1000 до 1500 смерчей, из них половина в США, особенно в области «аллеи торнадо» — 20...30° с.ш. [7].

Самый разрушительный торнадо XX века, обрушившийся 3 мая 1999 г. на американский город Оклахома-сити, буйствовал полтора часа. Но, как это ни парадоксально, смерч, названный метеорологами «Чудовищем», принес человечеству и колоссальную пользу: впервые ученым удалось засечь радаром момент его зарождения и дистанционно измерить с помощью передвижного радара Доплера рекордную скорость (около 512 км/ч) недалеко от Оклахома-Сити [12; 14].

В целом над всей территорией СНГ с 1944 по 1998 гг. отмечено 264 смерча, из них 40 % — слабые. За 140 лет наблюдений было отмечено 13 серьезных и два опустошающих смерча [7]. Над Украиной с 1 марта 1960 г. по 1 марта 2004 г. зарегистрирован 71 смерч, из них на Одессине только 4. Максимальная повторяемость приходится на июль и июнь — 25 и 23, соответственно, обычно смерчи отмечаются с мая по август [12].

Например, на территории Одесской области с 2002 г. до настоящего момента зафиксировано только 2 случая, однако их последствия оказались существенными для местных жителей. Так, смерч, прошедший 15 июля 2002 г. в 04.35 киевского времени через села Новопетровка и Софиевка Ширяевского района Одесской области причинил значительный ущерб местному населению и сельскому хозяйству [12]. Другой случай возникновения опасного вихря в нашей области наблюдался 26 мая 2005 г. в 15 ч киевского времени в г. Белгород-Днестровский. В результате чего в порту произошло падение подъемного крана и погиб человек.

Анализ аэросиноптических условий в указанные дни выявил, что непосредственной причиной возникновения смерча 15 июля 2002 г. (рис. 1) стал мезомасштабный циклонический вихрь, образовавшийся в теплом секторе циклона под влиянием стационарирующего более суток полярного фронта, вследствие термических и динамических причин.

В другом случае возникновения смерча, Одесская область, находилась 25 мая 2005 г. в зоне повышенных барических градиентов, образовавшихся под влиянием антициклона над Центральной

Европой и ложбины над Турцией, и, кроме того, на атмосферные процессы воздействовал фронт окклюзии. Таким образом, 25-26 мая 2005 г. над юго-западом Украины сложились благоприятные для формирования опасных конвективных явлений условия. На протяжении суток в центральных районах Одесской области (Белгород-Днестровский, Овидиопольский и Беляевский районы) наблюдались сильные ливни, грозы, град, порывы шквального ветра и уже над хорошо увлажненной и теплой подстилающей поверхностью — смерч во второй половине дня (рис. 2).

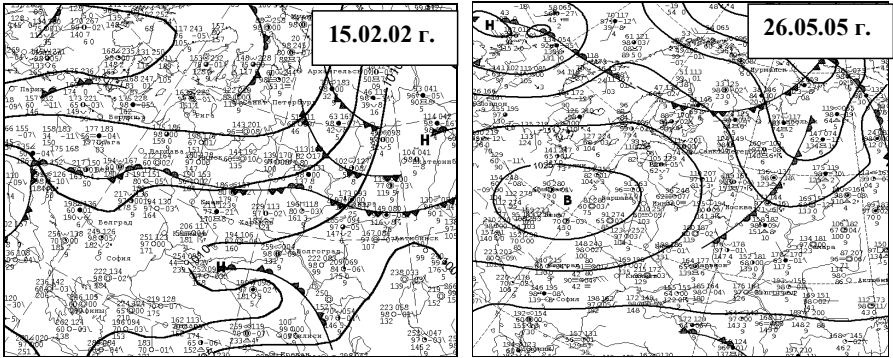


Рис. 1. Приземный анализ 15.07.02 г. и 26.05.05 г., 00 UTC

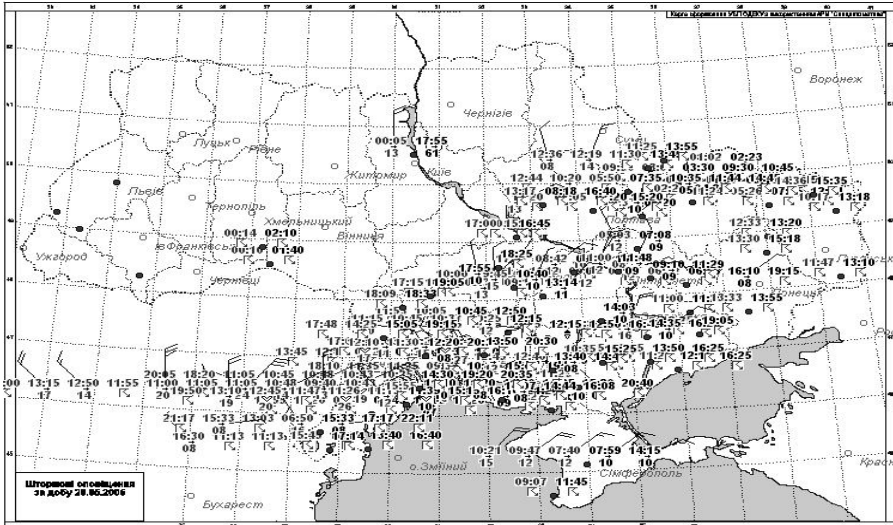
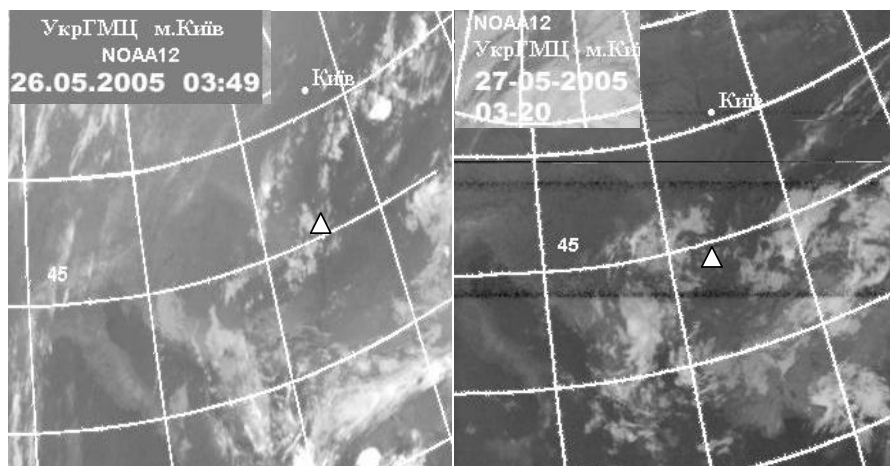


Рис. 2. Карта опасных явлений погоды 26 мая 2005 г.

На спутниковом снимке за ночные часы 26 мая (рис. 3) видна кучевая облачность фронта окклюзии, а в районе Полтавы можно заметить четко очерченную зону активной конвекции, которой на уровне 850 гПа соответствовала зона замкнутой циркуляции в виде мезоциклона. По-видимому, это мезомасштабное барическое образование за 12 ч переместилось на юго-запад и зона активной конвекции реализовала запас энергии неустойчивости в районе г. Белгород-Днестровский. Через 12 ч., т.е. в 03.20 UTC 27 мая, облачность, связанная с прошедшим вихрем, наблюдалась над юго-востоком Румынии и сопровождалась ливневыми осадками с грозами. Причем конвективная деятельность развивалась на фоне антициклональной циркуляции.



△ — место возникновения смерча

Рис. 3. Спутниковые снимки 26-27 мая 2005 г.

Следует отметить, что обе ситуации на первый взгляд не являлись явно смерчопасными, но в результате сочетания макро- и мезоциркуляционных условий сложились условия для возникновения смерчей.

Очень интересным для юга Украины является факт заметного увеличения активности смерчеобразования в Крыму, где в течение последних семи лет смерчи возникают практически ежегодно. Так, явления отмечались два раза в 2002 г. (июль) и 2008 г. (август, октябрь), по одному случаю — с 2003 по 2007 г. [1; 11] и последний раз вихрь наблюдался 30 сентября 2009 г. Причем они обра-

зовывались в разных районах Крыма: в 2002 г. смерчи в Джанкойском районе и Севастополе, в 2005 г. — в Судаке, в 2006 г. — в Севастополе, в 2007 г. — на Керченском полуострове, в 2008 г. — в Ленинском районе близ села Марьино (10 км от Евпатории).

Подобная ситуация сложилась и на восточном побережье Черного моря — за последние 5 лет в пределах Краснодарского края (Россия) над морем в 3-5 км от берега отмечалось 15 случаев возникновения смерча [9].

Наиболее разрушительным из всех смерчей в Крыму можно считать вихрь, возникший 22 июля 2002 г. после 16 часов местного времени в селе Выпасное (северная степная часть Крымского полуострова). По характеру разрушений его можно отнести к категории F 1-2 по шкале Фуджита. Смерч перемещался с севера на юг со стороны села Целинное, перешел канал (Северо-Крымский) и, то поднимаясь вверх, то опускаясь, одновременно расширяясь книзу, сместился на село. С домов стало сносить крыши, отдельные листы шифера, выдавливались стекла, целые рамы. Ширина полосы разрушений составила 75-80 метров, а длина пути смерча в селе 280-300 м. Из 150 домов пострадали 81, причем 13 из них не подлежат восстановлению. Ущерб по селу Выпасное составил около 1 млн. гривен. Сильные дожди, которые 23 июля прошли почти повсеместно, усугубили разрушения, нанесенные смерчем [7].

Синоптический процесс, обусловивший чрезвычайные явления погоды в Крыму 22-23 июля 2002 г., характеризовался влиянием ложбины, ориентированной на северо-запад (рис. 4а), на оси которой находился фронт окклюзии, и наличием высотной ложбины на АТ-500 (рис. 4б), направленной с юга Скандинавии на пролив Босфор. На АТ-700 над западом Черного моря промежуточной изогипсой 310 дам очерчивался частный циклон, который по потоку смещался на Крымский полуостров со скоростью 30-40 км/ч.

У поверхности земли в 00 UTC 22 июля погодные условия на юге Украины, Крымском полуострове и над Черным морем формировались под воздействием ложбины циклона, центр которого находился на юго-востоке Турции. Через Крымский полуостров с северо-запада на юго-восток проходила ось малоградиентной ложбины (рис. 4). Дневные температуры в степном Крыму достигали 33-35 °С, относительная влажность воздуха днем составляла 35-45 % при устойчиво стратифицированном воздухе. Как видно из кольцевых карт погоды, к полудню холодный полярный фронт с

запада вошел в указанную ложбину. Таким образом, в циркуляцию оказался вовлечен влажный воздух с дефицитами 1-3 °С, и над Крымским полуостровом образовался частный циклон, очерчиваемый изобарой 1005 гПа, который к 15.00 UTC занял весь Крымским регион.

Грозоопасные очаги по данным МРЛ (рис. 4в) начали образовываться по северо-западу Крыма уже с 00 UTC. В 11 UTC отмечен первый гродоопасный очаг с высотой верхней границы 11 км. Затем радиоэхо увеличивалось по площади и усиливалось по интенсивности. Максимальной интенсивности радиоэхо достигло в период с 13 до 15 UTC. На спутниковых снимках (рис. 4в) видно состояние развивающейся кучево-дождевой облачности в 12 UTC 22 июля 2002 г., когда сформировалась зона активной конвекции.

Наличие неустойчивого тропического воздуха в теплом секторе циклона способствовало развитию мощной кучево-дождевой облачности, верхняя граница которой над Перекопским перешейком к 16.00-17.00 по местному времени достигла 15-16 км, проникнув, таким образом, в стратосферу на 4-5 км. Это облако в сочетании с сильной завихренностью на уровнях 850-700 гПа [11] и обусловило стихийное бедствие в Джанкойском районе Автономной Республики Крым.

Следует отметить еще два смерча, образовавшихся над Крымом осенью, т. е. в ситуации не связанной с интенсивным прогревом подстилающей поверхности до 30-35 °С.

Так, смерч, наблюдавшийся 29 сентября 2006 г., сохранялся около часа, с 10.30 до 11.20 местного времени. За этот краткий промежуток времени он «прошелся» по набережной города, за считанные минуты вихрем полностью разрушено расположенное на Приморском бульваре летнее кафе, перевернуто холодильное оборудование и торговые палатки [12; 13]. Смерч повредил несколько деревьев, а с театра имени Луначарского сорвал жестяные крепления. Несколько человек получили легкие ранения (рис. 5).

Смерч в селе Великое Сакского района Крыма 30 сентября 2009 г. возник в 15.00, повредил крыши более 11 домов, газопровод и оборвал линии электропередач. Ранение получила местная жительница, которая упала после того, как ее поднял смерч, а затем на нее обрушился электрический провод [15]. По словам очевидцев, село атаковали два вихря, пройдя по диагонали через улицы и дворы, срывая по пути крыши домов и сминая трубы газопровода (рис. 6).

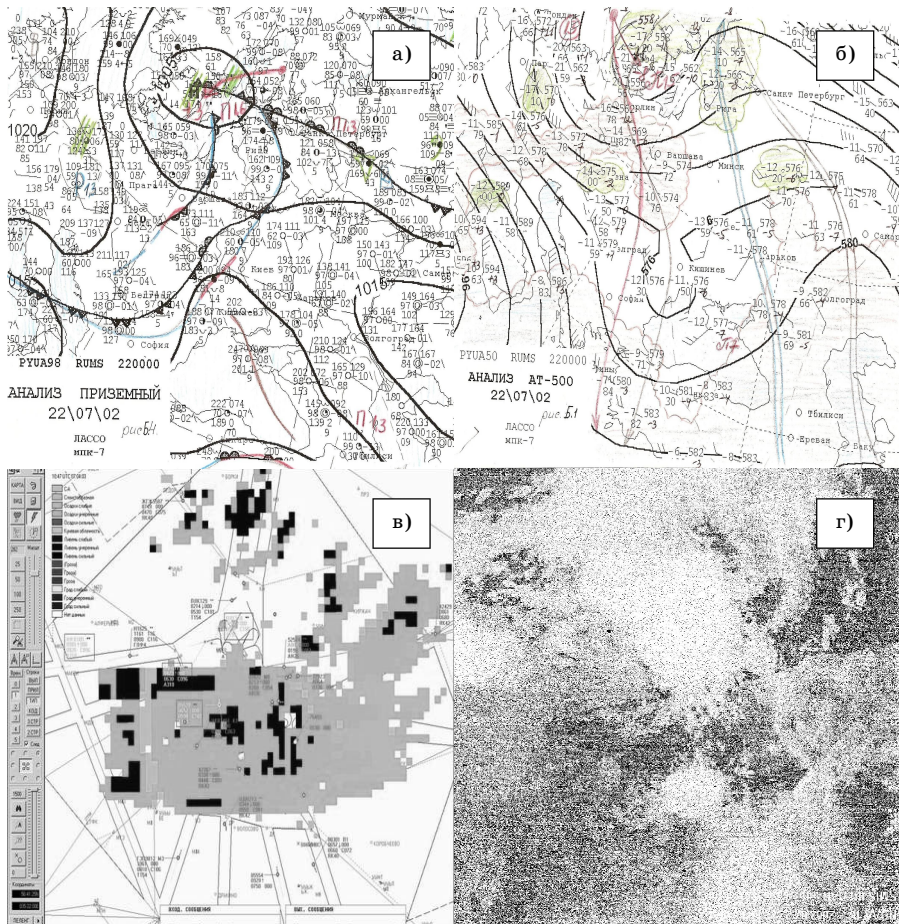


Рис. 4. Приземный анализ (а), АТ-500 (б) за 00 UTC; образец бланка-карты АМРК «Метеоячейка» за 16.00 UTC (в) и спутниковый снимок за 11.10 UTC (г) 22 июля 2002 г.

Оценим особенности синоптических процессов, способствующих образованию смерчей над Крымом в сентябре. Так, 29 сентября 2006 г. погоду на юго-востоке Украины определял циклон, термически неоднородный по высотам, с приземным центром южнее Киева (рис. 7). Погодные условия в Севастополе определялись холодным фронтом достаточной интенсивности, и на спутниковом снимке (за 2 ч до смерча) видна хорошо развитая фронтальная облачность, и над

Крымским полуостровом уже прослеживается мезомасштабный конвективный комплекс диаметром около 100-150 км, т. е. предвестник вихревого образования [2; 6; 8; 9].



Рис. 5. Последствия смерча в Севастополе 29 сентября 2006 г.

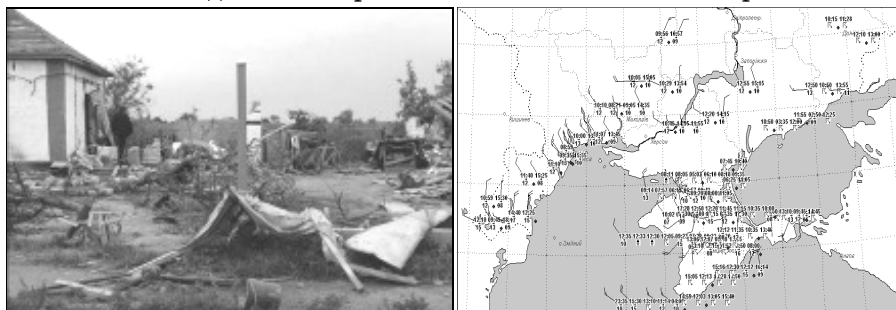


Рис. 6. Последствия смерча в селе Великое и карта опасных явлений погоды за 30 сентября 2009 г.

Во втором случае погодные условия над всей Восточной Европой определял циклон с центром над Новой Землей. Крымский полуостров находился на оси меридионально ориентированной ложбины, в пределах которой располагались две фронтальные системы. Причем, как прослеживается по кольцевым картам погоды, оба фронта прошли над полуостровом с интервалом в 6 ч., так что их облачные системы практически совместились, что привело к усилению неустойчивости и активизации конвекции.

Таким образом, смерчи над югом Украины образуются при таких сочетаниях макро- и мезомасштабных процессов, которые обеспечивают слияние облачных фронтальных систем и образование зон активной конвекции, на фоне значительных величин за-

вихренности [13]. Поэтому повышение предупрежденности этих явлений осуществляется в первую очередь путем развития систем инструментальных, радиолокационных, спутниковых, непрерывных или учащенных наблюдений за зонами активной конвекции, их перемещением и эволюцией. Детализация прогноза с указанием времени и места выхода смерча возможна только при наличии доплеровских локаторов.

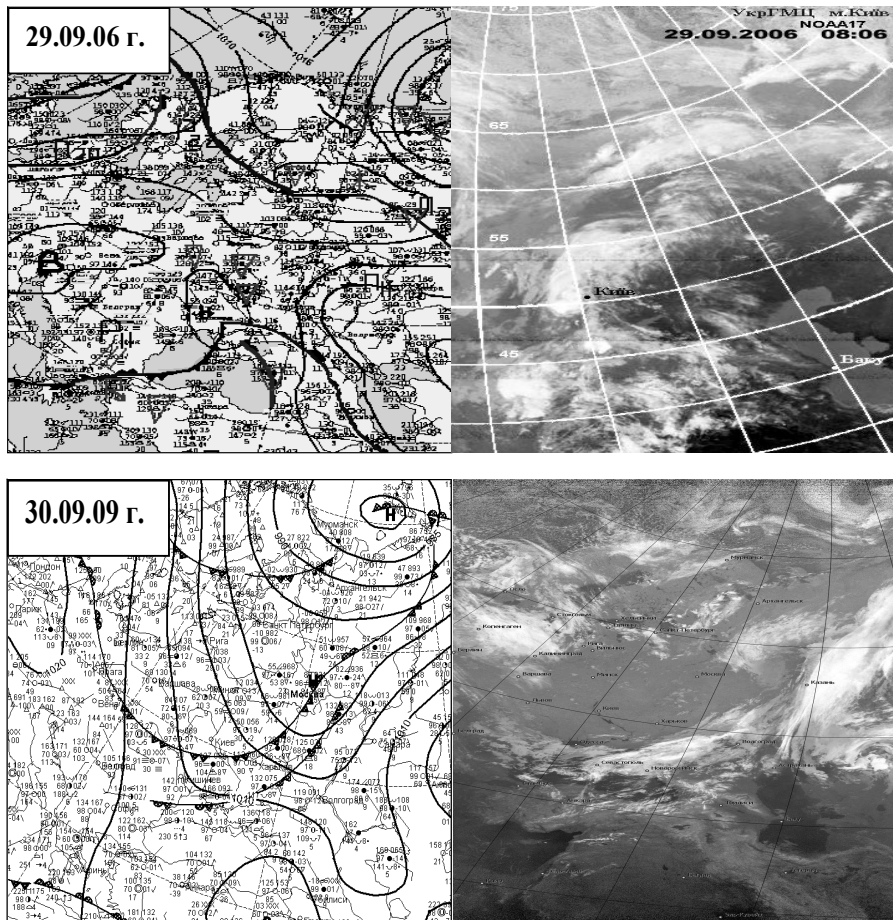


Рис. 7. Приземный анализ и спутниковые снимки 26.09.06 г. и 30.09.09 г.

Литература

1. Бондаренко А. В., Кубовський В. Т., Лесков Б. Н., Пірнач Г. М., Сирота М. В., Шпиг В. М. Дослідження смерчів в Криму // Тези доп. II міжнар. наук.-техн. конф. «Навколишнє природне середовище — 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграції освіти і науки». — Одеса: ТЕС, 2007. — С. 135-136.
2. Будилина Е. Н., Прох Л. З., Снитковский А. И. Смерчи и шквалы умеренных широт. — Л.: Гидрометеоиздат, 1976. — 32 с.
3. Васильев А. А., Песков Б. Е., Снитковский А. И. Смерчи 9 июня 1984 г. — www.meteocenter.net.
4. Волеваха В. А., Башкирова Л. Е., Волконская Н. К. О возможности прогнозирования смерчей на Украине // Труды УкрНИГМИ. — 1987. — Вып. 225. — С. 55-63.
5. Волеваха В. А., Токарь Н. Ф. Шквалы и смерчи на Украине в 1984-1985 гг. // Труды УкрНИГМИ. — 1987. — Вып. 225. — С. 46-55.
6. Глушкова Н. И., Алексеева А. А. Исследование условий, благоприятных для развития разрушительного смерча с сильными ливнями // Труды ГМЦ. — 1989. — Вып. 299. — С. 25-32.
7. Ивус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б. Смерчи и струйные течения низких уровней (обзор литературных источников) // Культура народов Причерноморья. — 2006. — № 73. — С. 156-158.
8. Лапчева В. Ф. Условия развития зон активной конвекции со смерчами и сильными шквалами // Труды ГМЦ. — 1989. — Вып. 299. — С. 32-50.
9. Остапцова Н. Г. О проблемах прогнозирования опасных явлений в Северо-Кавказском УГМС // method.hydromet.ru/event/dec05/doklad.html
10. Переходцева Э. В. Анализ устойчивости гидродинамико-статистической модели прогноза сильных шквалов и смерчей для территории России // http://d33.infospace.ru/d33_conf/2009,2/155-162.pdf
11. Пірнач А. М., Шпиг В. М. Численні дослідження еволюції мезомасштабних образований, супроводжуваних небезпечними явленнями в Криму // Український гідрометеорологічний журнал. — 2009. — № 4. — С. 60-66.

12. Семергей-Чумаченко А. Б. Смерч как опасное явление в одесском регионе, Украине и мире // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2007. — № 2(24). — С. 142-149.
13. Семергей-Чумаченко А. Б. Гидродинамические характеристики нижней тропосферы над Украиной перед возникновением смерчей // Міжвід. наук. зб. України. — Одеса: Екологія, 2008. — Вип. 50. — Ч. I. — С. 94-100.
14. <http://www.pogoda.ru.net/weathernews.php>.
15. <http://www.korrespondent.net/ukraine/events/984007>

О. Л. Казаков

СТИХІЙНІ МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА НА УКРАЇНІ

В останні десятиріччя науковою громадськістю приділяється велика увага до питань виявлення та аналізу умов виникнення стихійних метеорологічних явищ (СМЯ) [1; 2]. Це пов'язано з тим, що у період глобального потепління різко зросла кількість таких явищ. Поряд з оприлюдненням нових даних про СМЯ у щомісячних наукових журналах та щорічних оглядах надається аналіз умов їх виникнення, а також розробляються об'єктивні засоби прогнозування деяких СМЯ — сильних дощів та вітрів під час розвитку інтенсивної конвекції [3; 4]. В Україні щорічно видаються Огляди про стихійні гідрометеорологічні явища, що відбувалися на Україні з 1992 [5]. Крім того, аналізу змін у кількості СМЯ та умов їх виникнення на Україні присвячені всебічні дослідження [6-9]. Раніше [10] ми вже звертали увагу на деякі особливості виникнення СМЯ на Україні. Зараз розглянемо детальніше статистики цих явищ за 15 років (1992-2006 рр.) і основну увагу надамо їх виявленню по регіонах України, їх міжрічної та сезонної мінливості. Але спочатку нагадаємо про які саме явища піде річ.

Незважаючи на те, що на Україні діють «Положення про стихійні метеорологічні явища» та Настанова [11; 12] на протязі цього періоду термінологія та визначення СМЯ у вищезгаданих оглядах [5] зазнали деяких змін, про що свідчать дані табл. 1. Проте згідно нормативних документів до стихійних метеорологічних явищ відносяться явища, які мають чітко визначені критерії (табл. 2). Тобто на практиці працівники гідрометслужби для виявлення та визначення СМЯ використовують однакові критерії, а потім під час обробки даних мають місце перейменування.

Таблиця 1.

Зміни, що сталися у визначенні окремих СМЯ у Щорічних оглядах та їх загальна кількість у 1992-2006 рр.

Назва явища	Період, роки	Загальна кількість
Сильні дощі	1992-1994	167
Дуже сильні дощі і сильні зливи	1995	79
Дуже сильний дощ	1996-2006	1192
Тривалі дощі	2001-2006	17
Сильні зливи	1996-2006	199
Сніг з дощем	1992-1996	6
Сильні снігопади	1992-1994	15
Дуже сильні снігопади	1995-2006	242
Град	1992-1993	7
Великий град	1994	3
Крупний град	1995-2006	51
Сильний вітер	1992-1994	
Вітер	1995-2006	437
Шквал	1992-2006	106
Смерч	1992-2006	8
Сильні хуртовини	1992-2006	244
Налипання мокрого снігу	1992-1994, 1996-1998	6
Сильне налипання мокрого снігу	1995, 1999-2006	48
Сильна ожеледь	1992-1997, 1999-2006	64
Ожеледь	1998	1
Складні відкладення	1992-1997	8
Сильні складні відкладення	1998-2006	25
Сильні тумани	1992-1994	17
Сильний туман	1995-2006	142

У списку фігурують ще явища пов'язані з термічними факторами, але про них не має відомостей у щорічних оглядах СГЯ на Україні [5] (до речі, це стосується також пилових бур).

Загальна характеристика стихійних метеорологічних явищ

Всього за 15-річний період зафіксовано на станціях України близько 3250 СГЯ, що значно перевищує кількість СГЯ, зареєстрованих у 1966-1985 роки (1847 явищ по даним [9]).

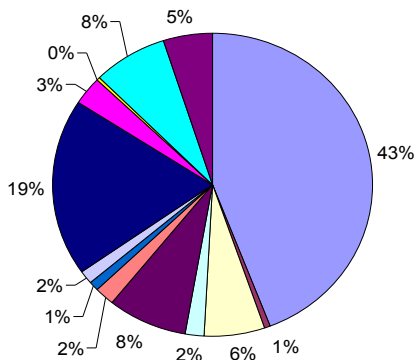
На рис. 1 наведена діаграма долі кожного з явищ у загальному балансі за 15 років. Розташування явищ відбувається по годинниковій стрілці у тому порядку, що дається у правій половині рисунка. Найбільша кількість стихійних явищ отримана для дуже

сильних дощів. Майже вдвічі менша кількість отримана для сильних вітрів зі швидкістю більш 25 м/с. По суті існують дві групи явищ, які можуть бути об'єднані по динамічній дії та опадах: дуже сильний дощ + тривалі дощі + сильні зливи + дуже сильні снігопади + крупний град = 60 % та сильний вітер + шквал + смерч + сильні хуртовини = 30 %. На всі інші, пов'язані зі складними відкладеннями та поганою видимістю приходиться 10 %. Отже найбільшу повторюваність мають дуже сильні дощі та вітер: 43 та 19 %. Тому далі саме цим явищам буде приділено найбільшу увагу.

Таблиця 2.

Стихійні метеорологічні явища та їх критерії

Метеорологічні явища та елементи	Інтенсивність	Тривалість
Дуже сильний сніг	≥ 20 мм	≤ 12 год.
Дуже сильний дощ, мокрий сніг в селенебезпечних районах	≥ 50 мм ≥ 30 мм	≤ 12 год. 12 год.
сильна злива	≥ 30 мм	≤ 1 год.
тривалі дощі	≥ 100 мм	1-3 доби*
Вітер, (в т.ч. шквал, смерч):		
максимальна швидкість	≥ 25 м/с	будь-яка
високогір'я Карпат та гори Криму	≥ 40 м/с	будь-яка
Сильні хуртовини, сильні пилові бурі за максимального вітру	≥ 15 м/с	≥ 12 год.
Сильний туман (видимість)	< 100 м	≥ 12 год.
Сильна ожеледь (діаметр)	≥ 20 мм	будь-яка
Сильне налипання мокрого снігу, сильні складні відкладення (діаметр)	≥ 35 мм	будь-яка



- 43 % - дуже сильний дощ
- 1 % - тривалі дощі
- 6 % - сильні зливи
- 2 % - крупний град
- 8 % - дуже сильні снігопади
- 2 % - сильна ожеледь
- 1 % - сильні складні відкладення
- 2 % - сильне налипання мокрого снігу
- 19 % - сильний вітер
- 3 % - шквал
- 0 % - смерч
- 8 % - сильні хуртовини
- 5 % - сильний туман

Рис. 1. Повторюваність СМЯ на Україні за 1992-2006 рр.

На рис. 2, 3 наведені відомості про зареєстровані СМЯ по регіонах України. Найбільша кількість СМЯ зареєстрована у Карпатах та Криму. Найменша кількість отримана у Рівненській та Житомирській областях. Якщо до цих областей додати ще Волинську, Чернігівську, Сумську, то з'ясується, що майже вся північна територія України найменше вразлива стихійним явищам. Далі можна виділити ще дві смуги по мірі збільшення кількості СМЯ: центральну та південну частини. Отже, можна також стверджувати, що СМЯ на Україні розвиваються при взаємодії основного макромасштабного процесу зі значними неоднорідностями підстильної поверхні, орографічними або термічними. Карпатські та Кримські гори, Подільська височина, Донецький кряж створюють умови для загострення атмосферних процесів, але і присутність Чорного та Азовського морів сприяють загостренню у холодний період фронтальних розділів та баричних утворень. Тобто обидва види неоднорідності підстильної поверхні являються тими чинниками, що обумовлюють більшість СМЯ на Україні.

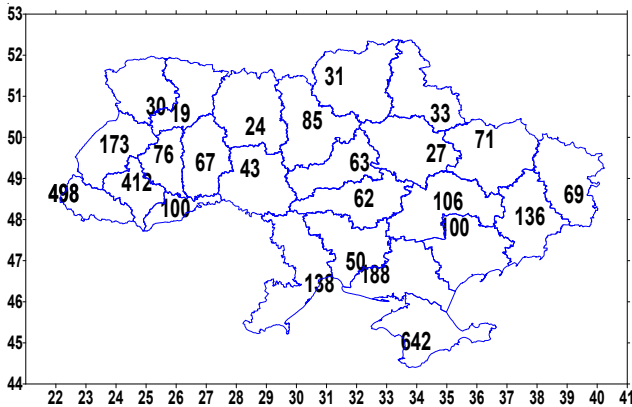


Рис. 2. Загальна кількість зареєстрованих випадків СГЯ по регіонах України у 1992-2006 рр.

Найбільша кількість сильних дощів відбувалась у Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській областях (Карпатський регіон) та АР Крим, злив — також у Криму, сильних снігопадів — у Закарпатській, Івано-Франківській областях. Частіше сильні вітри фіксуються у Криму, Херсонській області, Закарпатській та Івано-Франківській областях, сильні хуртовини — у Закарпатській, Івано-Франківській областях, сильні тумани — у Закарпатській

та Івано-Франківській областях. Проте у багатьох областях півночі та центральних частин країни такі види СМЯ, як сильні хуртовини та тумани зовсім не фіксуються. В табл. 3 наведені відомості про місця, де частіше всього виникали СГЯ з сильними дощами. Загальний висновок з цих матеріалів цілком очевидний: неабияке зростання числа дуже сильних дощів в гірській місцевості у порівнянні з досить рівнинними. Усі дані, які отримані за 15 років можна перерахувати на кількість СМЯ на рік. Тоді у гірських районах СМЯ може відмічатися майже кілька десятків разів на рік, а на решті території — кілька випадків. Проте, це справедливо для загального числа випадків з СМЯ, і можливо ще для деяких найбільш часто виникаючих видів.

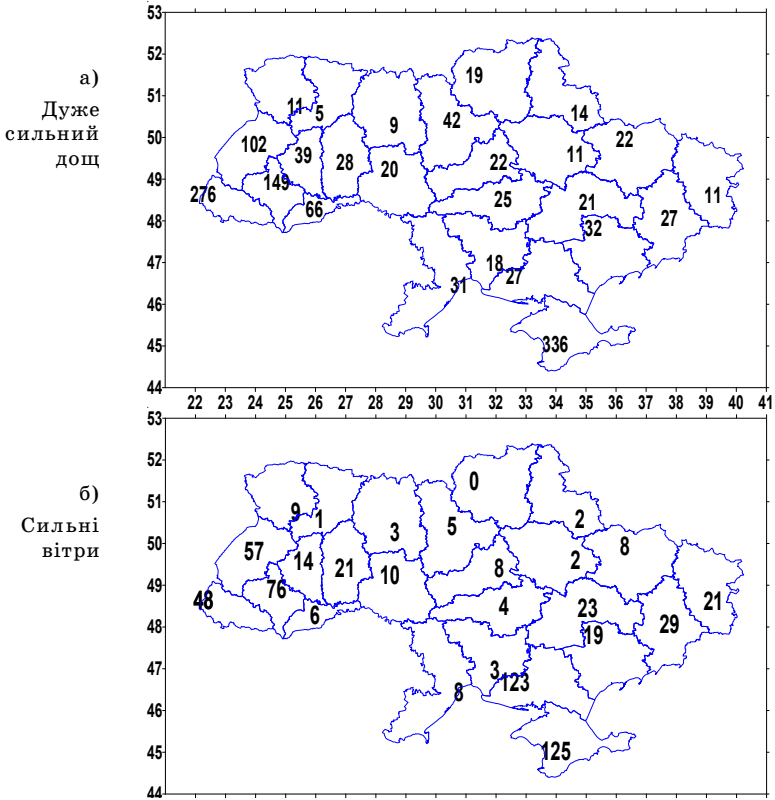


Рис. 3. Загальна кількість зареєстрованих випадків з деякими СМЯ на Україні у 1992-2006 рр.

Таблиця 3.

Станції, на яких відмічалася максимальна кількість СМЯ з сильним дощем (або більше 10 випадків)

Область	Загалом	Максимальна кількість СМЯ або більше 10
Рівненська	5	Сарни - 3
Житомирська	9	Олевськ - 3
Волинська	11	Світязь - 3
Луганська	11	Дар'ївка - 2
Полтавська	11	Полтава - 5
Сумська	14	Конотоп - 6
Миколаївська	18	Баштанка - 4
Чернігівська	19	Ніжин - 5
Вінницька	20	Хмельник - 7
Дніпропетровська	21	Губиніха - 4
Харківська	22	Лозова - 4
Черкаська	22	Канів - 5
Кіровоградська	25	Знаменка - 6
Донецька	27	Дебальцеве - 7
Херсонська	27	Н.Серагози - 6
Хмельницька	28	Каменець-Подільський - 14
Одеська	31	Сарата - 5
Запорізька	32	Запоріжжя - 8
Тернопільська	39	Чортків - 17, Бережани - 13
Київська	42	Миронівка - 7
Черновіцька	66	Чернівці - 24, Селятин - 22, Новодністровськ - 16
Львівська	102	Турка - 30, Стрий - 20, Дрогобич - 14
Ів.Франківська	149	Яремча - 46, Пожижевська - 34, Долина - 31, Коломия - 24
Закарпатська	276	Плай - 51, Міжгір'я - 45, Рахів - 42, Н.Ворота - 32, Н.Студений - 29, Хуст - 23, В.Березний - 15, Берегово - 13
АР Крим	336	Ай-Петрі - 50, Ялта - 35, Нікитський Сад - 31, Ангарський перевал - 30, Білогірськ - 24, Поштове - 21, Алушта - 14, Севастополь - 13, Керч - 12, Херсонський маяк - 12, Ніжньогірськ - 11, Феодосія - 11, Сімферополь - 11

Міжрічна мінливість СМЯ на Україні

Ми вже відмічали, що у порівнянні випадків із СМЯ у минулі роки з останнім 15-річчям кількості зафіксованих СМЯ значно зросла у теперішній період, особливо це помітно для СМЯ з сильними опадами та вітрами (майже у 2-3 рази). З іншого боку, існує значна міжрічна мінливість числа випадків з цими СМЯ, зменшення або збільшення у кілька разів. Тому далі розглянемо особливості коливань кількості СМЯ по сильним дощам та вітру за останнє 15-річчя. Для зручності далі будемо аналізувати дані не тільки для окремих областей України, а також для окремих регіонів, як це звичайно роблять (табл. 4).

Таблиця 4.

Розподіл областей по регіонам України

Назва регіону	Область, республіка
Захід	Волинська, Рівненська, Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Чернівецька
Закарпаття	Закарпатська
Північ	Житомирська, Чернігівська, Київська, Сумська
Центр	Хмельницька, Вінницька, Кіровоградська, Дніпропетровська, Полтавська
Схід	Харківська, Луганська, Донецька
Південь (без Криму)	Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька
Крим	Автономна Республіка Крим

На рис. 4 та 5 наведені часові зміни кількості випадків СМЯ з сильним дощем, загалом по Україні та по регіонам, визначеним в табл. 4. Кожна крива, яка характеризує мінливість в кожному регіоні була апроксимована ще поліноміальним рядом третього ступеню, що дозволяє нам зробити висновки про наявність сталого тренду або тенденції. Для території України в цілому, зібрані дані свідчать про сталий ріст значних опадів. Згладжувальна крива показує, що кількість випадків з сильним дощем, що перевершують критерії СМЯ, зросли майже втричі. При цьому на фоні сталого росту мали місце дещо замасковані квазидвурічні коливання. Останні можна роздивитися вже досить чітко для окремих регіонів. Дещо несподіваним став факт, що піки для різних регіонів не завжди співпадають за часом, оскільки квазидвурічні коливання носять глобальний характер, а вибрані регіони України мають зовсім невеликі розміри. Що стосується сталих змін по регіонам, то напевно про це можна стверджувати тільки для Закарпаття та Криму.

У решті регіонах таких висновків зробити не можна, скоріш за все для цих регіонів отримано лише коливання більшого або меншого періоду, що розглядався. Враховуючи невелику кількість СГЯ в цих регіонах у порівнянні з гірськими районами, їх внесок був насправді доволі скоромним.

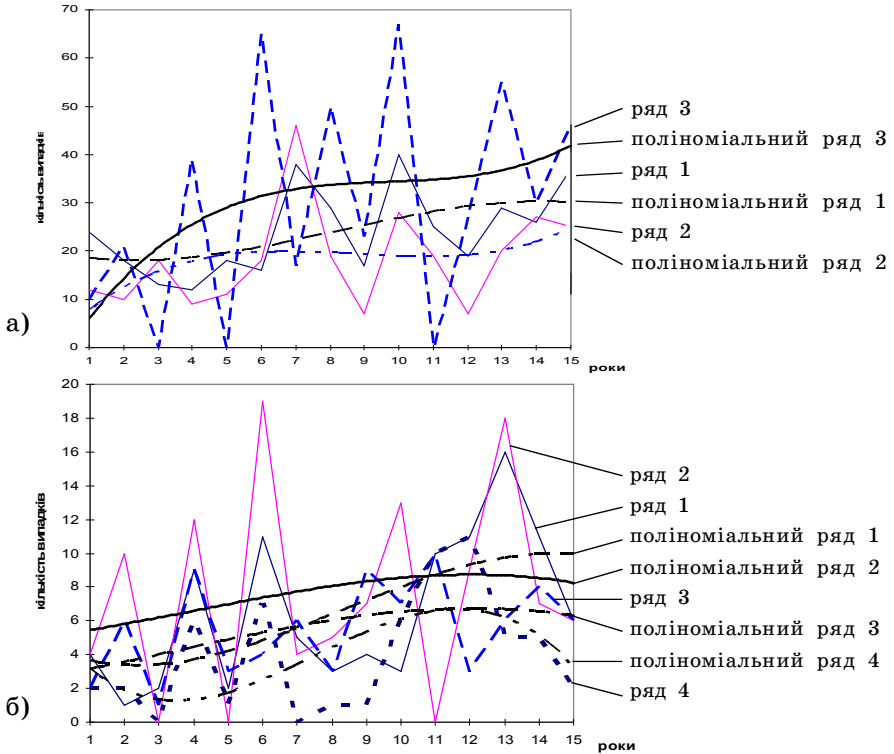


Рис. 4. Міжрічна мінливість СМЯ з сильними дощами по різних регіонах України: а) 1 — Крим, 2 — захід, 3 — Закарпаття; б) 1 — центр, 2 — південь (без Криму), 3 — північ, 4 — схід

Найбільша кількість випадків з дуже сильними дощами відмічається для двох регіонів (рис. 4, 5): Закарпатської області та АР Крим. Децю менші кількості отримано для Івано-Франківської та Львівської областей. Максимальне число випадків зафіксовано у Закарпатській області у 1998 і 2001 рр., а у АР Крим 1997, 1999 та 2002 рр., тобто умови виникнення СМЯ у північно-західних та південних регіонах повинні суттєво відрізнитися. Така ж картина

відмічається і для СМЯ з сильними вітрами. Найбільша кількість випадків зареєстрована у Херсонській області та АР Крим у 2003 р., дещо менша кількість в Ів.-Франківській області у 2000 р. В цілому по Україні (рис. 6) відмічаються значні коливання числа випадків з сильним вітром — від 15 до 75. Аналіз внеску окремих станцій у сумарну кількість випадків з цими явищами показав, що значний внесок для вітрів дала станція Генічеськ (табл. 5). За весь період майже 70 % випадків припадає на цю станцію, що обумовлено орографічними особливостями розташування цієї станції.

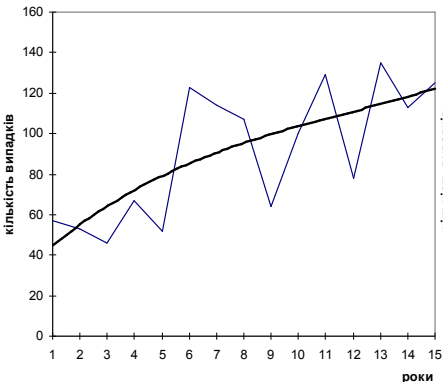


Рис. 5. Міжрічна мінливість виникнення СМЯ з сильними дощами в цілому на Україні

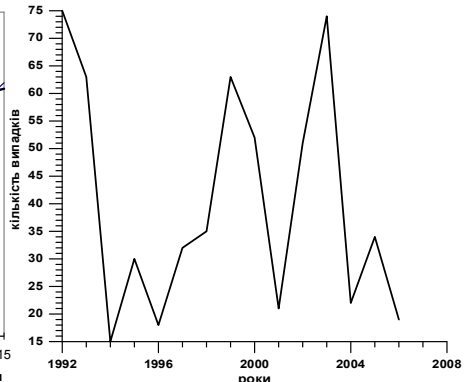


Рис. 6. Міжрічна мінливість СМЯ (сильний вітер) в цілому по Україні

Таблиця 5.

Міжрічна мінливість числа випадків сильного вітру на станціях Херсонської області у 1992-2006 рр.

Станція	Херсон	Асканія Нова	Бехтери	В.Олександр- рівка	Генічеськ	Н.Серотози	Скадовськ	Стрілкове	Хорли
Σ	1	9	6	3	84	11	1	1	7

Сезонна мінливість виникнення СГЯ

На рис. 7 та 8 наведені сезонний хід повторюваності СГЯ, що пов'язані з рідкими й твердими опадами, сильними вітрами по всім станціям України. Майже усі явища мають певний сезонний хід, обумовлений видом опадів та динамічними причинами. Відомо, що

у осінньо-зимовий період швидкості вітру взагалі вище ніж у літній період, що снігопади та хуртовини можливі тільки у холодне півріччя, що зливи та град вірогідніше випадають у тепле півріччя. А от шквали та тумани спостерігаються цілий рік, з деяким переважанням у літні та осінні місяці, відповідно. Тобто отримані графічні підтвердження цих відомих фактів і для найбільш часто відбувавшихся СМЯ. Виключення можливо стосується туманів тому, що утримання хмарної погоди влітку на гірських станціях Карпат скоріш за все відмічається як тривалі тумани з поганою видимістю. І це може відбуватися цілий рік. Як це не дивно, але за розглянутий період над Кримськими горами туманів з критеріями СМЯ не спостерігалось. Тому основний внесок у тумани теплого півріччя мали тільки гірські станції Карпат.

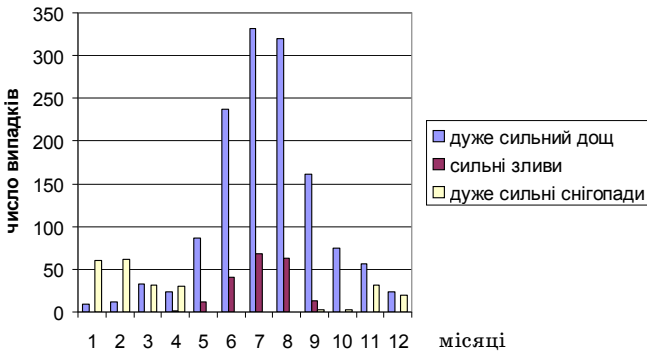


Рис. 7. Повторюваність сильних опадів у різні пори року на Україні за 1992-2006 рр.

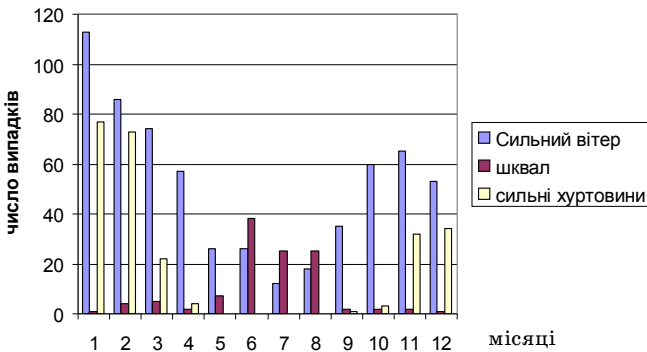


Рис. 8. Повторюваність сильних вітрів у різні пори року на Україні за 1992-2006 рр.

У якості доповнення цієї графічної інформації вкажемо, що згідно проведеного нами аналізу у двох гірських регіонах (Карпати та Крим) сильні дощі можливі цілий рік, проте на інших станціях вони здебільше спостерігаються з травня по вересень, навіть у тих, де вони мають мінімальну повторюваність (у Рівненській та Житомирській областях). Що стосується СМЯ з сильними вітрами, то вони по всіх станціях мають чіткий річний хід з максимумом у холодний період року і мінімумом у теплий. Слід зазначити, що тільки у Херсонській області не має жодного місяця, щоб зовсім не відмічалися ці явища.

До сих пір ми розглядали особливості спостережень кількості випадків СМЯ, але в кліматичних дослідженнях звичайно використовують ще одну кліматичну характеристику, як число днів з проявом якогось явища або перевищення метеорологічною величиною заданого критерію. Тому ми далі розглянемо річний хід числа днів з одним із видів СМЯ. Більш того, це треба зробити ще й тому, що як буде доведено далі, в один і той же день можуть виникати той самий вид СМЯ на сусідніх станціях, (або по мері проходження фронту або циклону), а також інші види СМЯ. Для дослідження цього питання ми переробили дані Каталогу СМЯ на Україні за 1992-2006 рр. таким чином, що сформувавши вибірки по дням, коли спостерігалися ті ж самі види, або інші. Розглянемо детальніше отримані результати.

На рис. 9 наведений річний хід числа днів із СМЯ, коли спостерігалися один або більше видів. Відмінною рисою цього річного ходу є майже синхронний вигляд обох кривих. Причому, ці криві мають два максимуми (влітку та взимку) і два мінімуму у перехідні сезони. В зимовий період максимуми числа днів з одним СГЯ та більше відрізняються майже вдвічі, а літом ця різниця скорочується до 30 %. Для сильних дощів ця картина дещо змінюється (рис. 10). Повторюваність кількості днів з одним сильним дощем або більше одного влітку можуть співпадати (біля 50 %). В осінньо-зимовий період ці дві криві можуть дзеркально відображатись. Правда, у цей період високі проценти не свідчать про велику кількість днів, оскільки в зимовий період кількість сильних дощів для більшості регіонів України значно поступає сильним снігопадам.

В табл. 6 наведені зведення про сезонну мінливість виникнення СГЯ (кількість днів з одним або більше одного), а також кількості видів СГЯ. Ці дані підтверджують особливості річного ходу,

що представлений на рис. 9: в літній період значно зростає кількість днів з одним СМЯ. Майже у всі місяці року, окрім грудня та січня, велика вірогідність виникнення одночасно 2-5 видів СГЯ, з максимумом повторюваності для 3 видів.

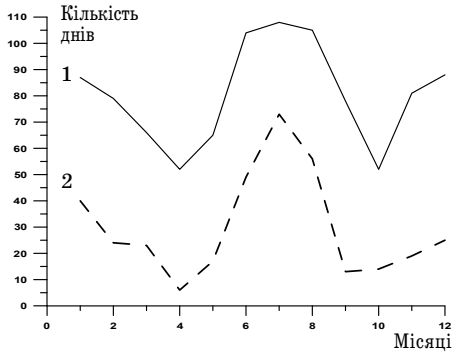


Рис. 9. Річний хід числа днів з різною кількістю СМЯ: з одним СМЯ (1) і більш одного (2)

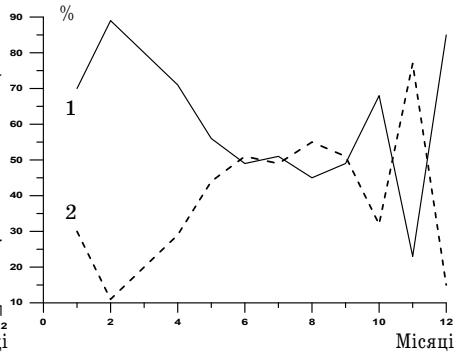


Рис. 10. Повторюваність кількості днів з СМЯ (сильні дощі): один випадок на день (1) і більше одного випадку на день (2)

Таблиця 6.

Повторюваність числа видів СМЯ за один день впродовж року

Місяць	Число видів							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Січень	2	2	1	3	2	2	3	0
Лютий	0	1	5	4	2	1	1	0
Березень	0	5	2	4	2	1	0	1
Квітень	5	2	3	3	1	0	0	0
Травень	1	6	5	1	5	0	0	0
Червень	0	3	5	1	6	0	0	0
Липень	1	0	4	4	5	1	0	0
Серпень	0	4	6	2	1	2	0	0
Вересень	3	4	8	0	0	0	0	0
Жовтень	3	3	3	0	2	0	0	0
Листопад	1	2	5	2	4	1	0	0
Грудень	2	3	2	3	1	4	0	0
Рік	18	35	49	27	31	12	4	1

І ще одне питання: як часто відбувалась реєстрація СМЯ з сильними опадами за один день? Всі дані (табл. 7) вказують на переважання по всіх регіонах СМЯ з одним повідомленням. Проте,

був один день, коли було зареєстровано 20 СМЯ по опадам. Такі дані мають характер виключення, а ніж правило, бо дні з виникненням більше двох повідомлень, навіть для гірських районів мають повторюваність від 10 % та більше.

Таблиця 7.

Повторюваність дуже сильних дощів по різних регіонах

Регіон	Кількість випадків					
	1	2	3	4	5	> 5
Захід	114	36	16	9	4	9
Закарпаття	104	24	14	8	5	3
Північ	45	10	3	1	1	-
Центр	64	17	1	-	-	-
Схід	31	9	2	1	-	-
Південь	178	44	25	11	7	4
Крим	118	32	20	9	6	4

Синоптичні умови виникнення сильних дощів та вітрів аналізувались у вищезгаданих дослідженнях [6-9] і є досить обширною темою, яка потребує детального та окремого опису і тому тут не розглядається.

Література

1. Снитковский А. И. Прогнозирование опасных явлений погоды и перспективы исследований в этой области // Метеорология и гидрология. — 1977. — С. 71-80.
2. Васильев А. А. Гидрометеорологические явления, приводящие к стихийным бедствиям, и система их прогнозирования // Метеорология и гидрология. — 1991. — № 1. — С. 5-15.
3. Скриптунова Е. Н., Шакина Н. П. Автоматизированный метод прогноза зон активной конвекции // Метеорология и гидрология. — 2001. — № 5. — С. 15-19.
4. Веселова Г. К., Алексеева А. А., Шакотько Е. Н. Новый метод прогноза опасных и стихийных конвективных явлений погоды, а также их совокупностей, приносящих значительный ущерб народному хозяйству, и результаты его испытания // Гидрометцентр РФ, 2000. Инф. сб. — № 26. — С. 3-7.
5. Огляд погоди та стихійних гідрометеорологічних явищ на території України за 2006 рік. — К.: УкрГМЦ/ЦГО, 2007.
6. Логвинов К. Т., Бабиченко В. Н., Кулаковская М. Ю. Опасные явления погоды на Украине. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — 236 с. (Труды УкрНИГМИ. Вып. 110).

7. Логвинов К. Т., Раевский А. Н., Айзенберг М. М. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. — Л.: Гидрометеоздат, 1973. — 199 с.
8. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма // Под ред. К. Т. Логвинова, М. Б. Барабаш. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 318 с.
9. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие // Под ред. В. Н. Бабиченко. — Л.: Гидрометеоздат 1991. — 224 с.
10. Казаков О. Л. Метеорологічні стихійні явища на Україні в останнє десятиріччя // Вісник ГМЦ ЧАМ. — 2007. — № 1. — С. 22-28.
11. Положення про порядок складання та передачі попереджень і донесень про виникнення стихійних явищ, різких змін погоди, поєднання небезпечних явищ та випадків екстремально високого забруднення природного середовища. — К.: Держкомгідромет України, 1994. — 34с.
12. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди. — К.: Державна гідрометеослужба, 2003. — 31с.

УДК 551.515.1

І. Г. Семенова

ЕВОЛЮЦІЯ ІНТЕНСИВНОГО ЦИКЛОНУ «КСИНТІЯ» НАД ЄВРОПОЮ

Наприкінці лютого 2010 р. на Європу обрушився ураган «Ксинтія», в результаті удару якого загинули понад 50 чоловік. Циклон сформувався в Атлантиці, спочатку обрушився на Іспанію, а через добу досяг Франції. Пройшовши через центральні регіони на схід країни, він дістався до Бельгії, а потім до Німеччини. Ураган супроводжувався сильними зливами, валив дерева, зривав дахи будинків і рушив греблі, через що багато районів виявилися затопленими. У деяких місцях пориви вітру досягали 228 км за годину. Цей циклон був визнаний найсильнішим за останнє десятиліття у Франції.

Даний випадок циклогенезу відноситься до так званих «вибухових» циклонів або «бомб» [1]. Відомо, що на стадії початкового розвитку в помірних та високих широтах найбільшу повторюваність мають циклони, в яких падіння тиску складає 5-6 гПа за 12 год.

Але є невелика кількість циклонів, які поглиблюються швидко та мають порівняно невеликі розміри (порядку 1 тис. км). Такі процеси відносять до вибухового циклогенезу, чисельним критерієм якого є критерій Бержерона: падіння тиску в центрі циклону повинно бути не менш 1 гПа за 1 годину (24 гПа/добу). Такі циклони формуються під ділянками ВФЗ з максимальними запасами енергії бароклинної нестійкості. Частіше за все такий процес спостерігається над водною поверхнею, переважно над ділянками з великими градієнтами температури. Максимальне поглиблення таких циклонів відбувається над районами теплих течій (Гольфстрім, Кюросіо), тому, окрім бароклинної нестійкості, в розвитку цих збурень велику роль відіграє конвекція та пов'язане з нею виділення прихованого тепла конденсації.

Циклон утворився над Центральною Атлантикою і 26 лютого 2010 р. був вже оклюдованим, з 3 замкнутими ізобарами і тиском 995 гПа у центрі. В наступні півдоби циклон почав рухатися в східному напрямку і 27 лютого в 00 СГЧ знаходився на захід від Піренейського півострова (рис. 1-а). Тиск в циклоні знизився на 5 гПа, циклон не змінився за площею, однак фронтальна система набула оновленого вигляду, що свідчить про процес регенерації, який відбувся в циклоні. Циклон мав широкий теплий сектор з температурами 18-19 °С, тоді як в тиловій частині, за холодним фронтом температура знизилась до 10-11 °С.

В наступні 6 годин циклон почав різко поглиблюватися — тиск впав до 975 гПа, циклон прийняв компактний вигляд, був окреслений 4 замкнутими ізобарами, причому діаметр циклону не перевищував 1000 км. Циклон наблизився до узбережжя Португалії, швидкість вітру в передній частині досягала 15 м/с. Через 6 годин циклон вже вийшов на Піренейський півострів (рис. 1-б). Тиск у центрі впав до 970 гПа, градієнти тиску досягали 25 гПа/500 км. В області циклону спостерігалися зливи, подекуди грози. В наступні 6 годин циклон рухався в північному напрямку, не змінюючи своєї інтенсивності, і опинився над Біскайською затокою. Циклон досягнув стадії максимального розвитку, теплий сектор почав звужуватися. Через 6 годин, 28 лютого (00 СГЧ) циклон вже опинився над Францією, дещо збільшився за площею, був окреслений 5 замкнутими ізобарами, тиск у центрі, як і раніше, складав 970 гПа (рис. 1-в). Протягом наступних 12 годин циклон пересувався на північний схід територією Франції і швидко оклюдував. 28.02.2010 р.

(12 СГЧ) тиск в циклоні виріс на 5 гПа, але інтенсивність баричних градієнтів і явищ погоди не зменшувалася (рис. 1-г). По площі циклона спостерігалися дощі різної інтенсивності, шквали, посилення середній швидкості вітру до 15 м/с. В наступні 12 годин циклон продовжував пересуватися на північний схід, пройшов через Нідерланди, Данію і вийшов на північ Німеччини (01.03.2010 р., 00 СГЧ). Тиск в циклоні поступово підвищувався до 980 гПа, кількість замкннутих ізобар зменшилася до 4-х, зберігалися дощі та посилення вітру, особливо в південній частині. Наприкінці доби циклон ще послабнув, але в подальшому, регенерував на арктичному фронті над районами Балтики і продовжив свій шлях над країнами Прибалтики.

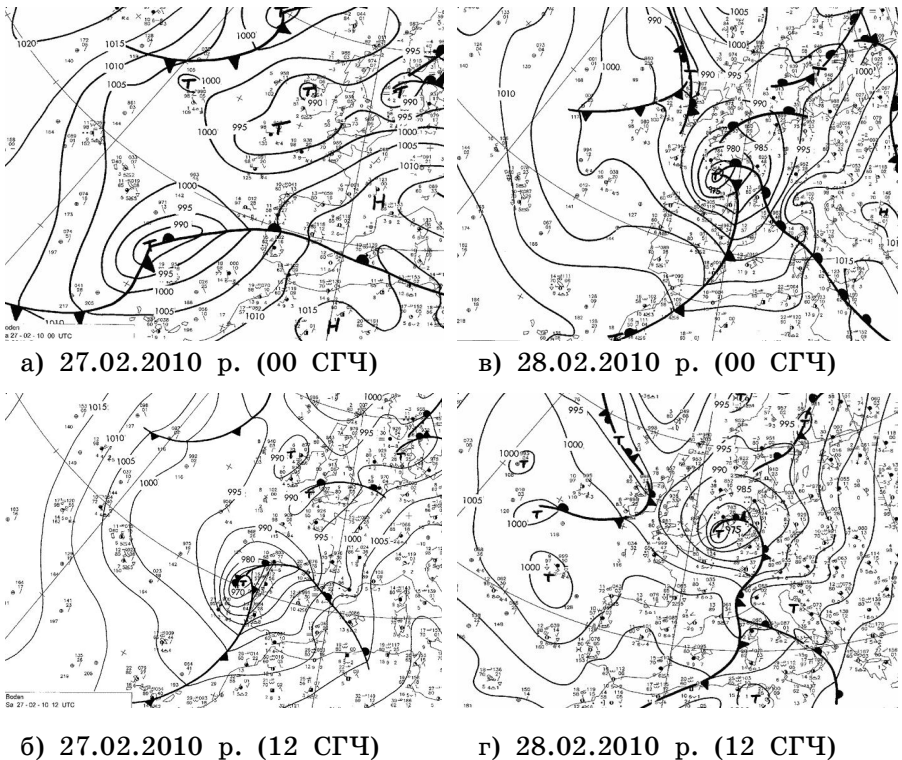


Рис. 1. Еволюція та переміщення циклону «Ксинтія» 27-28 лютого 2010 р.

На графіку часового ходу тиску (рис. 2) можна бачити, що протягом доби 26-27 лютого, тиск в центрі циклону впав на 25 гПа,

тобто він відноситься до категорії вибухових циклонів інтенсивністю більше 1 Бержерона.

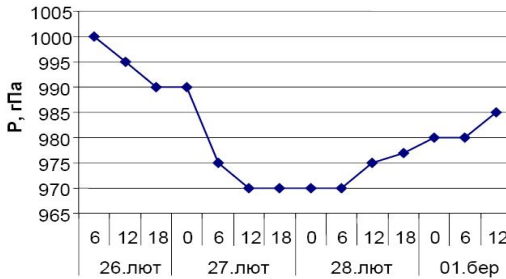


Рис. 2. Часовий хід тиску центрі циклону «Ксинтія» 26.02-01.03.2010 р. (години СГЧ)

Згідно існуючим теоріям розвитку позатропічних циклонів, основними умовами для поглиблення циклону є наявність адвекції циклонічного (додатного) вихору в середній і верхній тропосфері, дивергенція в верхніх шарах, неоднорідна термічна адвекція в області циклону — адвекція тепла в передній частині і адвекція холоду в тилівій частині [1; 2]. У висотному термобаричному полі такі сприятливі умови для еволюції циклону виникають в передній частині висотної улоговини, де здійснюється адвекція циклонічного вихору, підйом теплого повітря в тилівій частині висотного гребня та опускання холодного повітря в області висотної улоговині. Окрім того, в передніх частинах улоговин та суміжних висотних гребнях часто спостерігаються інтенсивні тропосферні струминні течії (СТ), які є додатковим джерелом кінетичної енергії для розвитку циклону. В областях СТ спостерігається підйом теплого і відносно вологого повітря на антициклонічному боці, та опускання холодного і сухого повітря на циклонічному боці струменя. При достатньо інтенсивних процесах в струминних течіях може спостерігатися опускання навіть стратосферного повітря, яке відрізняється від тропосферного таким параметром як потенціальний вихор швидкості q (Ертеля) [1; 3; 4]:

$$q = -g(\Omega + f) \frac{\partial \theta}{\partial p}$$

де Ω — відносний вихор швидкості (вертикальна складова),

$$\Omega = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}; \quad u, v \text{ — горизонтальні компоненти швидкості вітру;}$$

f — параметр Коріоліса; g — гравітаційне прискорення; θ — потенціальна температура.

Поля потенціального вихору швидкості можуть бути пов'язані із структурою супутникових знімків, отриманих в смузі поглинання водяної пари ($\lambda = 6,7$ мкм) (ВП-знімки) [5]. Потенціальний вихор має низькі значення в тропосфері — 0...2 одиниці PVU ($1 \text{ PVU} = 10^{-6} \cdot \text{К} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$), але швидко підвищується в стратосфері. Район, де потенціальний вихор швидко зростає з 1 до 3 одиниць, звичайно асоціюється із тропопаузою. На ВП-знімках райони тропопаузи звичайно мають температуру від 200 до 250 К, але в окремих районах виявляються області з низькою температурою — чорні плями, які відповідають низькій тропопаузі. Стратосферні вторгнення сухого повітря виявляються по обмежених темних зонах з різкими границями на ВП-знімках, на яких також формуються позитивні аномалії потенціального вихору. Для ізентропічної поверхні 315 К аномальними вважаються значення q понад 2 одиниці. Окрім того, в нижніх шарах тропосфери часто з'являються зони підвищеної барокліності, коли в верхніх шарах формується позитивна аномалія потенціального вихору.

Для аналізу еволюції інтенсивного циклону «Ксинтія» були використані матеріали супутникового аналізу та поля гідродинамічних характеристик ЄЦССП (ECMWF NWP), які представляються сервісом Satrep Online від EUMETSAT (<http://www.satreponline.org>).

Візуальна ідентифікація інтенсивного циклогенезу можлива з використанням комбінованого зображення Повітряні маси RGB (Airmass RGB). Для аналізу розподілу повітряних мас комбінуються наступні канали MSG: різниця каналів ВП (ВП6.2 - ВП7.3) (червоний колір), різниця каналів ІЧ (ІЧ9.7 - ІЧ10.8) (зелений колір) і канал ВП (ВП6.2) (блакитний колір). Всі три канали пов'язані з характеристиками повітряних мас у вільному від хмарності просторі, також з висотою хмарності в хмарних просторах. Канал ВП6.2 показує горизонтальний розподіл вологості у верхній тропосфері. Різниця каналів (ВП6.2 - ВП7.3), яка залежить від вертикальних профілів температури і вологості, показує розподіл вологи в тропосфері. Різниця каналів (ІЧ9.7 - ІЧ10.8) пов'язана із загальним вмістом озону, а значить, з висотою тропопаузи. Типові RGB зображення повітряних мас включають наступні елементи: вторгнення сухого повітря; деформаційні зони; струменеві течії. RGB знімки повітряних мас допомагають виділити холодні (сині

тони) і теплі (зелені тони) повітряні маси, а також сухі повітряні маси верхніх рівнів (коричневі тони). Опускання сухого стратосферного повітря виражається у вигляді темно-червоних/коричневих смуг або зон, які добре збігаються із зонами значень потенціального вихору понад 2 одиниці, що допомагає визначити райони можливого інтенсивного або вибухового циклогенезу.

Отже, для розглядаємого циклону характерною особливістю було проникнення сухого стратосферного повітря в центральну частину циклону у вигляді «язика» коричнево-червоного кольору безпосередньо перед різким поглибленням циклону, причому значення потенціального вихору в «язику» досягали 4-5 одиниць (вказано стрілкою на рис. 3).

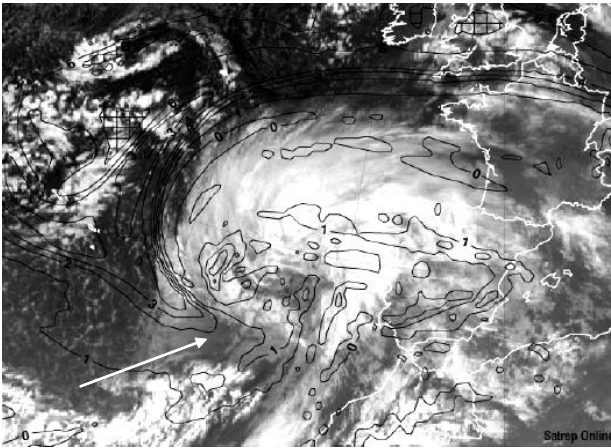


Рис. 3. Знімок Повітряні маси та поле потенціального вихору швидкості за 27.02.2010 р. (06 СГЧ)

Другим особливим елементом, що простежувався на знімках Повітряні маси, була поява в центрі хмарного вихору вузького струменя червоного кольору на кшталт так званого «жала скорпіона» з підвищеними значеннями потенціального вихору швидкості (понад 4 одиниці, вказано стрілкою на рис. 4), що є ознакою формування інтенсивної бароклінної зони в нижній тропосфері та посилення вітру у поверхні Землі до штормових значень, які й спостерігалися в дійсності в південній частині циклону «Ксинтія».

Особливу увагу привертає поле адвекції температури, інтенсивність якої посилювалась при поглибленні циклону. Вибухове поглиблення циклону відбулося після різкого посилення адвекції

холоду в тилівій частині циклону, як досягала екстремальних значень для процесів помірних широт (стрілка на рис. 5).

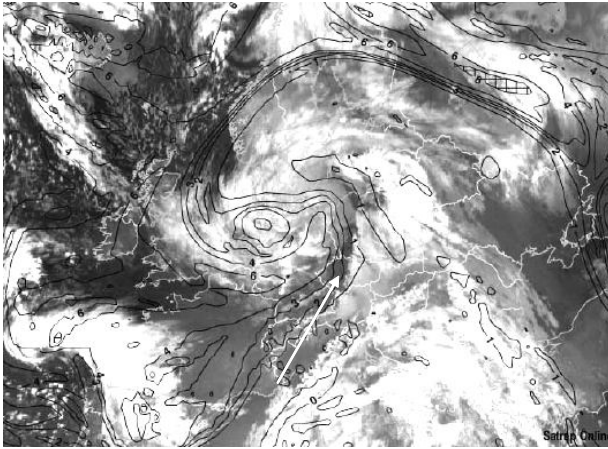


Рис. 4. Знімок Повітряні маси та поле потенціального вихору швидкості за 01.03.2010 р. (00 СГЧ)

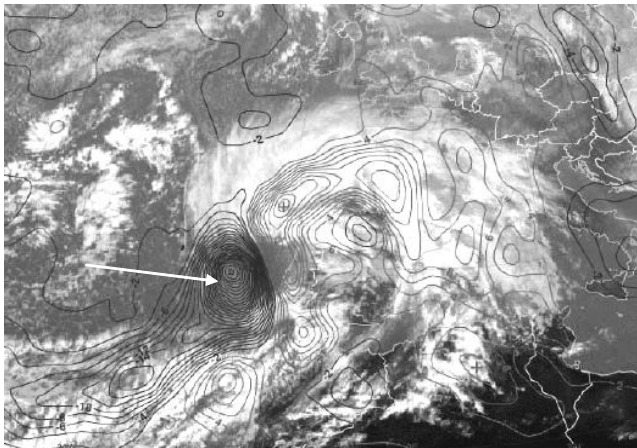


Рис. 5. ІЧ-знімок та поле адвекції температури ($K \cdot 12 \text{ год}^{-1}$) на рівні 700 гПа за 27.02.2010 р. (12 СГЧ)

Очевидно, цей процес відбувся на фоні осідання стратосферного повітря, яке досягло середньої тропосфери та викликало посилення бароклинності в тилівій частині циклону.

Вторгнення холодного повітря та наближення циклону до континенту призвело до виникнення інтенсивної конвекції як на хо-

лодному, так і на теплому фронті, що підсилило руйнівну дію циклону. Зони конвекції дуже добре ідентифікувалися на посиленних ІЧ-знімках з температурою верхньої границі хмарності. В області циклону спостерігалось виникнення мезомасштабних скупчень купчасто-дошової хмарності тривалістю існування понад 6 годин.

В процесі поглиблення сприятливий термічний фактор був доповнений динамічним. Циклон протягом всього періоду поглиблення перебував в зоні впливу циклонічної адвекції вихору швидкості в середній та верхній тропосфері, найбільша інтенсивність якої припадала на район інтенсивної адвекції холоду (рис. 6). Такий процес призвів до поглиблення висотної улоговини та посилення циклонічної циркуляції у поверхні Землі, а циклон досягнув стадії максимального розвитку і навіть вже оклюдований зберігав свою інтенсивність.

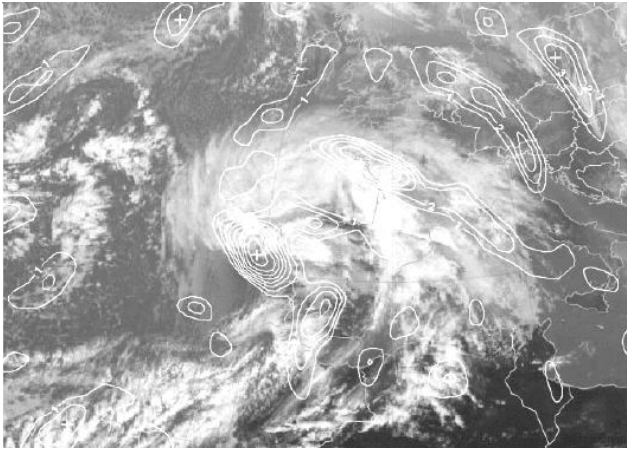


Рис. 6. ІЧ-знімок та поле позитивної адвекції відносного вихору швидкості (10^{-5} c^{-1}) на рівні 500 гПа за 27.02.2010 р. (12 СГЧ)

Таким чином, комплексний аналіз синоптичних процесів із застосуванням комбінованих супутникових зображень та продуктів гідродинамічного аналізу дозволяє простежити фізичні механізми поглиблення циклону та визначити умови для вибухового характеру заглиблення циклону.

Література

1. Шакина Н. П. Гидродинамическая неустойчивость в атмосфере. — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — 310 с.

2. Шакина Н. П. Динамика атмосферных фронтов и циклонов. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 263 с.
3. Manders A. M. M., Verkley W. T. M., Diepeveen J. J., Moene A. R. Application of a potential vorticity modification method to a case of rapid cyclogenesis over the Atlantic Ocean // Q. J. R. Meteorol. Soc. — 2007. — № 133. — P. 1755-1770.
4. Uccellini L. W., Keyser D. The Presidents' Day Cyclone of 18-19 February 1979: influence of upstream trough amplification and associated tropopause folding on rapid cyclogenesis // Mon. Weath. Rev. — 1985. — V. 113. — P. 962-988.
5. Manual of synoptic satellite meteorology [Электронный ресурс] // Supported by EUMETSAT. — Режим доступа <http://www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm>.

Ю. И. Шамраев

К ОСОБЕННОСТЯМ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ОСАДКОВ В ОДЕССЕ, С УЧЕТОМ ДАННЫХ 2009 ГОДА

В соответствии с данными Одесской гидрометеорологической обсерватории в 2007-2009 гг. произошло наиболее значительное потепление, проявившееся в росте значений температур воздуха всех месяцев года. При этом, если в сентябре повышение за последние три года составило 0,7 °С (табл. 1), то в январе и марте оно превысило 3 °С. Средняя годовая температура за 2007-2009 гг. оказалась на 2 °С выше нормы (средней многолетней за 1894-2009 г.).

Следует отметить, что в течение вышеупомянутых 3 лет не наблюдалось ни одного холодного месяца, а более 58 % месяцев оказались теплыми. В наиболее теплом 2007 году три сезона (кроме осени) были самыми теплыми за весь период наблюдений (1894-2009 гг.). За последние 11 лет это была уже вторая теплая «волна». Первая, имела место в 1999-2002 гг., когда средняя годовая температура составила 11,4 °С, т. е. на 1,3° выше нормы. В 1894-2009 гг. отмечено 16 теплых и очень теплых лет, из которых 9 наблюдались в последний 11-летний период (т. е. с 1999 г.).

Потепление происходило и в других районах Украины. С целью подтверждения этого в табл. 2 приведены данные находящейся на границе Луганской и Ростовской областей метеостанции Чертково (в 700 км к северо-востоку от Одессы), где также за последние 11 лет отмечались две «волны» потепления.

Таблица 1.

Сравнение средних значений температуры воздуха
за 2007-2009 гг. с нормой в Одессе

Период	Средняя температура за 2007-2009 гг.	Норма (1894-2009 гг.)	Отклонение от нормы, °С
Январь	1,5	- 1,7	+ 3,2
Февраль	1,6	- 1,3	+ 2,9
Март	5,6	2,4	+ 3,2
Апрель	10,6	8,7	+ 1,9
Май	16,5	15,1	+ 1,4
Июнь	21,9	19,5	+ 2,4
Июль	23,9	22,1	+ 1,8
Август	23,6	21,6	+ 2,0
Сентябрь	17,6	16,9	+ 0,7
Октябрь	13,0	11,3	+ 1,7
Ноябрь	6,8	5,4	+ 1,4
Декабрь	2,0	0,7	+ 1,3
Год	12,1	10,1	+ 2,0

Таблица 2.

Сравнение средних значений температуры воздуха
за 2007-2009 гг. с нормой в Чертково

Период	Средняя температура за 2007-2009 гг.	Норма (1936-2009 гг.)	Отклонение от нормы (°С)
Январь	- 4,3	- 7,2	+ 2,9
Февраль	- 3,4	- 6,7	+ 3,3
Март	3,1	- 1,3	+ 4,4
Апрель	9,1	8,4	+ 0,7
Май	15,6	15,5	+ 0,1
Июнь	20,5	19,7	+ 0,8
Июль	22,7	21,8	+ 0,9
Август	21,9	20,7	+ 1,2
Сентябрь	15,4	14,5	+ 0,9
Октябрь	9,8	7,1	+ 2,7
Ноябрь	2,0	0,4	+ 1,6
Декабрь	- 4,0	- 4,4	+ 0,4
Год	9,0	7,4	+ 1,6

Как видно из табл. 2 потепление в Чертково по отдельным месяцам оказалось более неоднородным, чем в Одессе (от 0,1 °С в мае до 4,4 °С в марте). За последние 11 лет в Чертково отмечено

8 теплых и очень теплых лет, а самым теплым, как и в Одессе, был 2007 г. Во время первой «волны» потепления (1999-2002 гг.) средняя годовая температура составляла 8,8 °С, т. е. на 1,4 °С выше нормы.

В отличие от трех теплых зим подряд зима 2009/10 г. была умеренной (нормальной). Однако считать это началом прекращения потепления несколько преждевременно.

В 2009 году продолжилась тенденция уменьшения годовых сумм осадков: 2007 г. — 426 мм, 2008 г. — 413 мм, 2009 г. — 405 мм. В апреле осадки практически отсутствовали (0,1 мм), а в августе выпало всего 7 мм. Количество осадков в теплом периоде (апрель-октябрь) по сравнению с 2008 г. уменьшилось на 57 %.

Исключение составляет декабрь 2009 г, когда количество выпавших осадков (главным образом, в виде снега) оказалось рекордным для всего ряда наблюдений (1900-2009 г.) — 125 мм (до этого наибольшая декабрьская сумма была равна 112 мм в 1966 г.). Зимняя сумма осадков (декабрь 2009 - февраль 2010 г.) достигла 288 мм (почти в три раза выше нормы). За весь период наблюдений (1900-2009 гг.) суммы осадков за три зимних месяца составляют в среднем 95 мм, причем 200-мм рубеж превышался всего шесть раз, в т. ч. пять зим подряд с 1965-1966 по 1969-1970 гг. За последние три года зимняя сумма осадков возросла с 55 до 288 мм. Таким образом, в 2009/2010 г. имела место самая влажная и снежная зима за последние 110 лет.

Такая же ситуация отмечалась и в Черткове, когда годовая сумма уменьшилась с 763 мм в 2005 г. до 454 мм в 2009 г, а в декабре 2009 г. выпало 104 мм (в два раза выше нормы).

Таблица 3.

Критерии типов месяцев по средним значениям температуры воздуха (°С), Одесса-обсерватория, 1894-2009 гг.

Тип	Градация, °С	Число случаев	Градация, °С	Число случаев	Градация, °С	Число случаев
1	2	3	4	5	6	7
	Декабрь		Январь		Февраль	
ОХ	≤ -3,5	6	≤ -7,1	6	≤ -8,9	3
Х	-3,4...-1,4	15	-7,0...-4,4	17	-8,8...-5,1	8
Н	-1,3...+2,8	74	-4,3...+0,5	66	-5,0...+0,7	81
Т	2,9...5,0	20	0,6...2,8	23	0,8...2,8	18
ОТ	≥ 5,1	1	≥ 2,9	5	≥ 2,9	7

Продолжение таблицы 3.

1	2	3	4	5	6	7
	Март		Апрель		Май	
ОХ	$\leq -1,8$	5	$\leq 5,3$	5	$\leq 12,7$	6
X	$-1,7...+0,3$	14	$5,4...7,0$	10	$12,8...13,9$	24
H	$0,4...4,3$	76	$7,1...9,7$	72	$14,0...16,2$	56
T	$4,4...6,3$	17	$9,8...10,8$	19	$16,3...17,4$	22
ОТ	$\geq 6,4$	4	$\geq 10,9$	10	$\geq 17,5$	8
	Июнь		Июль		Август	
ОХ	$\leq 16,7$	2	$\leq 19,5$	1	$\leq 19,2$	1
X	$16,8...18,1$	15	$19,6...20,8$	11	$19,3...20,4$	10
H	$18,2...20,7$	76	$20,9...23,5$	78	$20,5...23,0$	76
T	$20,8...22,0$	17	$23,6...25,0$	21	$23,1...24,5$	28
ОТ	$\geq 22,1$	6	$\geq 25,1$	5	$\geq 24,6$	1
	Сентябрь		Октябрь		Ноябрь	
ОХ	$\leq 14,7$	8	$\leq 6,9$	2	$\leq 1,0$	7
X	$14,8...15,8$	24	$7,0...9,1$	11	$1,1...3,2$	13
H	$15,9...18,2$	60	$9,2...13,1$	84	$3,3...7,5$	77
T	$18,3...19,6$	19	$13,2...15,0$	17	$7,6...9,7$	17
ОТ	$\geq 19,7$	5	$\geq 15,1$	2	$\geq 9,8$	2

Обозначения в табл. 3, 4: ОХ — очень холодный; X — холодный; H — нормальный (умеренный); T — теплый; ОТ — очень теплый.

Таблица 4.

Критерии типов сезонов по суммам средних месячных значений температуры воздуха (ОС), Одесса-обсерватория, 1894-2009 гг.

Тип	Градации, °С	Число случаев	Наиболее холодные и теплые
1	2	3	4
Зима			
ОХ	$\leq -15,3$	2	1928-29, 1953-54
X	$-15,2...-8,8$	15	
H	$-8,7...2$	69	
T	$2,1...6,4$	24	
ОТ	$\geq 6,5$	6	1901-02, 1965-66, 1982-83, 1989-90, 2000-01, 2006-07
Весна			
ОХ	$\leq 18,7$	3	1929, 1942, 1987
X	$18,8...22,5$	18	
H	$22,6...29,0$	63	
T	$29,1...31,8$	22	
ОТ	$\geq 31,9$	10	1906, 1920, 1966, 1975, 1989, 1990, 2000, 2002, 2007, 2008

Продолжение таблицы 4.

1	2	3	4
Лето			
ОХ	≤ 59,0	8	1913, 1919, 1933, 1949, 1976, 1978, 1980, 1984
X	59,1...61,1	22	
H	61,2...66,2	63	
T	66,3...69,3	18	
ОТ	≥ 69,4	5	1936, 1938, 1946, 1999, 2007
Осень			
ОХ	≤ 24,8	3	1914, 1920, 1973
X	24,9...29,2	14	
H	29,3...37,2	75	
T	37,3...40,9	23	
ОТ	≥ 41,0	1	1923
Год			
ОХ	≤ 8,5	4	1933, 1956, 1985, 1987
X	8,6...9,3	21	
H	9,4...10,9	75	
T	11,0...11,8	13	
ОТ	≥ 11,9	3	2007, 2008, 2009

Пример:

Зима 2009/2010 г.

Месяцы	XII	I	II
Температура, °С	1,5	- 2,8	- 0,3

Сумма за зиму: -1,6 °С. Год: 2009. Тип зимы: нормальная (H).
Средняя годовая температура: 11,9 °С. Тип года: очень теплый (ОТ).

УДК 551.555.9

*Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко,
Е. В. Агайар, Г. О. Ваховська*

ЕВОЛЮЦІЯ РЕЖИМУ ПРИЗЕМНОГО ВІТРУ В РАЙОНІ СЕВАСТОПОЛЯ ЗА 20-РІЧНИЙ ПЕРІОД

На межі ХХ та ХХІ століть спостерігається посилення уваги науковців до проблеми еволюції клімату, одним з проявів якої є наявна зміна полів швидкості вітру у різних куточках світу. Як впливає з [2; 3; 8; 10], швидкість вітру біля поверхні землі за останні 20 років значно знизилася над більшою частиною України, в тому числі і над Північним Причорномор'ям.

Для оцінки вітрового режиму в районі Севастополя використані дані 4-строкових метеорологічних спостережень за 1990-1999

та 2000-2009 рр. на Морській гідрометеорологічній станції Севастополь, що розташована на Павловському мису (східний берег Південної бухти) та на Морській гідрометеорологічній станції Херсонеський маяк, що знаходиться на краю мису Херсонес. Відстані між севастопольськими станціями не перевищують 12 км, але режим вітру в районі кожної станції має свої особливості. Для порівняння використаний період 1961-1990 рр. [6].

Місто Севастополь знаходиться на південно-західному узбережжі Кримського півострова. Берег в цьому районі має переважно піднесеній і обривистий характер і сильно порізаний бухтами, найбільша з яких Севастопольська вдається до берега на 7,2 км у східному напрямку. Від обох берегів Севастопольської бухти виступають миси, між якими розташовані бухти, а найбільшою з них є бухта Південна. Східним мисом Південної бухти є Павловський мис, на північно-західному краю якого на висоті 6,7 м над рівнем моря знаходиться метеорологічний майданчик Морської Гідрометеорологічної станції Севастополь. Мис Херсонес є південно-західним краєм Кримського півострова і знаходиться в 6 км на південний захід від Севастопольської бухти. На краю мису розташовується маяк, на території якого є Морська Гідрометеорологічна станція Херсонеський маяк.

Аналізуючи кліматичні характеристики полів вітру, слід зауважити, що швидкість і напрямок вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону, тому що їх величина у кожному пункті визначається сполученням циркуляційних процесів та місцевих фізико-географічних умов.

Як видно з рис. 1, середньорічна швидкість вітру за період 1961-1990 рр. на МГ Севастополь складала 4,3 м/с, у 1990-1999 рр. вона зменшилася до 3,6 м/с, далі в 2000-2009 рр. спостерігалось повільне зростання швидкості вітру на 0,1 м/с, тобто у нинішньому десятиріччі середня за рік швидкість вітру на МГ Севастополь досягла 3,7 м/с; проте на МГ Херсонеський маяк за період 1961-1990 рр. середньорічна швидкість складала 5,7 м/с, далі вона зменшилася до 4,9 м/с, а у 2000-2009 рр. швидкість знизилась до 4,4 м/с.

Отже, на обох станціях виявилось послаблення вітру, як і над іншими пунктами України та Східної Європи [2; 3; 8; 10], але воно мало складний характер, тому буде доцільним розглянути як змінувалися середньомісячні швидкості вітру за роки дослідження.

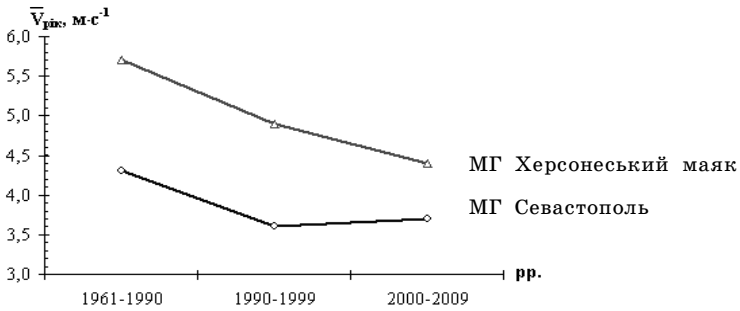


Рис. 1. Середньорічні значення швидкості вітру на МГ Севастополь та МГ Херсонський Маяк

Так, на всіх станціях України швидкість вітру має добре виражений річний хід з максимумом в холодний період і мінімумом в теплий [6]. Взимку середньомісячні швидкості вітру на МГ Севастополь можуть досягати 4,0-4,4 м/с, а влітку зменшуватися до 3,4-3,5 м/с.

У районі мису Херсонес, що далеко вдається у море, швидкості вітру найбільші 5,3-7,2 м/с. На станції Севастополь, в районі Павловського мису, прикритого високими берегами Севастопольської бухти, швидкості вітру найменші 3,3-4,4 м/с.

Наприклад, у січні протягом періоду 1961-1990 рр. (рис. 2) середньомісячна швидкість вітру на МГ Севастополь склала 4,7 м/с, далі в 1990-1999 рр. вона зменшувалася до 4,0 м/с та в 2000-2009 рр. зросла до 4,1 м/с.

На відміну від попереднього пункту, на МГ Херсонський маяк протягом трьох періодів середньомісячна швидкість вітру в січні безперервно знижувалася та складала 7,2 м/с у 1961-1990 рр. [6], та 5,9 і 5,2 м/с, за періоди 1990-1999 та 2000-2009 рр. відповідно.

Отже, в 1990-1999 рр. спостерігалось послаблення вітру у порівнянні з 1961-1990 рр. Зіставлення швидкості вітру у 1990-1999 та 2000-2009 рр. показало зменшення цього параметру, але зростання середньомісячної швидкості відмічалось на МГ Херсонський маяк у лютому — на 0,1 м/с, на МГ Севастополь — у лютому, квітні, листопаді — на 0,3 м/с, у жовтні — на 0,2 м/с.

Таким чином, за останнє двадцятиріччя протягом року в районі Севастополя також виявлялося зменшення швидкості вітру, що досягало найбільших величин взимку — 0,7-1,5 м/с на МГ Севастополь і 1,1-2,0 м/с на МГ Херсонський маяк, тобто послаблення вітру сильніше проявилось на МГ Херсонський маяк.

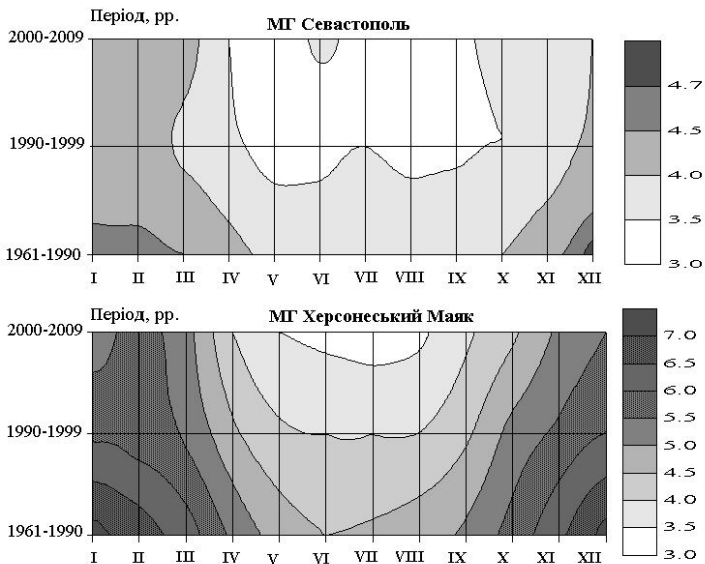


Рис. 2. Середньомісячні значення швидкості вітру (м/с) на МГ Севастополь та Херсонський маяк

Протягом останнього десятиріччя швидкість вітру повільно почала зростати на окремих станціях [2]. Так, у 2000-2009 рр. виявилось збільшення на 0,1 м/с середньорічної швидкості вітру на МГ Севастополь у порівнянні з 1990-1999 рр. за рахунок посилення середньомісячних швидкостей у холодне півріччя.

Проте, на сусідній станції МГ Херсонський маяк фіксувалося поступове зменшення швидкості вітру, за винятком лютого, де відмічено зростання на 0,1 м/с. Можливо особливості орографії на мису більш впливові на режим вітру, ніж макроциркуляційні процеси.

За останні 45 років динаміка формування швидкості вітру мала досить складний характер. На МГ Севастополь у січні просліджува-лося послаблення вітру у 90-ті роки та його посилення у 2000-ні. В інші місяці швидкість знижалася на 0,3-0,7 м/с. Проте на МГ Херсонський маяк у 2000-2009 рр. зафіксовано зменшення середньодобової швидкості на 0,2-0,8 м/с у зіставленні з 1990-1999 рр.

Для виявлення структурних особливостей режиму швидкості вітру проаналізовано розподіл цього параметра по градаціях за 20 років. Так, на МГ Севастополь переважав протягом року слабкий вітер (0-4 м/с) і його частка складала у січні — 28,3 та 31,4 % від загального числа випадків, у квітні — 32,5 та 38,4 %,

у липні — 35,6 та 38,4 % та у жовтні — 37,3 і 41,2 % у 1990-1999 рр. та у 2000-2009 рр. відповідно.

На МГ Херсонський маяк: у січні — 20,4 та 24,4 % від загального числа випадків, у квітні — 30,6 та 35,3 %, у липні — 37,2 і 39,0 % та у жовтні — 29,3 і 31,1 % у 1990-1999 рр. і у 2000-2009 рр. відповідно.

Отже, виявлено зростання частки слабкого вітру на 2-4 % у 2000-2009 рр. у порівнянні з 1990-1999 рр., незважаючи на повільне зростання середньорічної швидкості.

Як видно з порівняння двох станцій, слабкий вітер спостерігався у 20-40 % випадків, що менш ніж у іншому пункті Північного Причорномор'я — у Одесі, де градація 0-4 м/с відмічалася від 40 до 70 % у той самий період дослідження [2; 3; 5] внаслідок впливу складних ландшафтних умов Кримського півострова. Найсильніше взаєморозташування мисів та бухт у сполученні з Кримськими горами проявилось у формуванні вітрового режиму в районі Севастополя, оскільки у холодне півріччя (січень, жовтень) слабкий вітер на 7-10 % найчастіше утворювався у більш захищеному пункті — МГ Севастополь. У квітні ця різниця зменшувалася до 2-3 %, а у липні навпаки слабкий вітер на 2 % частіше відмічався на МГ Херсонський маяк.

Важливою характеристикою вітрового режиму станції є наявність сильного вітру. Так, у Севастополі визначалися роки з підвищеною штормовою діяльністю, при цьому іноді вітер посилювався до 15 м/с і більше. Найбільш інтенсивні і тривалі посилення вітру виникали в холодну пору року з жовтня по березень [7; 9; 11]. Найрідше сильні вітри виявлялися в літні місяці.

Найсильніші і найтриваліші штормові вітри відмічалися в районі мису Херсонес, де швидкість вітру досягала 22-24 м/с. За останні 20 років відмічено 8 випадків, коли пориви вітру становили від 20 до 28 м/с. У районі станції Севастополь сильні вітри формувалися протягом року в 3-4 рази рідше, ніж на мисі Херсонес, але максимальний порив вітру за останні 20 років складав 33 м/с в жовтні 2003 р.

Розбираючи кліматичні характеристики полів вітру, слід указати, що швидкість і напрямок вітру мають значну просторово-часову мінливість навіть у межах невеликого регіону. Своєрідність цих характеристик у кожному географічному районі визначається сполученням циркуляційних процесів та місцевих фізико-географічних умов. Найкраще ці залежності висвітлюються через режим напрямку вітру.

Як видно з рис. 3, максимальну повторюваність в районі мису Херсонес мають вітри північно-східного (26,5 %), північно-західного (21,9 %) і північного (21,1 %) напрямів. В районі станції Севастополь найбільшу повторюваність мають вітри східного (32,8 %), північно-східного (21,7 %) і південного (15,4 %) напрямів. Тобто практично відсутній на МГ Херсонеський маяк східний напрямок вітру домінував на сусідньому пункті МГ Севастополь.

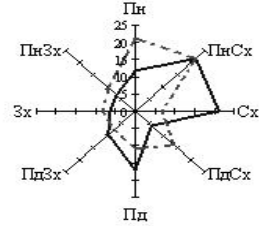
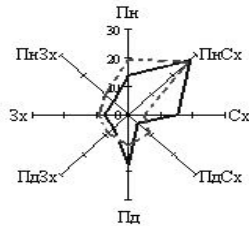
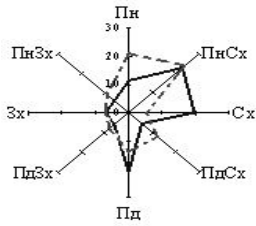
Слід указати на факт збереження переважаючих напрямків вітру у районі Севастополя протягом останніх 45 років при значному впливі сезонних та місцевих чинників.

Що стосується штилів, то їх мінімальна кількість фіксувалася о 12 UTC незалежно від сезону, а максимум штилів доводився на 00 і 18 UTC. Якщо розглянути чисельні значення штилів по місяцях, то найбільше значення відмічене в липні — 11,3 % у 2000-2009 рр., а найменше у січні та жовтні. Тобто в тепле півріччя повторюваність штилів більше, ніж в холодне. Таким чином видно, що кількість штилів у порівнянні з періодом з 1990-1999 рр. на МГ Херсонеський маяк збільшилася, але на МГ Севастополь частка штилів зменшилася у 2000-2009 рр. з 4-6 до 2-4 % протягом року, можливо за рахунок оновлення приладів вимірювання вітру.

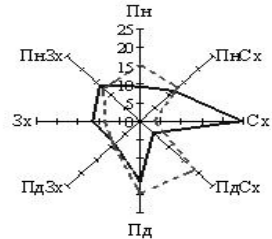
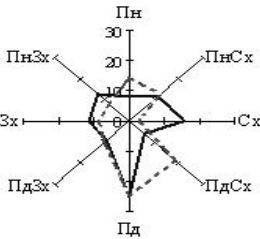
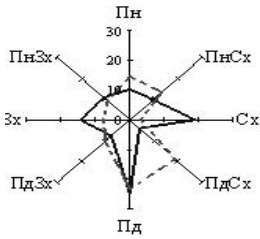
Протягом року на МГ Севастополь слабкий вітер переважно характеризувався східним та південним напрямком — 20,2 і 19,9 % відповідно від загального числа спостережень. Також значна частка слабого вітру припадала на північно-східний та північно-західний румби — 15,8 і 13,4 % відповідно. Якщо порівняти одержані дані з попереднім періодом (1966-1990 рр.), то можна помітити, що на МГ Севастополь збільшилася повторюваність слабого вітру, особливо східного напрямку, а на МГ Херсонеський маяк збільшилася повторюваність слабого вітру всіх напрямків, крім східного.

Якщо оцінити синоптичні умови формування вітрового режиму за типізацією [12; 13], то на станції МГ Херсонеський маяк протягом року переважали північно-східний (18,4 %), північний (18,0 %), південний (14,2 %) та південно-східний (13,7 %) типи, їх повторюваність складала близько 64 %. В тепле півріччя спостерігалися північно-західний тип та малоградієнтні баричні поля. Найменша повторюваність припадала на східний та циклонічний типи. Так, у квітні та липні значно зросла частка малоградієнтних полів, причому у липні цей тип є найчастішим — 18,9 %, у квітні він також часто відмічався — 14,9 %. Як одну з особливостей січня відмічено повну відсутність малоградієнтних полів у зв'язку з активною циклонічною діяльністю над Чорним та Середземним морями.

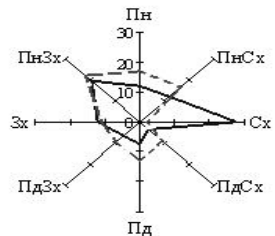
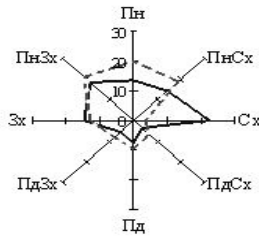
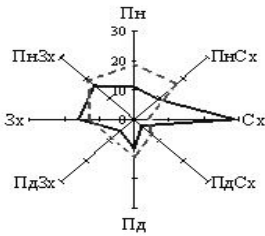
Січень



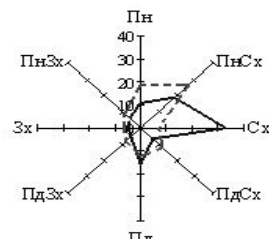
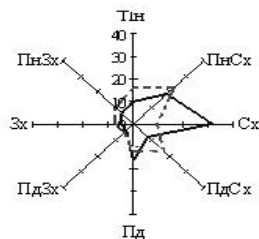
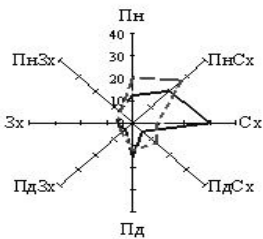
Квітень



Липень



Жовтень



1966-1990рр.

1990-1999рр.

2000-2009рр.

Рис. 3. Рози вітру (%) на МГ Севастополь (—) та Херсонський маяк (- - -) у 1961-1990 [6], 1990-1999 та 2000-2009 рр.

Внаслідок складних географічних умов Кримського півострова у районі Севастополя можна виявити дві локальні вітрові системи — бризи та фени [1; 4]. Так, бризова діяльність у 1990-1999 та 2000-2009 рр. тривала з квітня по жовтень та досягала максимуму у серпні (21 %), також бризи активно формувалися у липні та вересні — 19 і 17 % відповідно. Бризи утворювалися у теплий період, коли над Кримським півостровом переважали малоградієнтні поля. Фени спостерігалися на МГ Севастополь протягом року, а на ГМ Херсонеський маяк вони відсутні у липні та грудні. У цілому на обох станціях фени найчастіше створювалися з лютого по травень, з максимумом у квітні — 27 і 22 % на МГ Севастополь і МГ Херсонеський маяк відповідно. Значних відмінностей у формуванні місцевого вітру за останні 20 років не виявлено.

Таким чином, в районі Севастополя згідно з загальною тенденцією над Європою відмічалася послаблення вітру у 1990-1999 рр., що тривало, але менш інтенсивно і у 2000-2009 рр. Незважаючи на зростання середньомісячної швидкості на 0,1-0,3 м/с в окремі місяці на обох станціях у 2000-2009 рр., частка слабого вітру збільшувалася на 2-4 %. Характер розподілу вітру за напрямком не зазнав значних змін за період дослідження, але вплив місцевих умов наявно просліджувався.

Література

1. Бурман Э. А. Местные ветры. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 342 с.
2. Врублевская А. А., Гордейчук О. П., Миротворская Н. К., Гребеновская Т. А., Фролова Ю. Н. Статистическая оценка поля ветра на территории Украины // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2001. — Вип. 44. — С. 9-16.
3. Ивус Г. П., Агайяр Э. В., Мищенко Н. М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерноморья. — 2006. — № 67. — С. 21-24.
4. Ивус Г. П., Иванова С. М., Агайяр Э. В. Прогноз бризовых ветров северного Причерноморья // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2002. — Вип. 46. — С. 144-148.
5. Ивус Г. П. Умови утворення та прогнозу слабого вітру біля поверхні землі та інверсій температури в районі Одеси: Навчальний посібник. — К.: ВІПОЛ, 1998. — 112 с.
6. Клімат України. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.

7. Логвинов К. Т., Барабаш М. Б. Климат и опасные метеорологические явления Крыма. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 438 с.
8. Луц Н. В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в Восточном Приазовье // Метеорология и гидрология. — 2001. — № 2. — С. 98-102.
9. Пенюганов А. В. Климат Крыма. — Симферополь: Крымгосиздат, 1930. — 310 с.
10. Репетин Л. Н. Климатические изменения ветрового режима северного побережья Черного моря // Тези доп. другої міжнар. наук.-техн. конф. «Навколишнє природне середовище — 2007: актуальні проблеми екології та гідрометеорології; інтеграції освіти і науки» — Одеса: ТЕС, 2007. — С. 173-174.
11. Справочник по климату Черного моря. — М.: Гидрометеиздат, 1974. — 406 с.
12. Чернякова А. П. Типовые поля ветра Черного моря // Сб. работ БГМО ЧАМ. — 1965. — Вып. 3. — С. 25-27.
13. Чернякова А. П. Типы синоптических процессов и их влияние на температурный режим Черного моря в холодное время года // Сб. работ БГМО ЧАМ. — 1966. — Вып. 4. — С. 13-19.

Резюме

Охарактеризовано формування режиму приземного вітру за 20 лет на двох морських метеорологічних станціях в районі Севастополя. Проаналізовані просторово-часова структура швидкості і напрямлення вітру, виділені основні синоптичні процеси, визначають режим вітру.

УДК 551.509.324.3

*І. А. Хоменко,
Г. К. Текменжи*

МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЛЬДОВИХ ВІДКЛАДЕНЬ В ЦЕНТРАЛЬНІЙ УКРАЇНІ

1. Передмова

Внаслідок охолодження у холодний період рідких крапель, що знаходяться у повітрі у зваженому стані або випадають в якості опадів, на наземних предметах відбувається відкладення льоду, різновиди якого об'єднують одним терміном «атмосферне наземне обледеніння». До наземного обледеніння відносять ожеледь, зернисту

та кристалічну паморозь, налипання сухого та мокрого снігу, складні відкладення [4].

Всі види атмосферного наземного обледеніння завдають надзвичайно великих збитків економіці країни: порушують нормальну експлуатацію повітряних ліній зв'язку і електропередачі, утруднюють роботу залізничного та автомобільного транспорту, призводять до значних негативних наслідків у сільському і лісовому господарстві. Відомі випадки катастрофічних обледенень [5; 13], з якими були пов'язані масові руйнування телекомунікацій, загибель худоби, посівів, деревних насаджень.

Метою даної роботи є вивчення метеорологічних умов утворення і зберігання ожеледно-паморозевих та снігових відкладень на території Центральної України, а також виявлення головних особливостей просторового та часового розподілу атмосферного наземного обледеніння в Центральній Україні.

2. Дані

Для вивчення режиму ожеледно-паморозевих явищ (ожеледь, кристалічна та зерниста паморозь) і снігових відкладень (відкладення снігу, мокрого снігу та змерзлого снігу) в Центральній Україні використано дані наземних спостережень по дванадцяти станціях (Хмільник, Вінниця, Жмеринка, Гайсин, Білопілля, Гайворон, Знам'янка, Кіровоград, Могильов-Подільський, Новомиргород, Помічна, Світловодськ) за період з 1996 по 2007 рр.

Дані спостережень містили інформацію з температури, швидкості та напрямку вітру біля поверхні землі на момент початку явища та на момент досягнення відкладенням максимального розміру, а також інформацію з тривалості наростання та зберігання явища.

3. Просторово-часовий розподіл ожеледно-паморозевих та снігових відкладень на території Центральної України

Ожеледно-паморозеві та снігові відкладення на розглянутих станціях утворюються з листопаду по березень включно.

За розглянутий період на вказаних станціях було зафіксовано усього 1664 «простих» випадки ожеледно-паморозевих та снігових відкладень (табл. 1). Під простими випадками будемо розуміти випадки, при яких не спостерігалось повторних відкладень, а також складних відкладень, тобто таких, що містять два або більше типів льоду або снігу.

З шести типів відкладень, а саме ожеледь, кристалічна та зерниста паморозь, відкладення снігу, мокрого снігу та змерзлого снігу,

на 12 станціях, що розглядаються, найчастіше спостерігається ожеледь (656 випадків, тобто 39,4 % від загальної кількості випадків), доволі часто спостерігаються також зерниста паморозь (463 випадків, тобто 27,8 %) та кристалічна паморозь (448 випадків, тобто 26,9 %). Найчастіше ожеледно-паморозеві та снігові відкладення спостерігаються на ст. Вінниця, Кіровоград, Помічна — їх повторюваність складає більше 10 % від загальної кількості випадків. Найбільшу повторюваність ожеледь має на ст. Хмільник, Знам'янка та Світловодськ: 46 % випадків від загальної кількості по цих станціях. Жодного разу не спостерігалось відкладень сухого снігу на будь-якій зі станцій, тому у подальшому це явище виключено з розгляду.

Таблиця 1.

Розподіл повторюваності кількості випадків
в залежності від типу явища

Станція	Кількість випадків						Кількість випадків	Відсоток
	ожеледь	кристалічна паморозь	зерниста паморозь	сніг	мокрый сніг	змерзлий мokrый сніг		
Білопілля	52	40	39	0	5	1	137	8,2
Вінниця	105	79	58	0	11	2	255	15,3
Гайворон	30	21	22	0	15	1	89	5,3
Гайсин	13	25	21	0	3	0	62	3,7
Жмеринка	57	17	64	0	3	0	141	8,5
Знам'янка	52	31	28	0	2	0	113	6,8
Кіровоград	93	58	54	0	10	0	215	12,9
Могильов-Подільський	14	14	11	0	5	0	44	2,6
Новомиргород	37	49	49	0	17	0	152	9,1
Помічна	74	35	64	0	3	0	176	10,6
Світловодськ	52	34	13	0	12	2	113	6,8
Хмільник	77	45	40	0	5	0	167	10,0
Всього	656	448	463	0	91	6	1664	
Відсоток	39,4	26,9	27,8	0,0	5,5	0,4		

Повторюваність відкладень за окремі роки періоду, що розглядається, представлено в табл. 2.

Дані табл. 2 показують, що найбільша кількість ожеледно-паморозевих явищ спостерігалась у 2003 р., найменша — у 1997 р. В середньому на рік припадає 138,7 випадки. З 1996 р. спостерігається тенденція до збільшення кількості випадків льодових відкла-

день з часом по території Центральної України в цілому. Неперервне збільшення випадків ожеледно-паморозевих та снігових відкладень спостерігається на ст. Гайворон; на ст. Знам'янка кількість випадків мало відрізняється рік від року, виключаючи 1997 р. На всіх інших станціях Центральної України в часовому розподілі кількості випадків відмічаються чітко виражені максимуми та мінімуми, які для всіх станцій припадають на один й той самий рік. Максимуми повторюваності ожеледі, паморозі та мокро-го снігу спостерігалися у 1999, 2003 та 2005 рр.

Таблиця 2.

Повторюваність (кількість випадків) ожеледно-паморозевих та снігових відкладень

Станція	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Всього
Білопілля	10	7	9	14	10	16	14	12	11	10	11	13	137
Вінниця	13	13	15	24	19	24	24	33	21	30	19	20	255
Гайворон	6	8	7	10	4	6	3	8	4	11	10	12	89
Гайсин	6	11	6	6	3	1	3	6	3	11	2	4	62
Жмеринка	9	9	5	17	16	5	9	16	15	13	15	12	141
Знам'янка	12	1	11	12	9	6	7	14	8	15	10	8	113
Кіровоград	11	14	22	16	19	16	17	33	18	18	19	12	215
Могильов-Подільський	0	2	1	0	4	2	4	6	1	11	5	8	44
Новомиргород	13	7	21	15	12	8	10	19	14	11	12	10	152
Помошная	11	13	9	24	14	14	13	26	11	12	17	12	176
Світловодськ	10	3	3	14	5	3	9	18	16	8	14	10	113
Хмельник	12	3	10	23	10	13	18	19	13	23	11	12	167
Кількість випадків за кожен рік	113	91	119	175	125	114	131	210	135	173	145	133	1664

4. Класифікація території Центральної України за ступенем та інтенсивністю обледеніння на метеорологічних станціях

В наукових працях [16] за останні роки було запропоновано наступну класифікацію для визначення класу обледеніння станції (табл. 3).

За даними, що використовуються в даній роботі, можна розрахувати перші два фізичних параметри, від яких залежить клас обледеніння станції, S_n , — кількість днів з обледенінням на рік та повторюваність обледеніння.

Останній параметр — інтенсивність обледеніння — можна оцінити лише опосередковано за емпіричною формулою [15] для оцінки інтенсивності осадження паморозі:

$$M = 1,1 \cdot V \cdot T, \quad (1)$$

де M — це інтенсивність осадження паморозі, г/100см²/год.;
 V — швидкість вітру, м/с; T — час, заданий у годинах.

Таблиця 3.

Класифікація станції в залежності від інтенсивності та тривалості відкладення [16]

Клас обледеніння станції (Sn)	Кількість днів з обледенінням на рік	Повторюваність обледеніння, %/рік	Інтенсивність обледеніння, г/100 см ² /год.	Ступінь обледеніння
S5	> 60	> 20	> 50	Важке
S4	31 - 60	10 - 20	25	Сильне
S3	11 - 30	5 - 10	10	Помірне
S2	3 - 10	< 5	5	Слабке
S1	0 - 2	0 - 0,5	0 - 5	Випадкове

Емпіричну формулу (1) здобуто саме для інтенсивності осадження паморозі, проте зрозуміло, що для визначення потенційної небезпечності обледеніння досить оцінити інтенсивність наростання паморозі, оскільки для ожеледі інтенсивність внаслідок більшого діаметру крапель води буде, ще більшим.

Найбільша повторюваність (більше 60 %) швидкостей вітру при ожеледно-паморозевих явищах припадає на інтервал від 1 до 3 м/с. Для кожної станції можна оцінити швидкість вітру, як середнє зважене значення (табл. 4).

Таблиця 4.

Зведена таблиця для визначення ступеня обледеніння на станціях Центральної України

Станція	Середня швидкість вітру, м/с	Кількість днів з обледенінням на рік	Повторюваність обледеніння, %/рік	Інтенсивність обледеніння
Білопілля	1,7	11,4 (S3)	2,03 (S2)	1,87 (S1)
Вінниця	3,4	19,4 (S3)	4,01 (S2)	3,74 (S1)
Гайворон	1,3	7,4 (S2)	1,12 (S2)	1,43 (S1)
Гайсин	1,6	5,2 (S2)	1,04 (S2)	1,76 (S1)
Жмеринка	2,1	11,3 (S3)	2,33 (S2)	2,31 (S1)
Знам'янка	2,2	9,4 (S2)	1,90 (S2)	2,42 (S1)
Кіровоград	3,0	17,9 (S3)	2,37 (S2)	3,30 (S1)
Могильов-Подільський	0,9	3,7 (S2)	0,48 (S1)	0,99 (S1)
Новомиргород	1,7	12,7 (S3)	1,96 (S2)	1,87 (S1)
Помічна	2,1	14,7 (S3)	2,68 (S2)	2,31 (S1)
Світловодськ	2,9	9,42 (S2)	1,29 (S2)	3,19 (S1)
Хмільник	1,4	13,5 (S3)	2,13 (S2)	1,54 (S1)

З табл. 4 видно, що найбільша швидкість вітру спостерігається на ст. Вінниця (3,4 м/с), а найменша на ст. Могильов-Подільський (0,9 м/с). Швидкість вітру суттєво впливає на інтенсивність обледеніння, тому зрозуміло, що чим більшою є швидкість вітру, тим більш ожеледнебезпечною є ситуація.

Найбільша повторюваність ожеледно-паморозевих та снігових відкладень спостерігається на ст. Вінниця, а найменша повторюваність спостерігається на ст. Могильов-Подільський. Взагалі за усіма оцінками на ст. Могильов-Подільський відмічається найменш ожеледнебезпечна ситуація. Це може бути обумовлено тим, що Могильов-Подільський є найпівденнішою зі станцій, що розглядаються, окрім того, ця станція розташована біля ріки Дністер, яка є досить широкою та глибоководною і тому утворює свій клімат.

За повторюваністю обледеніння всі станції можна однести до одного й того самого класу S2, окрім станції Могильов-Подільський, для якої повторюваність обледеніння є найнижчою (клас S1); за кількістю днів всі станції розподілились між класами S2 та S3, а за інтенсивністю обледеніння всі станції було віднесено до класу S1 (тобто інтенсивність обледеніння є низькою). Ці середні характеристики показують, що в Центральній Україні спостерігається помірна кількість днів на рік з ожеледно-паморозевими явищами низької інтенсивності. За всіма характеристиками можна виділити ст. Вінниця, хоча вона і відноситься до тих самих класів, що і інші станції, проте всі її характеристики є найбільшими.

5. Розподіл повторюваності температури та вітру при ожеледно-паморозевих та снігових відкладеннях в Центральній Україні

Однією з найважливіших характеристик при ожеледно-паморозевих та снігових відкладеннях є температура повітря у поверхні землі. Оскільки саме ця метеорологічна величина визначає характер явища, а таким чином і їх небезпечність. В роботі представлено розподіл температури повітря на момент початку явища (рис. 1).

Аналіз виявив, що ожеледь найбільш часто пов'язана з незначними від'ємними (-1,0...-0,1 °C) температурами — 16,6 % від загальної кількості випадків. Ожеледь на всіх станціях може спостерігатись при температурах не нижчих за -12,0 °C, що відповідає результатам, отриманих у роботах [6-9; 12] за замерзаючими опадами (тобто опадами, які утворюють ожеледь). Кристалічна та зерниста паморозь найчастіше спостерігаються при більш низьких температурах: в інтервалах від -8,0 до -4,1 °C — 16,8 % та від

-18,0 до -8,1 °С — 20,0 % від загальної кількості випадків для зернистої та кристалічної паморозі відповідно. Снігові відкладення, зазвичай спостерігаються у дуже вузькому інтервалі температур -1,0...0,9 °С. Зазвичай для мокрого снігу метеорологічні параметри змінюються в дуже невеликих межах [10].

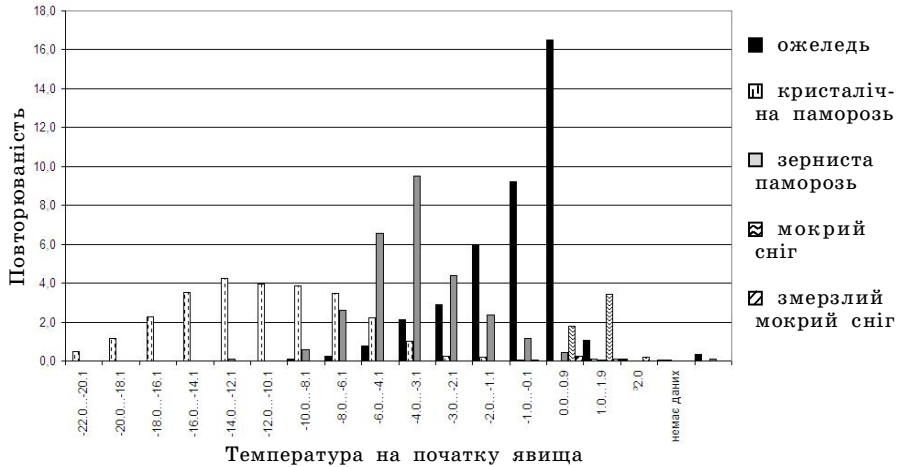


Рис. 1. Розподіл повторюваності температури повітря на початку ожеледно-паморозевих та снігових відкладень

При досягненні ожеледно-паморозевими відкладеннями максимального розміру інтервали температур суттєво не змінюються.

В останніх дослідженнях [11; 16] було відзначено, що тип ожеледно-паморозевих та снігових відкладень є залежним від такої пари метеорологічних характеристик як температура та швидкість вітру, тому для кожного типу відкладень (в незалежності від станції) було побудовано графіки на яких тип відкладень було представлено як функцію температури повітря та швидкості вітру. Оскільки впродовж нарощування ожеледних відкладень температура повітря та швидкість вітру практично не змінюються, то графіки представлено лише на момент початку відкладання. Нижче представлено ці графіки (рис. 2-5) для чотирьох типів відкладень.

Проаналізуємо побудовані функціональні залежності. Як можна бачити з рис. 2 основна маса випадків ожеледі (97,7 %) припадає на досить вузькі інтервали від 0,0 до -10,0 °С по температурі та від 0 до 11 м/с по швидкості вітру. На цьому графіку можна виділити навіть ще меншу область, по температурі (від -6,0 до 0,0 °С), в яку припадає 92,7 %.

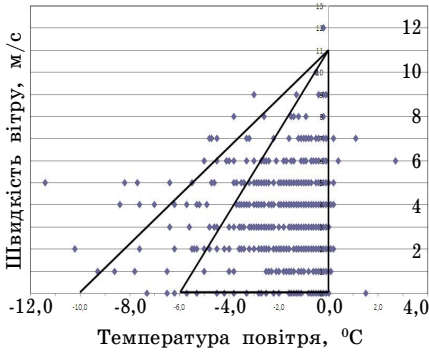


Рис. 2. Ожеледь як функція температури та швидкості вітру

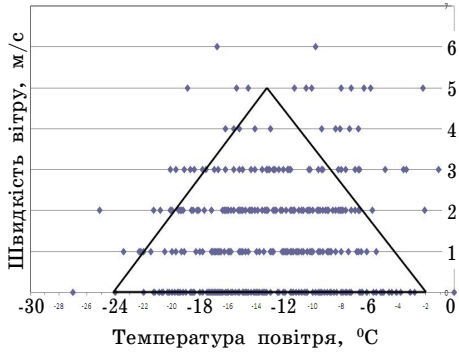


Рис. 3. Кристалічна паморозь як функція температури та швидкості вітру

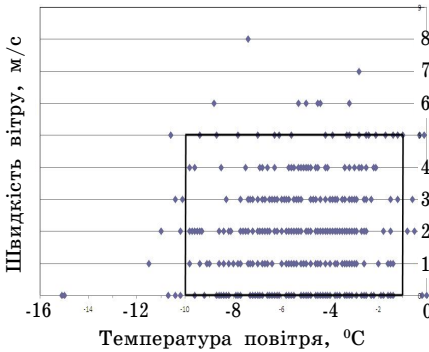


Рис. 4. Зерниста паморозь як функція температури та швидкості вітру

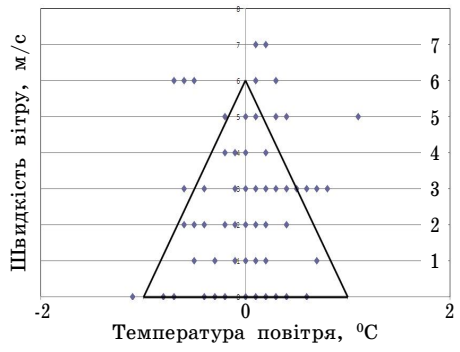


Рис. 5. Мокрий сніг як функція температури та швидкості вітру

На момент початку відкладання кристалічної паморозі основна частина випадків (89,1 %) припадає на трикутну область, що окреслюється ізотермами $-2,0$ та $-24,0$ °C та ізогонами 0 та 5 м/с (рис. 3).

Відкладення зернистої паморозі (34,4 %) (рис. 4), в основному, припадають на інтервали від $-1,0$ до $-10,0$ °C по температурі та від 0 до 5 м/с по швидкості вітру. Для зернистої паморозі спостерігається явище, що є нетиповим для всіх інших типів відкладень, — зміна форми області, в яку припадає основна кількість випадків (вона має прямокутну форму).

Мокрий сніг (82,4 % випадків) (рис. 5) спостерігається у дуже вузьких температурних межах від $-1,0$ до $1,0$ °С при швидкостях вітру до 6 м/с. Випадки з мокрим снігом мають великий розкид у порівняння з іншими явищами, тому важко виділити область яка б містила 90 % усіх випадків. Це може бути пов'язаним з малою кількістю даних.

Для змерзлого мокрого снігу не наведено функціональної залежності від температури та швидкості вітру. В результаті малої кількості спостережень такої функціональної залежності для змерзлого снігу не можна простежити.

Такі функціональні залежності можна використовувати з прогностичною метою для відокремлення областей «швидкість вітру-температура» для різних типів відкладень.

Аналіз показав, що існує тісний зв'язок між частотою появи ожеледно-паморозевих явищ і мокрого снігу та напрямком вітру. В роботі проаналізовано напрямок та швидкість вітру на момент початку явища (рис. 6).

Для вітру при досягненні відкладеннями максимальних розмірів розподіл напрямків практично не змінюється, тобто з цього можна зробити висновок, що впродовж усього періоду наростання напрямків вітру залишається незмінним.

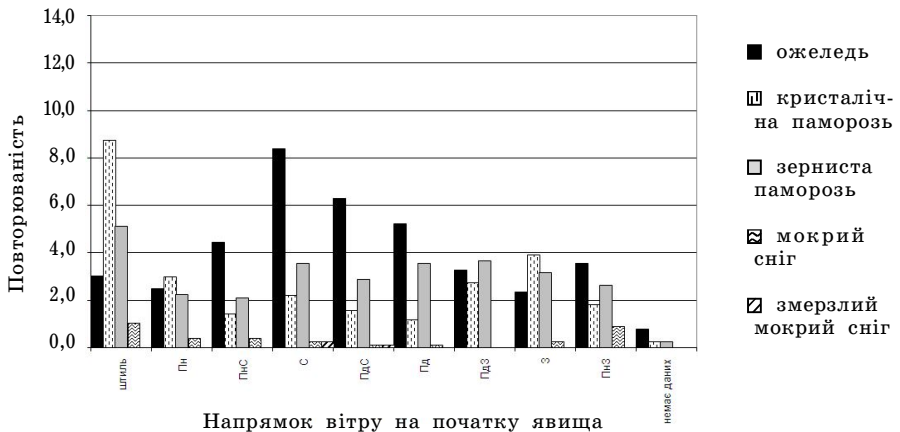


Рис. 6. Розподіл повторюваності напрямків вітру на початку ожеледно-паморозевих та снігових відкладень

Більшість випадків кристалічної та зернистої паморозі на станціях, що розглядаються, відмічаються при відсутності вітру (11,5 та

6,7 % від загальної кількості випадків відповідно). Залежності між напрямком вітру та появою паморозі будь-якого вигляду не було виявлено. Всі випадки розподілились практично рівномірно між усіма напрямками вітру для усіх станцій.

Для ожеледі характерним є вітер східного та південно-східного напрямків для всіх станцій (38,0 % випадків ожеледі). Досить часто ожеледь спостерігається також при північно-східному та південному напрямках вітру 24,1 % випадків ожеледі.

Всі випадки змерзлого мокрого снігу розподілились рівномірно (0,1 % від загальної кількості випадків) між східними напрямками вітру та північно-західним напрямком. 0,1 % випадків змерзлого мокрого снігу спостерігались при відсутності вітру.

Мокрий сніг переважно спостерігався при північно-західному напрямку та штилі (19,8 та 24,2 % випадків мокрого снігу). Всі інші випадки розподілились досить рівномірно між усіма напрямками вітру.

Аналіз показав, що при досягненні відкладеннями максимальних розмірів розподіл напрямків вітру практично не змінюється, тобто з цього можна зробити висновок, що впродовж усього періоду наростання напрямку вітру залишається незмінним.

6. Висновки

- 1) Ожеледно-паморозеві явища та мокрий сніг в Центральній Україні утворюються з листопаду по березень включно.
- 2) З шести типів відкладень, а саме ожеледь, кристалічна та зерниста паморозь, відкладення снігу, мокрого снігу та змерзлого снігу, на тринадцяти станціях, що розглядаються, ожеледь (656 випадки, тобто 39,4 % від загальної кількості випадків), зерниста паморозь (463 випадків, тобто 27,8 %) та кристалічна паморозь (448 випадків, тобто 26,9 %), сухий сніг не відмічався жодного разу.
- 3) В роботі зроблено класифікацію території Центральної України за ступенем та інтенсивністю обледеніння на метеорологічних станціях. За повторюваністю обледеніння всі станції можна однести до одного й того самого класу S2 (слабке обледеніння), окрім станції Могильов Подільський, для якої повторюваність обледеніння є найнижчою (клас S1), за кількістю днів всі станції розподілились між класами S2 та S3 (помірне обледеніння), а за інтенсивністю обледеніння всі станції було віднесено до класу S1 (тобто інтенсивність обледеніння є низькою).

За всіма характеристиками можна виділити ст. Вінниця, хоча ця станція і відноситься до тих самих класів, що і інші, проте всі її характеристики є найбільшими.

- 4) Ожеледь, як правило, пов'язана з температурами від $-10,0$ до $1,0$ °С, з максимумом повторюваності в інтервалі $-1,0...-0,1$ °С (16,3 % від загальної кількості випадків). Зерниста та кристалічна паморозь спостерігаються при більш низьких температурах до $-16,0$ і до $-22,0$ °С відповідно. Снігові відкладення утворюються в досить вузьких температурних межах від $-1,0...1,0$ °С.
- 5) Ожеледь найчастіше має місце при східному та південно-східному напрямках вітру (38,0 % випадків ожеледі). Більшість випадків кристалічної та зернистої паморозі на станціях, що розглядаються, відмічаються при відсутності вітру (11,5 та 6,7 % від загальної кількості випадків відповідно). Залежності між напрямком вітру та появою паморозі будь-якого вигляду не було виявлено.
- 6) Ожеледно-паморозеві явища та мокрий сніг в Центральній Україні, зазвичай пов'язані з невеликою швидкістю вітру: в усіх 1664 випадках швидкість вітру не перевищувала 12 м/с.
- 7) Виявлено залежність типу відкладення від температури повітря та швидкості вітру. Такі функціональні залежності можна використовувати з прогностичною метою для відокремлення областей «швидкість вітру-температура» для різних типів відкладень.

Література

1. Раевский А. Н. О распространении гололеда на территории Украины // Тр. УкрНИГМИ. — 1961. — Вып. 29. — С. 50-62.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 702 с.
3. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие / Под ред. В. Н. Бабиченко. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 224 с.
4. Стихийні метеорологічні явища на території України за останнє десятиріччя (1986-2005 рр.) / За ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 312 с.
5. Хоменко И. А. Количественный анализ условий образования сильного гололеда на территории Украины в ноябре 2000 г. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2001. — № 44. — С. 29-38.

6. Хоменко И. А. Режим замерзающих осадков в Одесском регионе // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2002. — № 46. — С. 114-122.
7. Хоменко І. А. Режимні характеристики ожеледно-паморозевих явищ та снігового наліпу на території Одеської області // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2009. — № 4(8). — С. 77-83.
8. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р. Анализ данных радиозондирования и данных наземных наблюдений по замерзающим осадкам в аэропортах Москвы // Метеорология и гидрология. — 2003. — № 6. — С. 40-58.
9. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р., Беркович Л. В., Ткачева Ю. В. Диагностические исследования и моделирование процессов циклогенеза, фронтогенеза и погодных условий на различных стадиях развития циклонов // Труды Гидрометеорологического науч.-исслед. центра Российской федерации. — 2000. — Вып. 335. — С. 3-25.
10. Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Иванова А. Р. Объективный анализ атмосферных фронтов и оценка его эффективности // Метеорология и гидрология. — 2000. — № 7. — С. 5-16.
11. COST 727: Atmospheric Icing on Structures Measurements and data collection on icing: State of the Art // ISSN: 1422-1381, Publication of MeteoSwiss, 75, 110 pp.
12. Farzaneh, M., Ed., Atmospheric Icing of Power Networks, Springer, Berlin, ISBN 9781402085307, August 2008, 320 p.
13. Farzaneh M., Savadjiev K., Icing Events Occurrence in Qu'ebec: Statistical analysis of field data. Int J of Offshore Polar Eng, 11, no 1 March: 9-15, 2001.
14. Fikke Svein M. Modern Meteorology and Atmospheric Icing. IWAIS XI, Monreal, June 2005.
15. Frohboese P., Steiniger M., Anders A. Ice Loads on Wind Turbines, 10 p., http://www.ewec2007proceedings.info/allfiles2/96_Ewec2007fullpaper.pdf
16. ISO 12494: Atmospheric icing of structures. ISO/TC 98/SC 3, 2000-07-20.
17. Khomenko I. A., Chakina N. P. Freezing precipitation in the Ukraine // Фізична географія та геоморфологія. — 2009. — № 57. — Р. 49 53.
18. Khomenko I. A. et al. Freezing precipitation in Russia and the Ukaraine. Advances in Geosciences, 10, 25-29, 2007.

19. Peabody A. B. Snow Loads on Transmission and distribution Lines in Alaska. 6th IWALS, Budapest, Hungary, 1993.

Резюме

В статье проанализированы метеорологические условия возникновения и нарастания гололедно-изморозевых и снеговых отложений за период 1996-2007 гг. на примере 12 станций Центральной Украины.

*Ю. И. Попов,
А. С. Матыгин,
В. В. Украинский*

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

На основании 50-летнего массива данных наблюдений за температурой и соленостью вод СЗЧМ была сформирована выборка из банка данных УкрНЦЭМ с 1955 по 2005 гг. (всего 3600 станций). Статистический анализ их межгодовой изменчивости проводился отдельно для летнего и зимнего периодов года по трем акваториям: западной ($45^{\circ}00' - 46^{\circ}00'$ с.ш., $30^{\circ}00' - 31^{\circ}00'$ в.д.), восточной ($45^{\circ}00' - 46^{\circ}00'$ с.ш., $31^{\circ}00' - 32^{\circ}00'$ в.д.) и южной ($44^{\circ}20' - 45^{\circ}00'$ с.ш., $31^{\circ}00' - 33^{\circ}00'$ в.д.), (рис. 1).

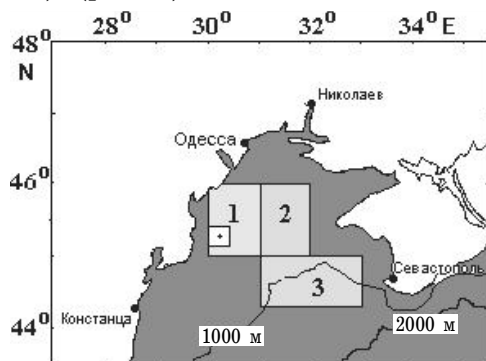


Рис. 1. Схема районов исследования климатической изменчивости термохалинной структуры СЗЧМ

Отдельно были рассмотрены изменения состояния вод в районе о. Змеиный (акватория в виде квадрата) со сторонами 52,5 км

и с центром в районе острова ($45^{\circ}15'$ с.ш. и $30^{\circ}12'$ в.д.). Для анализа привлекались осредненные за десятилетние периоды (1986-1995 гг. и 1996-2005 гг.) значения гидрологических и гидрохимических параметров вод для летнего и зимнего сезонов.

Анализ климатических изменений температуры и солености вод СЗЧМ показал, что в основном они касаются зимнего периода. Тенденция увеличения температуры в придонном слое наблюдается только для восточной и западной частей СЗЧМ (рис. 2). Для остальных акваторий для всей толщи вод и для зимы и для лета получена тенденция к понижению температуры морских вод (рис. 2, 3).

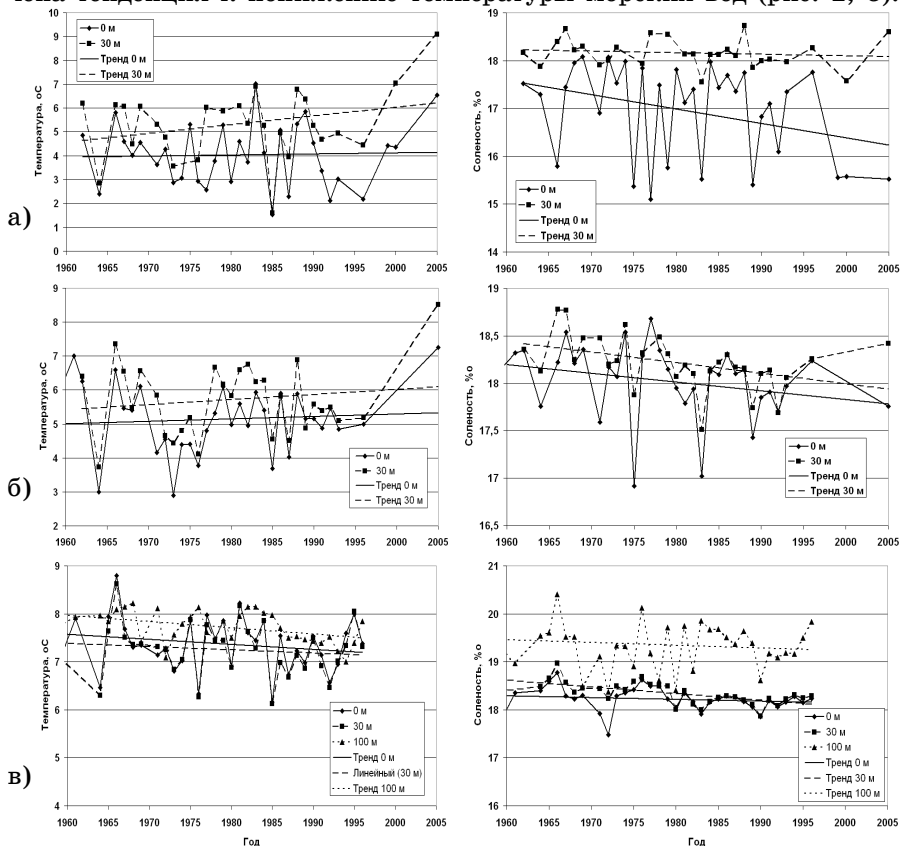


Рис. 2. Межгодовые изменения температуры и солености вод в зимний период по выделенным районам: а) район «1»; б) район «2»; в) район «3»

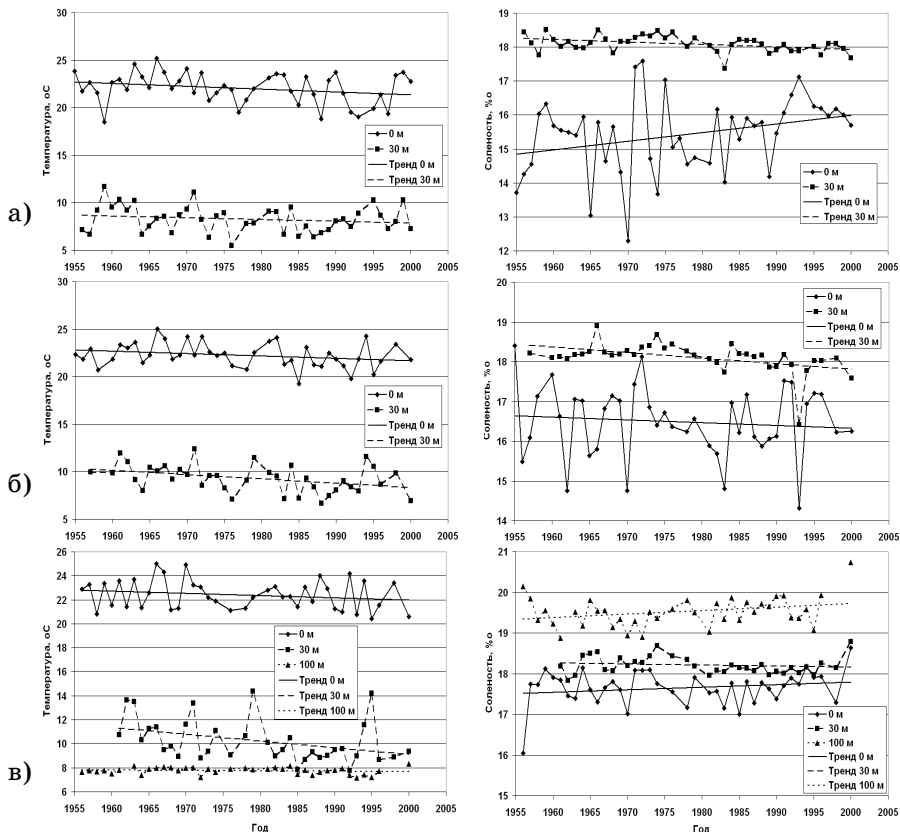


Рис. 3. Межгодовые изменения температуры и солёности вод в летний период по выделенным районам: а) район «1»; б) район «2»; в) район «3»

Многолетние изменения средней зимней солёности вод поверхностного слоя всех трех исследуемых районов показывают наличие трендов, указывающих на климатическое понижение солёности (рис. 2). В придонных слоях также отмечается определенная тенденция к уменьшению солёности за исключением западной акватории. Особенностью хода солёности в летние сезоны является климатическое повышение в западной части (рис. 3). Если сравнивать многолетнюю изменчивость летней и зимней солёности вод поверхностного слоя, можно отметить, что межсезонные изменения солесодержания вод наиболее выражены на западном участке, что вероятно связано с увеличением стока Дуная.

Если для большинства районов Мирового океана существует тенденция потепления верхнего слоя вод за последние 50 лет, то для СЗЧМ эта тенденция не обнаруживается. Однако, при рассмотрении термохалинной изменчивости морских вод СЗЧМ, за последние 20 лет (с начала 90-х годов), необходимо отметить резкое увеличение их средних зимних температур (рис. 4, 4а).

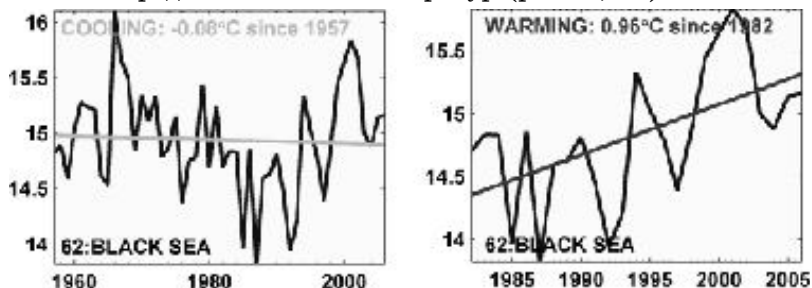


Рис. 4. Тенденции изменения температуры поверхностного слоя вод Черного моря: а) за 50 лет; б) за 25 лет [личное сообщение И. Белкина, университет Рой-Айленд, США]

На рис. 4а приведен в увеличенном масштабе приведена композиция рис. 2-4, иллюстрирующая вышеприведенный тезис.

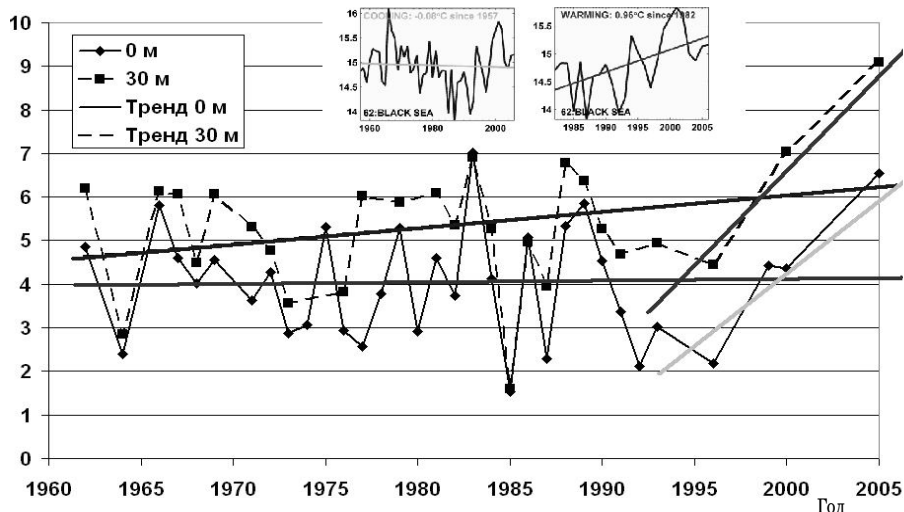


Рис. 4а. Тренды среднезимней температуры за 50 и за последние 20 лет в западной части СЗЧМ. Врезка сверху — аналогичная информация для всего Черного моря.

В этом аспекте хорошей иллюстрацией также служит график вертикального распределения средних температур для района о. Змеиный (рис. 5). В поверхностном слое средняя температура воды в зимний период повысилась на 2°C , а в придонных — более чем на 3°C . В придонных слоях средняя температура за последнее десятилетие имеет значение выше, чем максимальная за период 1986-1995 гг. (рис. 5). В летний сезон вертикальная структура средних и экстремальных значений температуры за рассматриваемые периоды изменялась незначительно в сторону ее увеличения, так же как и на всей акватории шельфа СЗЧМ.

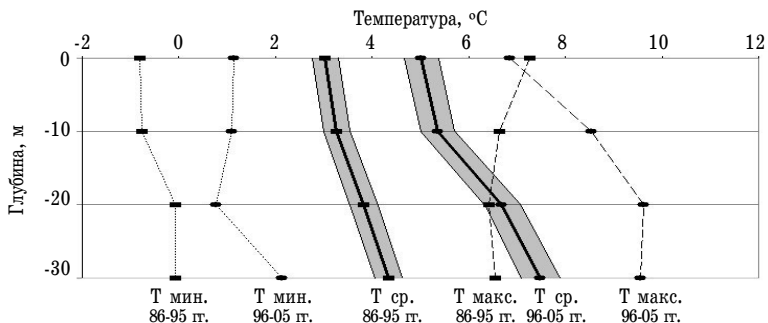


Рис. 5. Вертикальное распределение оценки среднемноголетних и экстремальных значений температуры воды в зимние периоды 1986-1995 гг. и 1996-2005 гг. (серым цветом выделена область 99 % доверительного интервала для средних значений).

Повышение придонной температуры вод в последние десятилетия также получено по результатам экспедиционных исследований, выполненных в 29 рейсе НИС «Владимир Пашин» в период с 21 по 27 сентября 2008 года. Температура ниже ВКС на шельфе и в ХПС была выше среднеклиматической на $1-3^{\circ}\text{C}$. Глубина залегания ядра ХПС в области свала глубин находилась в пределах 74-84 м, а средняя температура вод ядра ХПС составляла $7,87^{\circ}\text{C}$, что для исследуемой акватории является максимальным средним значением за последние 30 лет (рис. 6).

Основной особенностью вертикального распределения температуры в нижних слоях 75-90 м является тот факт, что минимальная температура П29 имеет более высокое значение, чем максимальные по всему периоду наблюдений в центральном районе СЗЧМ (рис. 7 (врезка)).

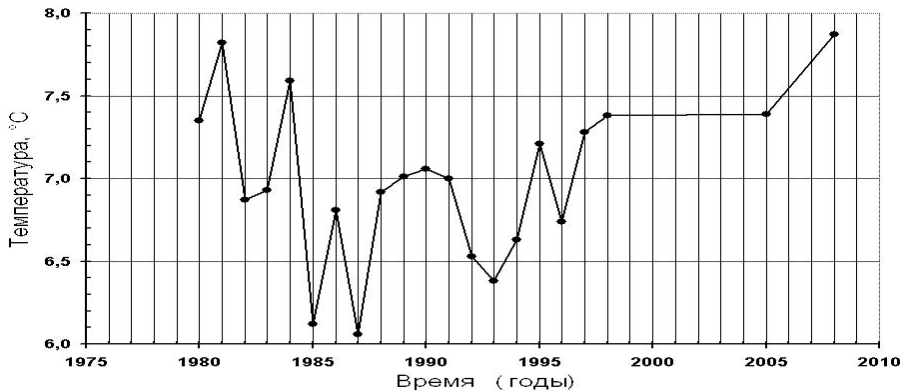


Рис. 6. Временной ход изменения температуры воды в ядре ХПС на акватории П29

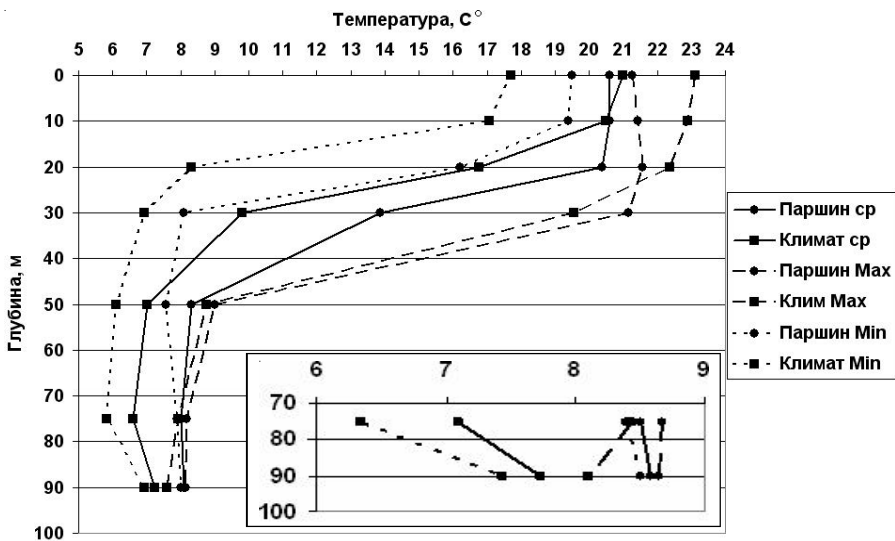


Рис. 7. Вертикальное распределение наблюдаемых и климатических оценок средних и экстремальных значений температуры воды на акватории П29. На врезке — в увеличенном масштабе распределение оценок в слое 75-90 м

В период 1986-1995 гг. минимум солености поверхностных вод в районе о. Змеиный наблюдался на уровне 4 ‰, что объясняется поступлением в исследуемый район слабо трансформированных дунайских вод. В период 1996-2005 гг. минимальная соленость

имела значение 11,50 ‰, но за десятилетие 1986-1995 гг. 25 раз наблюдалась соленость менее 11,40 ‰, что является следствием крупномасштабных изменений циркуляции атмосферы и соответственно режима ветра.

На рис. 8 приведены характеристики изменения ветрового режима по станции порт-Одесса, которые показывают, что средний модуль скорости ветра уменьшился, а в летние сезоны несколько увеличилась северная составляющая при одновременном уменьшении западной.

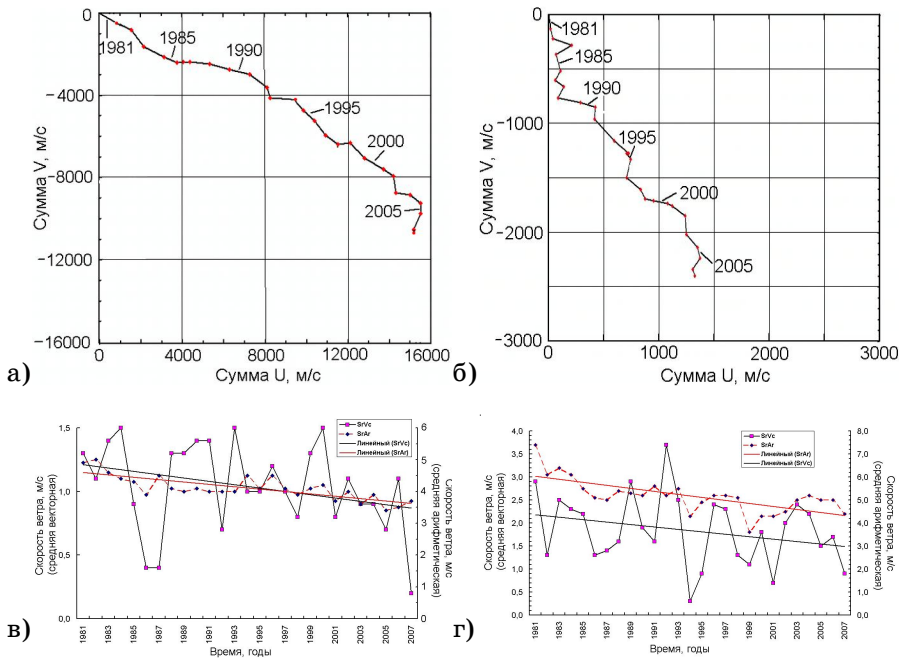


Рис. 8. Прогрессивно-векторная диаграмма ветра в различные периоды года (а — летние, б — зимние) и межгодовые изменения средних арифметических и средних векторных скоростей ветра в различные периоды года (в — летние, г — зимние) по порту Одесса

На рис. 9 представлен фрагмент циркуляции в северной части западной половины моря по состоянию на 25 сентября 2008 года. Черными стрелками на рисунке показаны струи вихревых и связующих переносов. Белая стрелка в западной части рисунка характеризует месячное смещение «старого» Севастопольского вихря, а

аналогичная в восточной части — смещение западного гребня Крымского антициклонического вихря. Тонкой белой линией выделена акватория исследуемого района. Динамическая структура П29 определяется системой грибовидных течений (рис. 9), возникших при смещении на юго-запад Севастопольского вихря. В верхушке грибовидного течения усиливается галинный фронт, а его волнообразная структура хорошо согласуется с направлением потоков описываемых динамических образований. Представленный на рис. 10 разрез геострофических скоростей течений также достаточно хорошо согласуется с рассмотренными выше особенностями пространственной структуры поверхностных течений. В районе станций №№ 31, 32 (~32° в.д.) наблюдается достаточно мощная струя северного направления со скоростями более 30 см/с, это хорошо соответствует стволу грибовидного потока (рис. 9); между станциями 24-12 (32°12' в.д.) и 32-38 (31°36' в.д.) отмечаются потоки обратного южного направления, т. е. отроги грибовидной структуры. В восточной части полигона между станциями 6-4 (32°30' в.д.) наблюдается узкий, но очень интенсивный поток с южной составляющей, который четко соответствует южной ветви расположенного севернее второго, теперь уже шельфового, грибовидного разветвления (рис. 9).

На западной периферии разреза в районе станций 40-44 (31°24' в.д.) проявляется поток с северной составляющей, который достаточно хорошо определяется в схеме поверхностных течений (рис. 9).

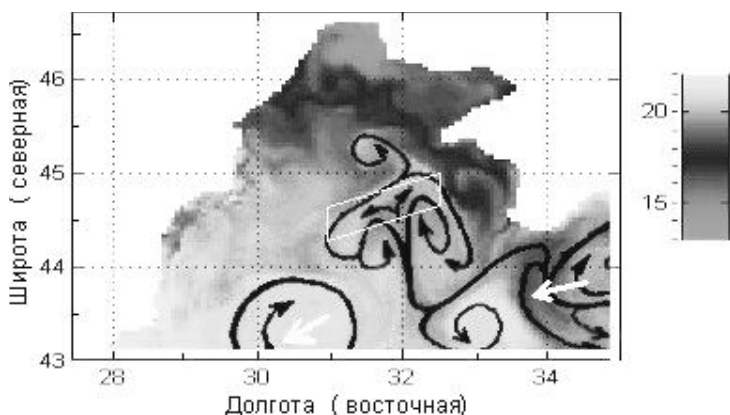


Рис. 9. Фрагмент схемы поля течений в северо-западном секторе Черного моря, полученный при анализе температурной анимации.

В градациях серого цвета термическое поле от 25.09.2008 г.

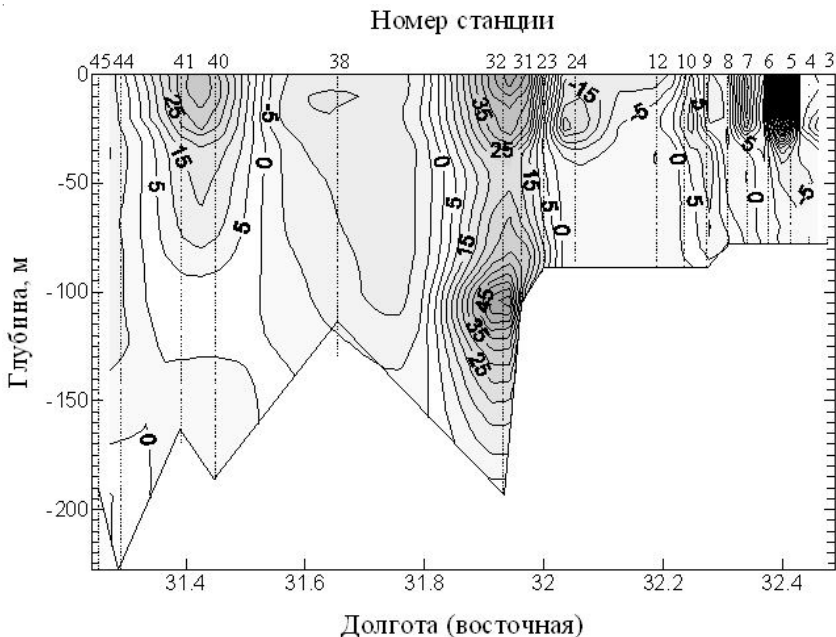


Рис. 10. Меридиональная геострофическая скорость (см/с).
Разрез по 44,619-45,050° с.ш.

Выводы

1. Если для большинства районов Мирового океана существует тенденция потепления верхнего слоя вод за последние 50 лет, то для СЗЧМ эта тенденция не обнаруживается. Однако, при рассмотрении термохалинной изменчивости морских вод СЗЧМ за последние 20 лет (с начала 90-х годов), необходимо отметить резкое увеличение их средних зимних температур, особенно в придонном слое.
2. Температура вод ХПС существенно зависит от суровости предыдущего зимнего сезона. Средняя температура вод ХПС в сентябре 2008 года в области свала глубин СЗШ имела значение 7,87 °С, что для данного района является абсолютным максимумом за последние 30 лет.
3. Зафиксированы значительные отклонения средних и экстремальных значений параметров вод в сентябре 2008 года в районе полигона П29 от климатических норм, что свидетельствует о влиянии глобального изменения климата на состояние вод СЗЧМ.

4. Район экспедиционных работ 29 рейса НИС «Владимир Паршин» находился в области влияния грибовидного течения. Вертикальные разрезы гидролого- гидрохимических параметров морских вод подтвердили специфическую вихревую структуру динамики исследуемого района.

*И. Г. Золотарева,
Ю. А. Попов,
Г. Г. Золотарев*

РЕСИДЕМЕНТАЦИЯ (ВТОРИЧНОЕ ЗАИЛЕНИЕ) В РАЙОНЕ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ НА ДУНАЕ

Во время проведения мониторинга (13-15 мая 2010 года) в канале Быстрый и открытой части моря, при отборе проб донных отложений было зафиксировано явление вторичного заиления на 6 станциях. Районами наиболее интенсивного заиления дна северо-западной части Черного моря (взморье канала Быстрый) является область дампинга, приустьевое взморье Дуная (рис. 1). Мощность вторичного заиления (наилка) в указанных районах варьирует от первых миллиметров до 2 сантиметров.

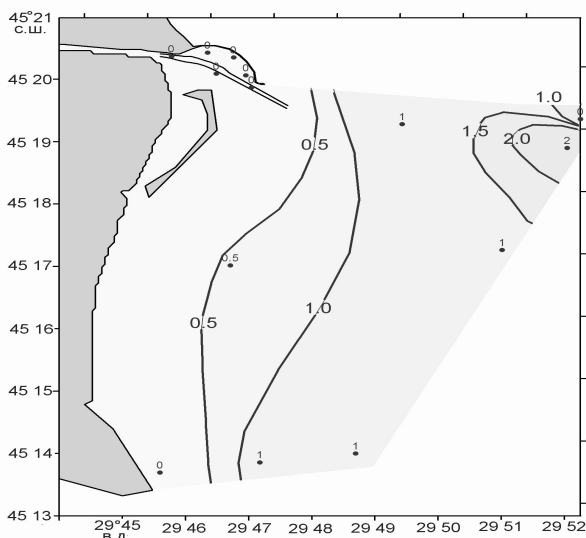


Рис. 1. Схема распределения вторичного заиления.
Мощность наилка (мм)

Вторичное заиление представляет собой осадок (наилк) желто-бурого цвета, по гранулометрическому составу состоящий, в основном из пелитовой фракции (размер частиц $\leq 0,005$ мм), в минералогическом отношении илы — гидрослюдисто-монтмориллонитовые (рис. 2).



Рис. 2. Фото наилка

По результатам гранулометрического анализа проб донных отложений, отобранных в мае 2010 года, донные отложения вторичного заиления в литологическом отношении представлены песками кварцевыми (ст. № 11, 13, 16) и илами мелкоалевровыми и пелитовыми (ст. № 14, 15, 18).

Медианный диаметр (Md) песков колеблется в пределах 0,1-0,07 мм. Пески в основном хорошо сортированы, коэффициент сортировки (So) изменяется в пределах 1,3-1,58. Пески (ст. 3, 6, 12, 17) плохо сортированы коэффициент сортировки (So) изменяется от 3,2 до 4,9.

Медианный диаметр (Md) илов колеблется в пределах от 0,01 мм (алевритовые илы) до 0,005 мм (пелитовые, глинистые илы). Коэффициент сортировки (So) илов изменяется от 2,6 (средне сортированные) до 3,4-5,5 (плохо сортированные). Плохая сортировка илов обусловлена наличием в пробах ракушки, детрита и органики.

Вторичное заиление — важный геоэкологический фактор, который приводит к гибели нерестилиц, изменению структуры и состава донных биоценозов, накоплению в донных отложениях нефтепродуктов и целого ряда других загрязняющих веществ, которые сорбируются частицами взвеси. Вторичное заиление происходит в зо-

нах аккумуляции терригенной взвеси, а также вследствие морехозяйственной деятельности, которая сопровождается эрозионными процессами, взмучиванием донных отложений и попаданием взвеси в воду: траловый лов рыбы, дноуглубительные работы, дампинг грунтов.

Для уменьшения распространения вторичного заиления необходимо сократить свалку грунтов в море за счет новых технологий захоронения грунтов (например, на суше), исключив попадание их в море.

**В. В. Украинский, С. П. Ковалишина,
В. Н. Сытов, И. П. Неверовский,
М. А. Грандова, Н. С. Калошина**

ЦВЕТЕНИЕ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ В ОДЕССКОМ ПРИБРЕЖЬЕ (июль, 2010 г.)

В прибрежных водах г. Одессы 11-12 июля 2010 г. было отмечено большое пятно цветущего фитопланктона, появление которого было вызвано резким увеличением количества синезеленой водоросли *Nodularia spumigena*. В некоторых акваториях пляжей — Аркадии, мыс Малый Фонтан, Альпклуб и др., пятно цветущего фитопланктона примыкало к линии уреза воды. По данным многолетнего мониторинга прибрежных вод Одессы, проводимого Украинским научным центром экологии моря и ОфИнБЮМ, ранее в Одесском прибрежье нодулярия встречалась в единичных экземплярах, преимущественно в летний период. В этом году этот вид впервые был отмечен 23 июня, численность не превышала 10 тыс. нитей/л. В это время она была представлена короткими нитями длиной до 0,1 мм, биомасса не превышала 0,04 мг/л. 30 июня этого вида в пробах отмечено не было, 6-7 июля этот вид вновь появился в прибрежной полосе в количестве 100-150 тыс. нитей/л, биомасса 5-15 мг/л. В этот период отмечались более длинные нити нодулярии, до 1-2 мм, видимые невооруженным взглядом в виде хлопьев беловато-буроватого цвета, при этом распределение их отличалось мозаичностью (рис. 1).

В местах цветения вода была мутной, прозрачность не превышала 0,5 м. Максимум цветения в прибрежных водах был отмечен 12 июля, при этом вода была бурой и слизистой из-за множества длинных нитей нодулярии, видимых невооруженным глазом. Площадь пятна цветения достигала нескольких квадратных километров, концентрация в зоне цветения доходила до

1-2 млн. нитей/л при длине нитей до 4 мм (до 1000 клеток в одной нити), биомасса нодулярии составляла 200-400 мг/л, в отдельных точках до 900 мг/л (рис. 2). В пятнах цветения, помимо нодулярии, отмечалось значительное количество клеток других видов фитопланктона, в том числе бентосные формы — представители родов *Navicula* (до 40 млн. кл/л), *Synedra*, *Licmophora*, *Amphora*, *Cocconeis* и др. Такое количество бентосных видов в планктонных пробах обычно отмечается на шельфе после штормов. Кроме того, в тех же пробах в значительном количестве были найдены виды, отнесенные к потенциально токсичным — *Prorocentrum micans*, *P. minimum*, *P. compressum*, *P. lima*, *Dinophysis sacculus*, *D. norvegica* и др.

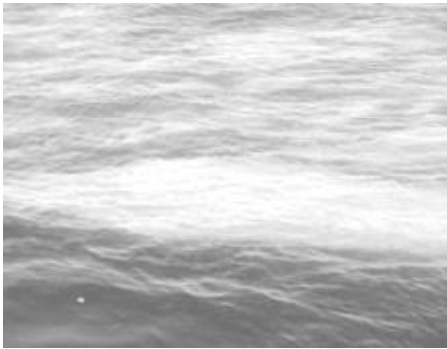


Рис. 1. Мозаичность распределения нодулярии 7 июля 2010 г.

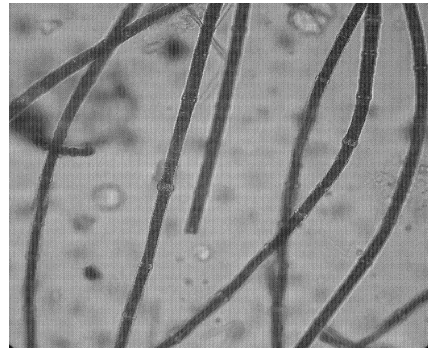


Рис. 2. Фото *Nodularia spumigena*

Nodularia spumigena (Нодулярия пенорожденная) относится к отделу сине-зеленых водорослей. Это солоноватоводный неритический бореально-тропический планктонный вид, чрезвычайно широко распространенный, встречающийся практически во всех частях света. *N. spumigena* продуцирует гепатотоксин, вызывающий сильные кровотечения в печени млекопитающих и нарушение структуры печени. Молекулярный механизм действия этого токсина заключается во взаимодействии с белковыми фосфатазами. В литературе были описаны случаи отравления крупного рогатого скота и гибели собак, связанные с массовым развитием этого вида.

Цветение *N. spumigena* в Одесском заливе было отмечено впервые. На сегодняшний день сообщений об отравлениях людей токсинами *N. spumigena* не было, но люди могут быть так же восприимчивы к этим токсинам, как и другие млекопитающие. Кроме

признаков, связанных с повреждениями печени, они могут вызывать раздражение кожи и глаз и слизистых покровов в случае контакта.

Пространственные характеристики формирования и распространения цветения воды в шельфовой части СЗЧМ хорошо прослеживаются по спутниковым данным (MODIS Aqua, MODIS Terra). 2-4 июля отмечена начальная фаза цветения воды, которая охватывала прибрежную и более мористую часть Одесского региона от порта Ильичевск до порта Южный (рис. 3-4).

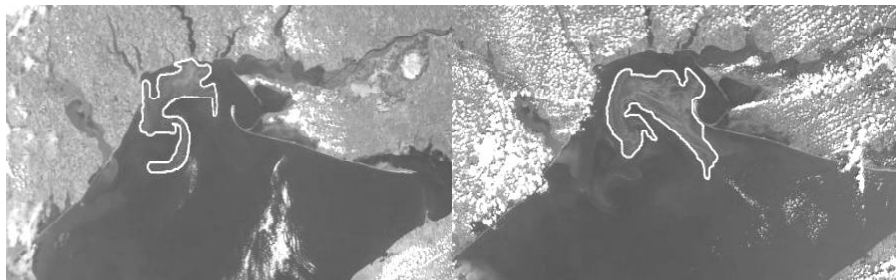


Рис. 3. Снимок ИСЗ
04.07.2010 г.

Рис. 4. Снимок ИСЗ
07.07.2010 г.

По данным Гидрометцентра Черного и Азовского морей в последующий период 6-7 июля преобладали западные составляющие ветра (рис. 5).

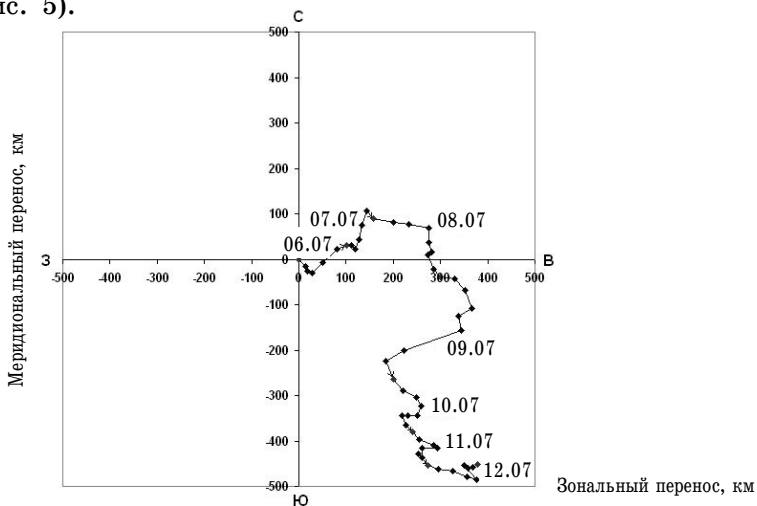


Рис. 5. Прогрессивная диаграмма ветрового переноса по данным ГМЦ ЧАМ. Станция п. Ильичевск, 06-12.07.2010 г.

В этот период в прибрежной части г. Одессы развивался апвеллинг, на что указывает понижение температуры и повышение солености морских вод (табл. 1), зона цветения фитопланктона сместилась в мористую часть, к юго-востоку, примыкая к северной части Тендровской косы и далее распространяясь на север и юг шельфа СЗЧМ.

Таблица 1.

Динамика состояния прибрежных вод Одесского региона в районе м. Малый Фонтан в июне-июле 2010 г.

Показатель	Ед. измерения	Дата			
		30.06.10	07.07.10	12.07.10	
				зона относительно чистых вод	зона концентрации водорослей
Температура	°С	22,43	19,84	24,69	25,05
Соленость	‰	13,34	14,75	14,22	14,18
Кислород	мг/л	7,68	7,23	9,67	-
Насыщение кислородом	%	95,9	86,6	126,7	-
БПК ₅	мг/л	1,17	1,48	-	-
Фосфаты	мкг/л	2,5	2,5	7,5	3,9
Общий фосфор	мкг/л	33	35	75	40
Нитриты	мкг/л	0,5	0,5	4,5	5,2
Нитраты	мкг/л	5,5	28	19	27
Аммоний	мкг/л	0,7	0,7	49	88
Органический азот	мкг/л	441	536	308	3920
Общий азот	мкг/л	448	565	380	4040
Кремний	мкг/л	600	520	410	620
Взвесь	мг/л	-	-	10,2	996,6

В период 8-12 июля преобладали северная и восточная составляющие ветра, пятно цветения воды распространялось как вдоль Тендровской косы, так и вдоль западного побережья Одесского региона. К 12 июля практически на всей акватории севернее 45°50' с.ш. северо-западного шельфа Черного моря отмечалось цветение воды с характерными полосами различной интенсивности (рис. 6, 7). На спутниковом снимке 11.07.2010 и 12.07.2010 (рис. 7, 8) видно характерную вихревую грибовидную структуру цветения воды, которая примыкает к побережью в районе Фонтана г. Одессы. В этот период 11-12 июля визуальнo регистрировались полосы хлопьев беловато-буроватого цвета, которые примыкали к линии уреза воды

пляжей г. Одессы. На 14 июля область цветения вод располагалась на удалении от западного побережья и охватывала всю центральную часть северо-западного шельфа Черного моря (рис. 9). Такой случай цветения воды и его масштабы являются новым в состоянии экосистемы северо-западного шельфа Черного моря.

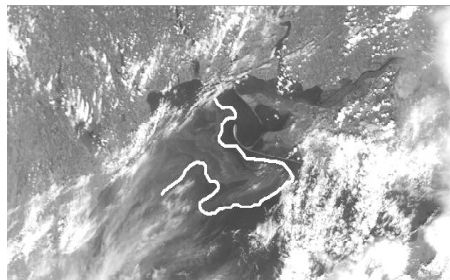


Рис. 6. Снимок ИСЗ
09.07.2010 г.

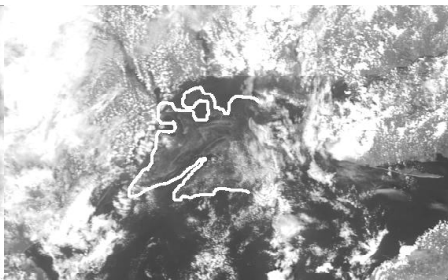


Рис. 7. Снимок ИСЗ
11.07.2010 г.

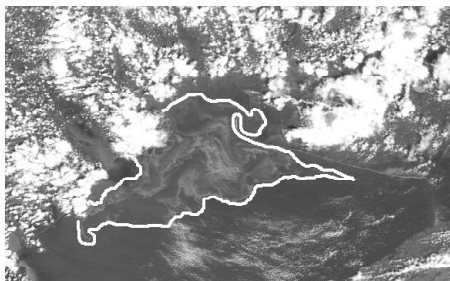


Рис. 8. Снимок ИСЗ
12.07.2010 г.



Рис. 9. Снимок ИСЗ
14.07.2010 г.

Цветение фитопланктона определяется температурой воды, света и биогенных веществ; азот и фосфор, в частности, являются лимитирующими для этого явления. Концентрации биогенных веществ, особенно их минеральных форм, в начальную фазу цветения вод в прибрежной зоне в районе мыса Малый Фонтан были ниже средних характеристик относительно 2009 г. Концентрации общего фосфора (33-35 мкг/л) и общего азота (448-565 мкг/л) незначительно превышали средние годовые характеристики соответственно 29,1 мкг/л и 453 мкг/л (табл. 1). Насыщение вод кислородом в этот период было ниже 100 %, а биохимическое потребление кислорода не превышало 1,48 мг/л. Соленость вод в период цветения составляла 14,2 ‰. Температура воды изменялась в пределах

24,7-25,0 °С. В области относительно чистых вод концентрация кислорода была относительно повышенной 9,67 мг/л, а насыщение вод кислородом составляло 126,7 %. Концентрации фосфатов составляли в пятнах цветения 3,9 мкг/л, а в относительно чистых водах до 7,5 мкг/л, что свидетельствует о потреблении этих фосфатов в местах концентрации фитопланктона.

Концентрации общего фосфора были относительно высокими, однако не более прошлогоднего экстремума 121 мкг/л. Отмечались также повышенные концентрации нитратов (7,9 мкг/л, в относительно чистых водах и 3,9 мкг/л в зоне концентрации водорослей) и аммонийного азота (49 мкг/л — зона чистых вод и 88 мкг/л — зона цветения вод), однако они также не превышали прошлогодних экстремумов 10 и 147 мкг/л, соответственно. Концентрации общего азота, за счет его органической формы, в зоне скопления водорослей достигали 4040 мкг/л. За последний 15-летний период такие экстремальные концентрации общего азота в Одесском регионе были отмечены только в 2003 г. (6435 мкг/л). В зоне относительно чистых вод концентрации общего азота были ниже среднего годового значения (453 мкг/л). Соответственно концентрация взвеси в относительно чистых водах составляла 10,2 мг/л, а в зоне концентрации водорослей 996,6 мг/л.

Явления цветения воды, вызванные массовым развитием планктонных организмов в Одесском регионе регистрируются достаточно часто, но практически всегда характеризовались мозаичностью распространения. Цветение воды такого масштаба в Одесском регионе зарегистрировано впервые.

Увеличение стока речных вод в весенний период, аварийные ситуации на СБО «Северная» и СБО «Южная» г. Одессы в конце мая 2010 года послужили началом условий формирования летнего цветения фитопланктона, которое было отмечено 6 июля 2010 г. Также выявлены отклонения в атмосферных осадках — за трехдневный период 9, 10 и 12 июля, по данным ГМЦ Черного и Азовского морей, количество осадков более чем в 2 раза превысило многолетнюю норму для июля (41,4 мм). Поступление загрязняющих веществ в море с ливневым стоком могло быть дополнительным фактором интенсификации цветения вод.

Однако следует отметить, что данные спутниковых наблюдений указывают на крупномасштабный характер данного процесса, который продолжается и в настоящее время. Такой случай цвете-

ния воды и его масштабы являются новым в состоянии экосистемы северо-западного шельфа Черного моря, что требует дальнейшего проведения специального мониторинга.

УДК 504+465 551

А. А. Чепыженко

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД В РАЙОНЕ ЗАПОВЕДНИКА ЛЕБЯЖЬИ ОСТРОВА (Каркинитский залив, Черное море) В ЛЕТНИЙ СЕЗОН 2008 Г.

На основе данных экспедиции, проведенной специалистами Института биологии южных морей НАН Украины и Морского гидрофизического института НАН Украины в июле 2008 г., оценена степень загрязнения акватории в районе орнитологического заповедника Лебяжьего острова (прибрежные воды Каркинитского залива, Черное море) органическим веществом искусственного происхождения и растворенными нефтепродуктами. Определены концентрации, источники и пути распространения суммарной взвеси и загрязняющих веществ. Полученный результат сопоставлен с результатом аналогичной экспедиции, выполненной в июле 2007 г.

Введение. В настоящей статье представлены сведения о полях концентрации суммарной взвеси, растворенного органического вещества и растворенных нефтепродуктов на акватории прибрежной части Каркинитского залива, примыкающей к заповеднику Лебяжьего острова в июле 2008 г. Выявлены источники и пути распространения загрязняющих веществ.

Орнитологический филиал Крымского природного заповедника Лебяжьего острова расположен в северо-западной части Крымского полуострова на берегу Каркинитского залива. Основные морфометрические формы исследуемой акватории представлены двумя косами, которые ориентированы в северо-восточном направлении. Первая, связанная с берегом коса, отделяет Андреевский лиман. Вторая, которая, по-видимому, представляет собой естественное продолжение первой, ограничивает с моря Сары-Булатский лиман. В узкости между косами находятся несколько островков и отмелей. На косе Сары-Булатского лимана расположено небольшое мелководное озеро, которое сообщается с северной частью лимана узким протоком. Между лиманами находится село Портовое. С суши к селу примыкают рисовые чеки, которые в последние годы не засеиваются (рис. 1).

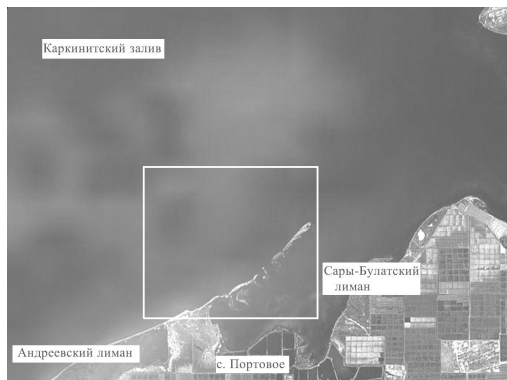


Рис. 1. Снимок ИСЗ исследуемой акватории. Белой рамкой обозначены границы океанологического полигона

Материалы и методы исследования. Экспериментальные работы выполнены в июле 2008 г. с борта катера. Акватория, на которой был реализован комплексный океанологический эксперимент (глубины от 0,5 до 5 м), включила участки обоих лиманов и озеро (глубины 0,5-1 м), а также пространство открытой части Каркинитского залива с глубинами от 2 до 5 м, находящееся к северо-западу от кос, ограничивающих заповедник. Западная граница полигона располагалась на расстоянии около 1 мили мористее обеих кос. Всего было выполнено 12 станций, более или менее равномерно покрывавших исследуемую область (рис. 1). Спутниковый снимок, приведенный на этом рисунке, взят из INTERNET (поисковая система GOOGLE).

Примерно в центре полигона, в точке с глубиной около 3 м, с борта заякоренного катера вывешивался автономный регистратор течений МГИ-1301. Дискретность фиксации течений — 1 минута. Время полной экспозиции прибора — 1 час. С поверхности и с придонного горизонта батометром отбирались пробы воды на загрязнение (на анализ спектрального коэффициента ослабления направленного света). Дальнейший анализ проводился в лабораторных условиях на спектральном измерителе прозрачности OSP-IPO [1]. Концентрации рассматриваемых величин, полученные на основе спектрофотометрических методик [2; 3], сопоставлялись с соответствующими характерными концентрациями, наблюдаемыми в открытых водах Черного моря. Последние, заимствованные из [4], и равные 0,2 мг/л для общего взвешенного вещества, 2 мг/л для

органического растворенного вещества и 1 (безразмерная единица) для растворенных нефтепродуктов, принимались за норму. Т.е., концентрация растворенных нефтепродуктов оценивалась в относительных единицах (отн. ед.), показывающих во сколько раз их реальная концентрация превосходит концентрацию, типичную для вод открытой части Черного моря. Все параметры среды картировались для верхнего и придонного горизонтов.

Обсуждение результатов. На основе анализа записи параметров течений выявлено, что в центре полигона был зафиксирован устойчивый по направлению и хорошо выраженный поток вод, с преобладающей вдольбереговой составляющей восточного направления. Его средняя скорость равнялась 52 см/с, т. е. ~ 1 узел.

Анализ схем распределения рассматриваемых параметров среды показал, что все они имели различные источники, хотя характер их распространения, определявшийся системой течений, оказался аналогичным.

Как на поверхности, так и у дна максимум содержания общего взвешенного в воде вещества был локализованным в озере, расположенном на косе, ограничивающей Сары-Булатский лиман, и в прилегающих к этой косе участках лимана. По-видимому, воды данного озера представляют основной источник взвешенного вещества в исследуемом районе. Концентрация суммарной взвеси здесь достигала 10 мг/л на поверхности и 24-25 мг/л, что, соответственно, в 50 и 125 раз превышает условную норму (рис. 2 а, б).

Представленный выше результат позволяет полагать, что для исследуемой акватории основной источник суммарного взвешенного вещества связан с природными факторами, — особенностями функционирования экосистемы островной зоны, и, в частности, с жизнедеятельностью сконцентрированной здесь птицы.

На поверхности максимум концентрации растворенного органического вещества 3,8 мг/л наблюдался в озере и примыкающих к нему участках (рис. 2 в). В придонном слое в юго-западной части полигона концентрация этого параметра достигала 14-15 мг/л, что в 7-7,5 раз больше условной нормы. Возможно, что этот экстремум связан с поступлением в открытую часть полигона вод из Андреевского лимана и смежной части морской акватории (рис. 2 г).

Практически по всей акватории обнаружена высокая концентрация растворенных нефтепродуктов. На поверхности в западной части полигона она достигла 14 отн. ед. (в 14 раз выше услов-

ной нормы) (рис. 2 д) и 6 отн. ед. (в 6 раз выше условной нормы) — на юго-западном и северо-восточном участках (рис. 2 е).

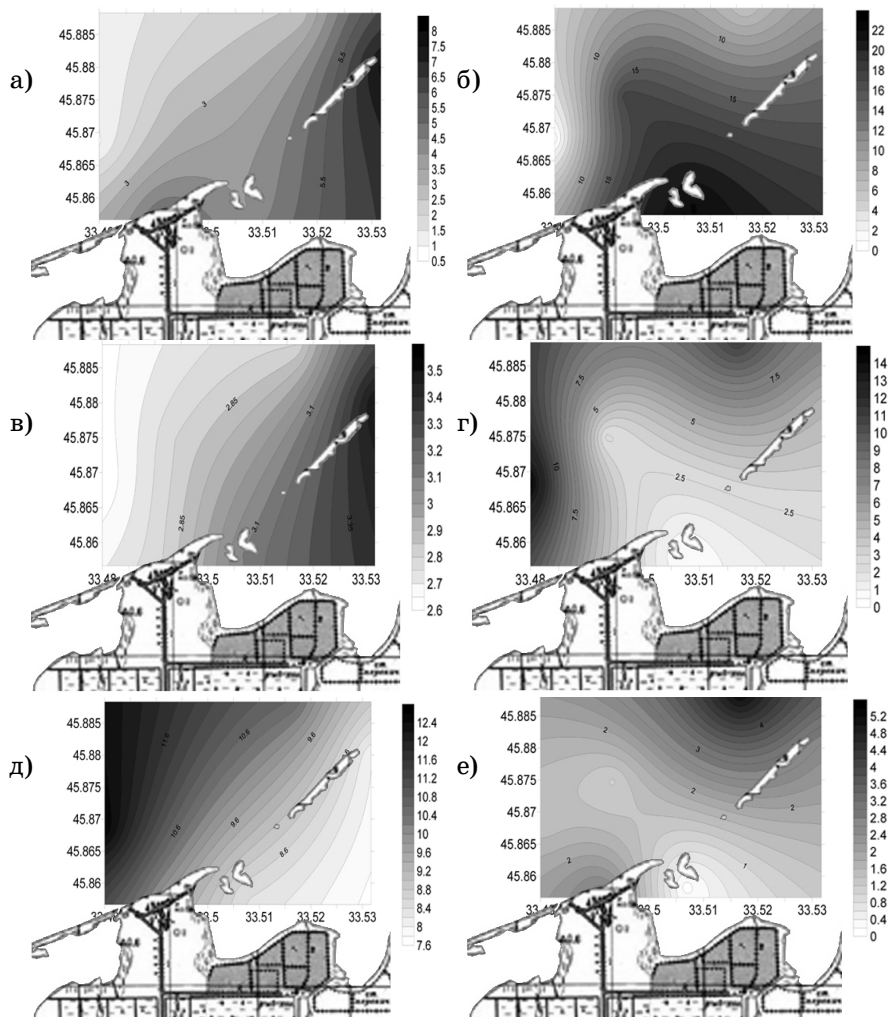


Рис. 2. Распределение параметров среды по данным съемки ИСЗ (июль 2008 г.): а) суммарного взвешенного вещества (мг/л); в) растворенной органики (мг/л); д) растворенных нефтепродуктов (отн. ед.) на поверхности моря; б), г), е) — соответственно те же параметры для придонного горизонта

Отметим, что аналогичная съемка рассматриваемой акватории также была выполнена в августе 2007 г. Ее результаты, опубликованные в статье [5], в сравнении с приведенными выше сведениями, позволяют утверждать следующее.

Экологическая ситуация по рассмотренным параметрам среды у заповедника Лебяжьи острова за время с августа 2007 по июль 2008 г. заметно ухудшилась. Если концентрация суммарного взвешенного в воде вещества, которая, вероятно, обусловлена природным фактором загрязнения (жизнедеятельностью сконцентрированной птицы) сохранялась высокой и не претерпела существенных изменений от съемки к съемке, то содержание растворенного органического вещества и нефтепродуктов (загрязнители антропогенного происхождения) резко возросло.

Анализ результатов описанных выше съемок позволяет утверждать, что воды у орнитологического заповедника Лебяжьи острова отличаются высоким содержанием суммарного взвешенного вещества, источник которого связан с жизнедеятельностью сконцентрированной птицы. Здесь нет значимых береговых источников, загрязняющих водную среду нефтепродуктами и антропогенными органическими веществами. По-видимому, прилегающие к заповеднику более масштабные акватории Каркинитского залива загрязнены растворенными нефтепродуктами и органическим веществом искусственного происхождения. Эпизодическая адвекция этих вод на исследуемую заповедную акваторию приводит к резким колебаниям показателей состояния ее экосистемы.

Заключение. Показано, что в районе орнитологического заповедника Лебяжьи острова существует мощный источник суммарного взвешенного в воде вещества, который определяется природными факторами, — особенностями функционирования экосистемы островной зоны, и, в частности, с жизнедеятельностью сконцентрированной здесь птицы. Этот источник — собственно озеро, расположенное на косе, ограничивавшей Сары-Булатский лиман, обеспечивает высокие, до 10 мг/л на поверхности и до 25 мг/л у дна, концентрации данного параметра среды, что соответственно в 50 и 125 раз превосходит условную норму.

За время с августа 2007 по июль 2008 г. отмечено резкое ухудшение экологических показателей водной среды у заповедника Лебяжьи острова.

Основной источник загрязнения заповедной акватории — проникновение вод из смежных областей Каркинитского залива. Приле-

гающие к заповеднику более масштабные акватории Каркинитского залива загрязнены растворенными нефтепродуктами и органическим веществом искусственного происхождения. Адвекция этих вод на исследуемую заповедную акваторию приводит к резким колебаниям показателей состояния ее водной экосистемы.

Литература

1. Chepyzhenko A. I., and Halturin V. I., «Laboratory and flow-through optical spectral probes to measure water quality and content», Ocean Remote Sensing and Applications, Robert J. Frouin, Yell Yuan, Hiroshi Kawamura, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 4892 (2003) (24-26 October 2002, Hangzhou, China)© 2003 SPIE * 0277-786X/03/\$15.00, P 482-488.
2. Clark D. K. MODIS. Algorithm Theoretical Basis Document, Bio-Optical Algorithms, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Environmental Satellite Service, Washington, D. C. 20233, Version 1.2.
3. Ocean Optics Protocols For Satellite Ocean Color Sensor Validation, Revision G. S. Fargion, J. L. Mueller, San Diego, California, NASA, Goddard Space Flight Space Center, Greenbelt, Maryland 20771, August 2000.
4. Хайлов К. М. Экологический метаболизм в море. — К.: Наукова думка, 1971. — 250 с.
5. Ломакин П. Д., Чепыженко А. И., Чепыженко А. А. Характеристика загрязнения прибрежных вод у заповедника Лебяжьего острова в августе 2007 года по данным оптических наблюдений // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2008. — Вип. 50. — Ч. 2. — С. 218-224.

УДК 551.465

*П. Д. Ломакин,
М. А. Попов*

ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОД В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Введение. Длительное время Балаклавская бухта оставалась недоступной для экспериментальных океанологических исследований. С 2000 г. на акватории бухты 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 численных экспериментов, позволили только сейчас получить более или менее адекватные представления о системе течений в бухте.

Цель предлагаемой статьи — осветить закономерности локальной трехмерной системы течений в Балаклавской бухте.

Исходные данные и методы исследования. Для анализа системы течений в Балаклавской бухте в качестве исходных нами использованы данные 73 комплексных океанологических 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 GPS.

Векторы течения на поверхности моря рассчитывались на базе известного навигационного метода [1], основанного на знании вектора суммарного сноса судна и данных об истинном ветре

$$\vec{V}_T = \frac{1+\alpha}{\alpha} \vec{V}_c - \frac{1}{\alpha} \vec{V}_e ,$$

где \vec{V}_T — вектор течения; \vec{V}_c — вектор суммарного сноса судна; \vec{V}_e — вектор истинного ветра; α — коэффициент парусности судна.

Этот достаточно надежный и широко распространенный в прошлом в навигации и океанографии метод, использовался известными мореплавателями и океанологами различных стран. Как известно, на его основе были открыты крупномасштабные системы течений Мирового Океана (напр. [2]). До недавнего времени навигационный метод, как правило, применялся на значительных пространственных масштабах в открытых водах океанов и морей. Сейчас, в связи с появившимися системами спутниковой навигации, позволившими на порядки увеличить точность определения положения судна, данный метод стал успешно использоваться на небольших масштабах, в пределах от нескольких сотен метров до нескольких миль. Так, в начале нынешнего столетия на основе навигационного метода были детально исследованы и описаны закономерности локальных систем течений на участках крымского побережья и в прибрежных областях Антарктики [3].

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 [4; 5].

Представления о трехмерной картине циркуляции в бухте получены на основе результатов численного моделирования [6; 7].

Обсуждение результатов. Юго-западная часть Крыма, где расположена исследуемая бухта, — район с интенсивной штормовой деятельностью. Среднемноголетняя скорость ветра на береговых гидрометеорологических станциях здесь достигают 6,0 м/с. По отношению к другим районам Черного моря она уступает только районам о. Змеиный (6,7 м/с) и устью Дуная (Сулина, 7,4 м/с). Максимальную повторяемость в Балаклаве имеют ветры северных (23-29 %) и южных (19-31 %) румбов, которые ориентированы вдоль осевой линии бухты. Причем этим направлениям соответствует наибольшая повторяемость сильных ветров [5].

Выявлены следующие особенности, типичные для локальной системы течений 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. 1.

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

Ситуация 2 (рис. 1б). Ветры южных румбов генерируют струйные потоки, направленные на север, интенсификация которых отмечается у восточного берега бухты. Повторяемость этого типа 25 %.

Наиболее часто встречающаяся (54 %, рис. 1в) ситуация 3. При ветрах западной и восточной четверти, от которых бухта частично и полностью экранирована горами, а также в маловетреную 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 преобладают антициклональные вихревые образования и циклонические — в кутовой.

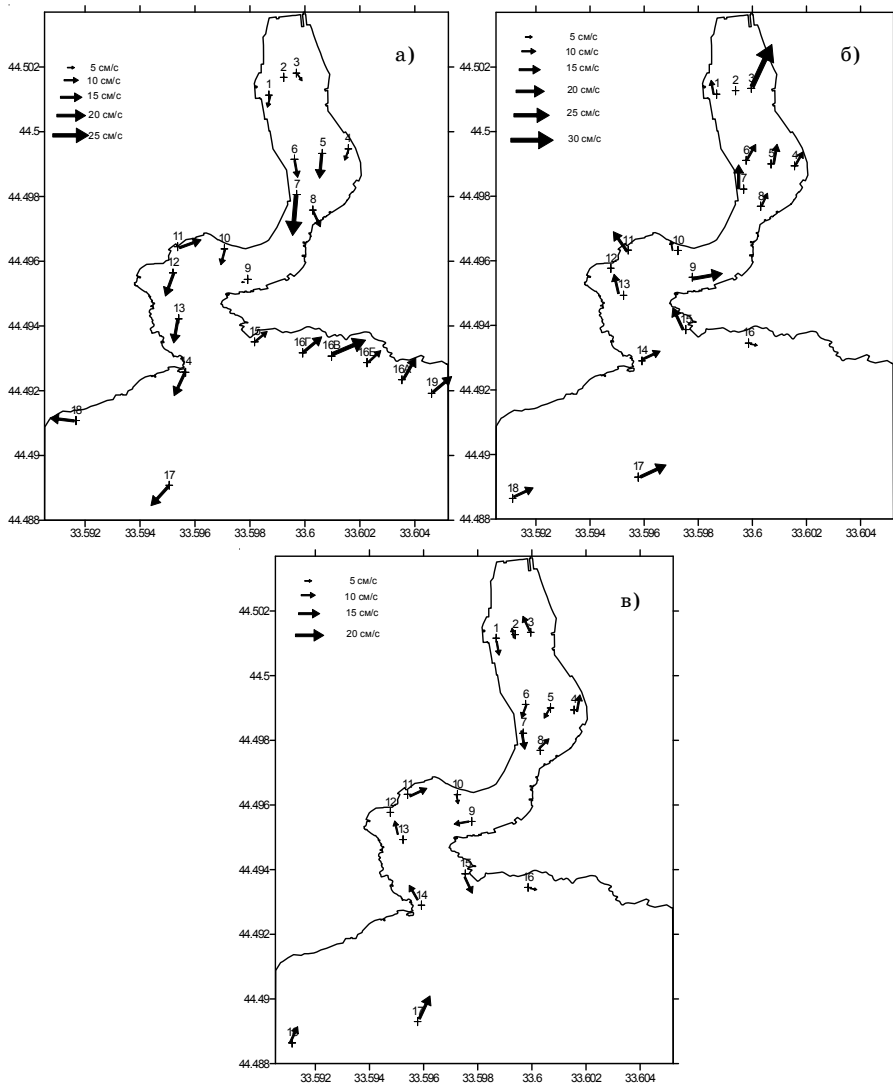


Рис. 1. Схема поверхностных течений в Балаклавской бухте по данным натуральных наблюдений: при ветрах северных (а), южных (б) румбов; в маловетренную и штилевую погоду (в)

Ниже приведено обобщение имеющихся к настоящему времени эмпирических данных о течениях 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 не устойчивыми 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 (рис. 1а, б).

Известны две попытки имитации трехмерной циркуляции в Балаклавской бухте [6; 7] на основе численного моделирования. В статье [6] представлен результат моделирования квазистационарной циркуляции, возбуждаемой из состояния покоя заданным юго-восточным ветром скоростью 1 м/с, который ввиду малости акватории бухты предполагался однородным над ее акваторией. В статье [7] аналогичная задача, но при помощи иного математического аппарата, решалась для трех основных направлений ветра скоростью 10-15 м/с: северного, северо-восточного и южного. То есть, эти численные эксперименты эмитируют типовые ситуации, представленные на рис. 1.

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 несколькими вихревыми образованиями различного знака, тогда как анализ эмпирических данных показал их отсутствие при ветрах северной и южной четверти (рис. 1а, б). Вместе с тем, в ходе съемок, включавших 10-20 определений течений в каждой экспедиции, вихревые структуры из-за недостаточ-

ной 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. 1в), фиксировавшаяся наблюдениями, характеризуется отсутствием струйных течений. Отмеченное выше дает основание утверждать, что для Балаклавской бухты типична вихревая структура поля течений.

Хорошее соответствие между результатами моделирования и схемами циркуляции вод, основанными на экспериментальных данных, наблюдается в мористой части бухты. Здесь преобладает антициклональная циркуляция вод. Данная особенность для Балаклавской бухты, а также для других бухт и заливов Крымского побережья, омываемого струями Основного черноморского течения, также обозначена в работах [3; 8]. Авторы цитируемых работ показали, что на поверхности моря в Феодосийском и Голубом заливах, в бухтах Судацкая, Ласпи, Балаклавская, а также в мористой части Большой Севастопольской бухты (Севастопольское взморье) доминируют антициклональные орографические вихревые образования. Механизм их формирования связан с взаимодействием струи 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 антициклональным квазистационарным вихревым образованием, параметры которого изменяются во времени в зависимости от ветровых условий. В кутовой части бухты преобладают циклонические вихревые структуры.

Модельными исследованиями [7] 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, зачастую противоположного знаку завихренности поля тече-

ний 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 [6]. При ветре 10-15 м/с она достигает ± 1 см/с [7].

Заключение. На основе анализа эмпирических данных и результатов численного моделирования выявлены следующие особенности системы течений 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, при северных и южных ветрах, на поверхности наблюдаются струйные течения соответственно южного и северного направления, которые интенсифицируются у западного и восточного берегов бухты.

На поверхности циркуляция вод в мористой части Балаклавской бухты представлена квазистационарным антициклональным вихревым образованием, параметры которого изменяются в зависимости от ветровых условий. В кутовой части бухты превалирует циклоническая вихревая структура.

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.

Литература

1. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 725 с.
2. Richardson P. L., Mckeet K. Average seasonal variations of Atlantic Equatorial Currents. Historical ship data // J. Phys. Oceanogr. — 1984. — 14. — 117. — P. 1226L
3. 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.
4. Ациховская Ж. М., Субботин А. А. Динамика вод Балаклавской бухты и прилегающей акватории Черного моря // Экология моря. — 2000. — Вып. 50. — С. 5-8.
 5. 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.
 6. Кубряков А. И., Попов М. А. Моделирование циркуляции и распространения загрязняющей примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. — 2005. — № 3. — С. 49-61.
 7. Фомин В. В., Репетин Л. Н. Численное моделирование ветровых течений и распространения примеси в Балаклавской бухте // Морской гидрофизический журнал. — 2005. — № 4. — С. 43-58.
 8. 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.

Резюме

На основі аналізу емпіричних даних і результатів чисельного моделювання виявлені закономірності системи течій в 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 тривимірної локальної системи течій даної акваторії.

*В. И. Борулько, В. Н. Коморин,
А. С. Матыгин, Ю. И. Попов,
В. В. Украинский. С. П. Ковалишина*

СОСТОЯНИЕ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В ПЕРИОД 31 ЭКСПЕДИЦИОННОГО РЕЙСА НИС «ВЛАДИМИР ПАРШИН»

Керченский пролив является важнейшей транспортной артерией, которая соединяет речные порты Европейской части России, Азовского моря с Мировым океаном, а также богатейшим в данном регионе рыбопромысловым районом. Резкое увеличение количества проходящих каналом судов, необходимость поддержки навигационных глубин (дноуглубление и дампинг грунтов) мореходства, постоянный рост объемов перевалки насыпных и наливных грузов, а также функционирование крупных портовых комплексов обуславливают возрастающую антропогенную нагрузку на экосистему пролива, создают угрозу возникновения аварийных ситуаций.

Для прогнозирования состояния экосистемы в условиях антропогенного пресса, при изменениях климатических параметров атмосферы и морских вод необходимо иметь информацию о тенденциях этих изменений, получить оценки пространственно-временной структуры гидролого-гидрохимических полей и современного состояния экосистемы.

Уникальные данные, полученные в 31 экспедиционном рейсе НИС «Владимир Паршин» в Керченском проливе (КП), предоставляют определенную возможность дать развернутую характеристику основных гидрологических, гидрохимических и биологических параметров вод пролива.

Цель статьи/работы — показать климатические изменения гидрометеорологических параметров исследуемого региона, оценить их влияние на изменения экосистемы, а также показать современное состояние экосистемы спустя два года после аварии судов в КП.

Последние десятилетия XX века прошли на фоне глобального потепления климата, которое проявилось в изменениях структуры крупномасштабной атмосферной циркуляции [1]. Для рассматриваемого региона климатические изменения состояния поля атмосферного давления выразились в изменении соотношения зонального и меридионального переноса. Интенсивность преобладающей над регионом восточной составляющей уменьшилась в 2 раза, с дру-

гой стороны, интенсификация северного переноса сочетается с усилением западного (рис. 1) [2].

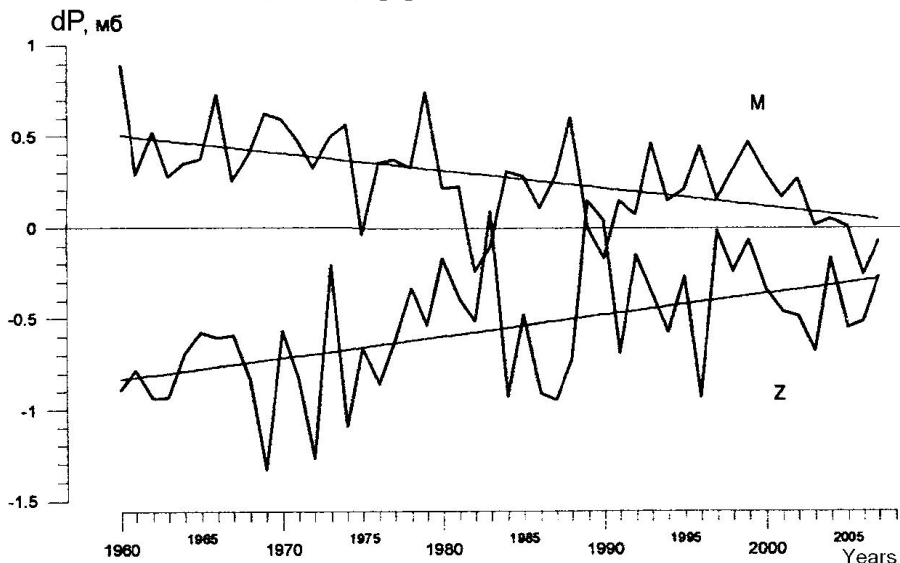


Рис. 1 Межгодовые изменения показателей атмосферного переноса над КП: -Z — восточный перенос, +Z — западный, -M — северный, +M — южный

С середины 70-х годов прошлого века также началось определенное снижение ветровой активности на северном побережье Крымского полуострова. При анализе временных рядов среднегодовой скорости ветра получены значимые отрицательные коэффициенты линейных трендов: $-0,06 \dots 0,08$ м/с/10 лет (а среднемесячные для июля-сентября и декабря: от $-0,11$ до $-0,20$ м/с/10 лет) [3]. Многолетний ход изменений модуля скорости ветра на побережье Азовского моря приведен на рис. 2.

По данным ГМС Керчь средняя скорость ветра за два последних десятилетия по сравнению с 1980-1991 гг. снизилась с 5,5 до 4,6 м/с, т. е. на 16,5 %. На рис. 3 приведены графики, описывающие внутригодовые изменения скорости ветра для двух периодов времени: 1960-1991 и 1992-2007 гг. для ГМС Керчь [2].

Гидрофизическая характеристика морских вод Керченского пролива

Для физико-географических условий акватории КП ветровая деятельность является определяющей для формирования структу-

ры поля течений. Небольшое преобладание восточной составляющей в атмосферном переносе, которая вызывает азовские течения в КП, и уменьшение ее интенсивности в климатическом масштабе времени, способствуют ослаблению общего переноса вод в проливе. С другой стороны, некоторое увеличение северной составляющей переноса, рис. 1, ведет к ослаблению черноморских течений. При ветрах северных румбов в КП формируется азовский тип течений. Согласно данным [3], преобладающий перенос вод в проливе, с учетом смешанных потоков отмечается из Азовского моря в 54 % случаев, ранее (1962-1980 гг.) повторяемость его была существенно выше — 62 %, При ветрах южной четверти в КП формируется черноморский тип течений, который наблюдается в 46 % (в 1962-1980 гг. — 38 %) случаев.

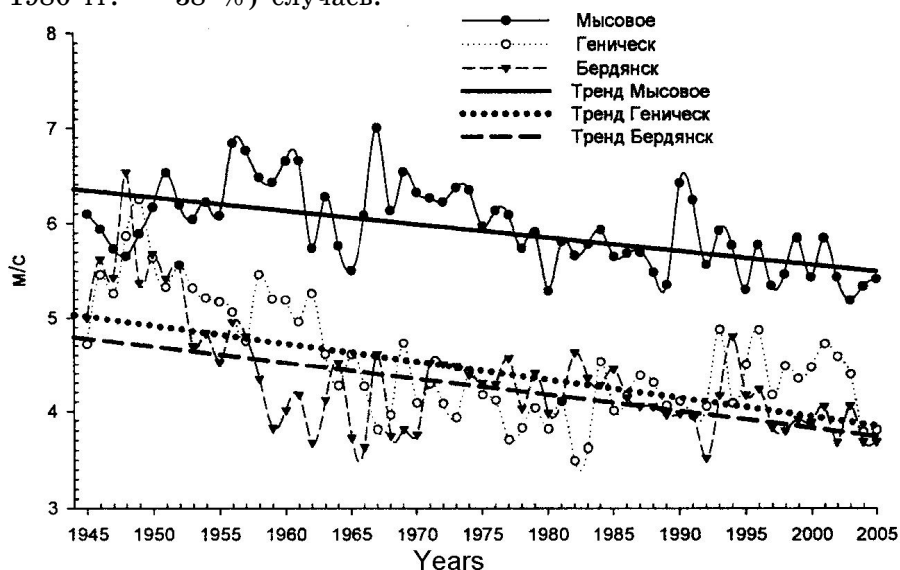


Рис. 2 Многолетний ход модуля скорости ветра на побережье Азовского моря [3]

Географическое положение станций, выполненных в Керченском проливе в 31-м экспедиционном рейсе НИС «Владимир Паршин» в период 7-9 декабря 2009 г., представлено на рис. 4.

На океанографических станциях осуществлялось измерение трех компонент скорости течений с помощью акустического измерителя ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), измерения вертикально профиля температуры и солености проводились с помощью комп-

лекса SBE (Sea-Bird's 911 plus CTD). В период проведения работ наблюдались ветры северо-восточных румбов: 6 декабря — ветер северный 10 м/с; 7 и 8 декабря — северо-восточный 12 м/с; 9 декабря — восточный 15 м/с.

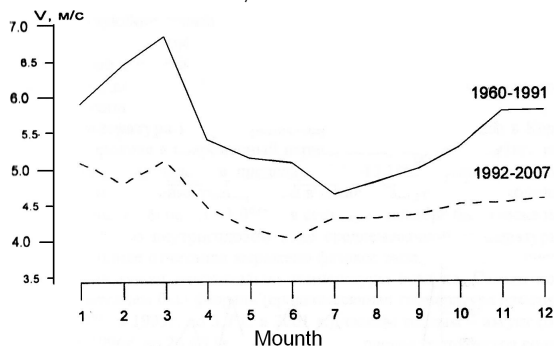


Рис. 3. Внутригодовой ход среднемесячной скорости ветра по данным ГМС Керчь

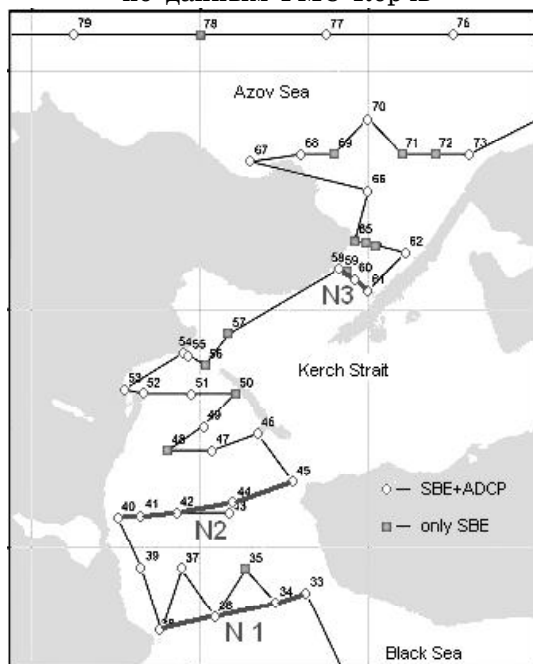


Рис. 4. Схема расположения океанографических станций и положение разрезов (№ 1-3) в Керченском проливе (07-09.12.09 г.)

Пространственно-временная структура течений Керченского пролива

Пространственное распределение течений по данным ADCP приведены на рис. 5. для глубин 3, 5, 7 и 9 м. В устье, в районе мыса Опасный (разрез № 3) течение направлено из Азовского моря, значение скорости до глубины 3 м составляла 15-20 см/с. В Павловской устье (на траверзе о. Коса Тузла) течение также направлено из Азовского моря на юг со скоростями 30-40 см/с. К югу от о. Коса Тузла наблюдается поверхностный поток трансформированных черноморских вод западного направления со скоростями 2-7 см/с.

Относительно слабый северный поток черноморских вод внедряется через центральные и восточные области в южную часть Керченского пролива и совместно с потоком азовских вод создает там крупномасштабную (в рамках пролива) зону циклонической завихренности. Продвижения черноморских вод в северную часть пролива и Азовское море ни на одной из станций не обнаружено. Небольшая северная составляющая потока в слое 0-3 м на станции № 61 разреза № 3 имеет ветровую природу. По мере продвижения вод от входа в пролив со стороны Азовского моря до северной устье наблюдается постепенное увеличение скорости азовского течения (от 10 до 40 см/с). При больших временах действия и большой силе таких ветров северная устье КП не успевает пропустить объемы азовских вод, поэтому в этом районе развивается противотечение: в данном случае при восточных румбах — у западного берега пролива (рис. 8).

На рис. 6-8 приведены вертикальные профили скоростей течений на указанных квазиширотных разрезах в проливе. Приповерхностная толща вод (0-4 м) находится в слое ветрового трения. Здесь течения имеют существенную западную составляющую, что обусловлено ветрами восточных румбов. На горизонте 5 м и ниже поток азовского течения приобретает ориентацию, согласованную с береговой линией и донной топографией, и простирается до дна. На разрезе №1 поток прижат к берегу, его ширина не превышает 2-3 миль (рис. 6). Более широкий поток азовских вод уже присутствует на широте разреза № 2 (рис. 7).

Проведены расчеты меридиональных переносов вод через разрезы №№ 1, 2 и 3. В каждом случае они выполнялись для всего профиля пролива с учетом уменьшения глубин в прибрежных районах и при экстраполяции в эти области скоростей течений соседних станций.

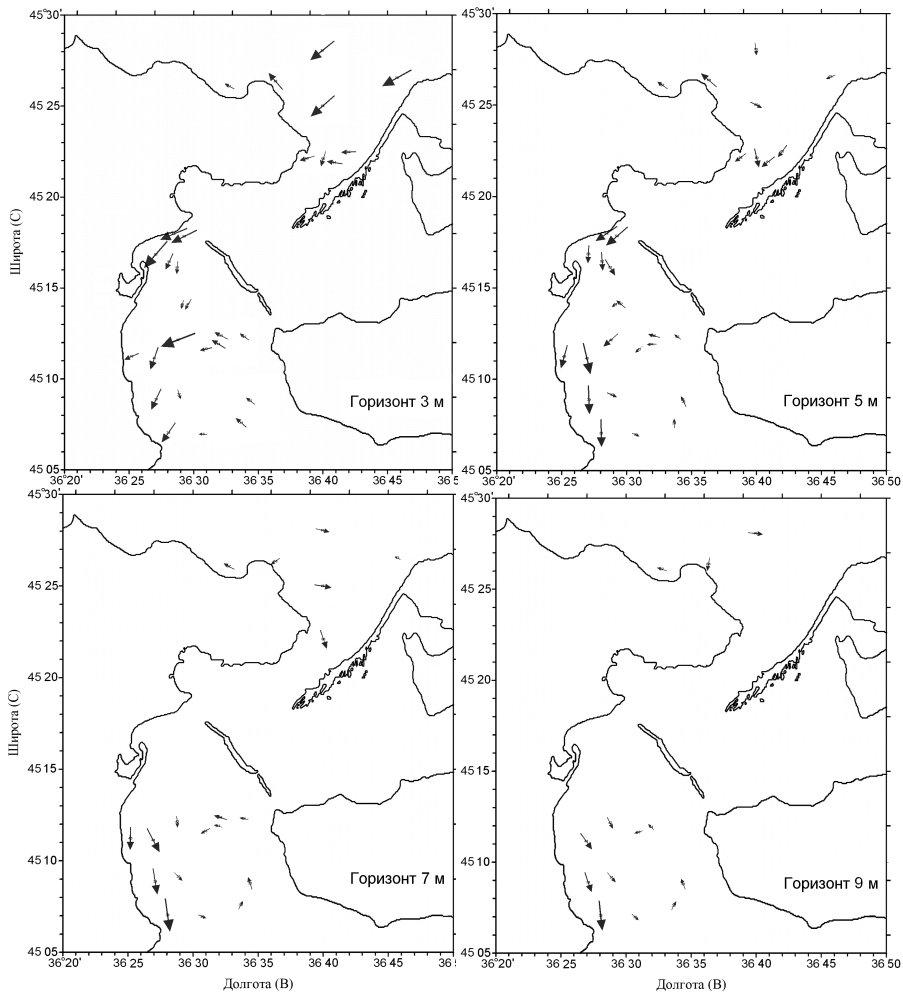


Рис. 5. Пространственное распределение векторов течений на различных горизонтах в Керченском проливе (горизонты указаны на рисунках)

Суммарный средний расход вод через южную границу пролива (разрез № 1) составил $11340 \text{ м}^3/\text{с}$, в том числе северный перенос — $7920 \text{ м}^3/\text{с}$, южный — $19260 \text{ м}^3/\text{с}$.

Следует отметить, что определенную часть расхода потоков южных направлений составляют воды черноморского происхождения

ния. Некоторое их количество смешивается с азовскими водами в зоне фронта (рис. 9). Другая часть рециркулирует в системе циклонической завихренности южной половины. Средний интегральный расход вод через среднюю часть южной половины пролива (разрез № 2) имеет значение $11205 \text{ м}^3/\text{с}$, в том числе северный перенос — $4230 \text{ м}^3/\text{с}$, южный — $15435 \text{ м}^3/\text{с}$. Уменьшение расходов объясняется расположением разреза в северной части циклонического образования.

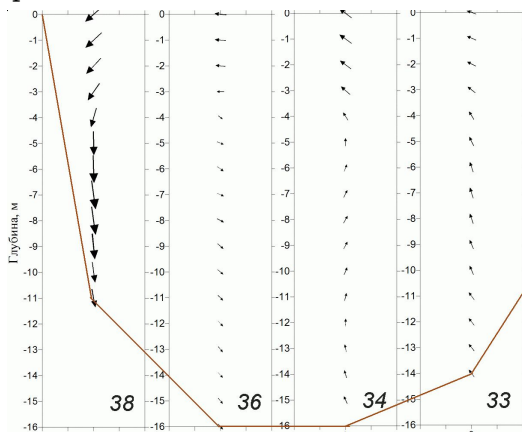


Рис. 6. Схема распределения векторов течений на станциях разреза № 1 (южная граница Керченского пролива, $\sim 45^{\circ}07'$ с.ш.)

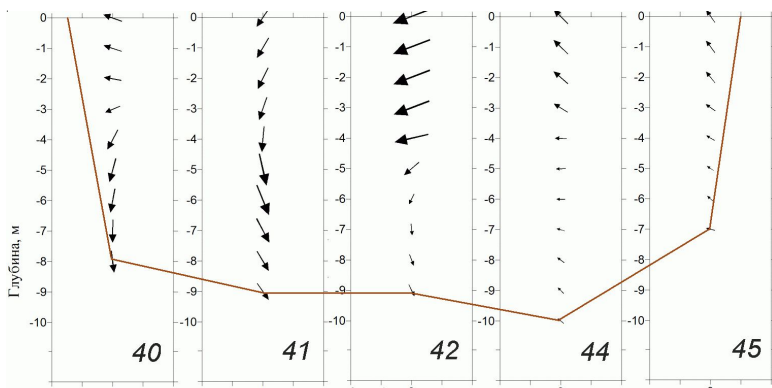


Рис. 7. Схема распределения векторов течений на станциях разреза № 2 (срединная часть южной половины Керченского пролива, $\sim 45^{\circ}12'$ с.ш.)

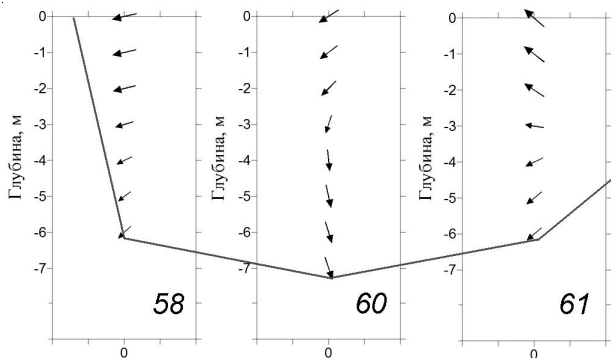


Рис. 8. Схема распределения векторов течений на станциях разреза № 3 (срединная часть северной узости Керченского пролива, $\sim 45^{\circ}22'$ с.ш.)

Проведены расчеты меридиональных переносов вод через разрезы №№ 1, 2 и 3 (рис. 4, 6-8). В каждом случае расчеты выполнялись для всего профиля пролива с учетом уменьшения глубин в прибрежных районах и при экстраполяции в эти области скоростей течений соседних станций.

Средний интегральный расход вод через северную часть Керченского пролива (разрез № 3) имеет значение $2360 \text{ м}^3/\text{с}$, в том числе: азовских вод на север — $1280 \text{ м}^3/\text{с}$, азовских вод на юг — $3640 \text{ м}^3/\text{с}$. Таким образом, расходы течений северного и южного направлений в северной акватории КП по сравнению с расходами срединной и, тем более, южной части южной акватории КП меньше в 3-4 раза. Если предполагать стационарность и однородность ветровых условий в целом над проливом, то можно сделать заключение, что в объемах разнонаправленных переносов вод южной половины пролива существенную роль играют локальные, свойственные только этой зоне гидродинамические условия (в данном случае циклоническая система циркуляции). Северные и южные переносы вод в этой области не являются оценками собственно черноморского и азовского течений.

Температура

Биопродуктивность морских вод в значительной степени зависит от термохалинной структуры вод. В свою очередь, длиннопериодная изменчивость значений температуры вод Азовского и Черного морей, формируются многолетними колебаниями характера

атмосферной циркуляции. Если для большинства районов Мирового океана существует тенденция потепления верхнего слоя вод за последние 50 лет, то для СЗЧМ эта тенденция не обнаруживается. Однако, при рассмотрении термохалинной изменчивости морских вод северо-западной части Черного моря в период 1990-2010 гг. необходимо отметить резкое увеличение их средних зимних температур (рис. 10).

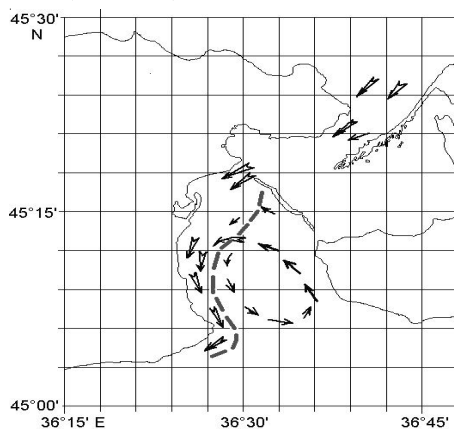


Рис. 9. Обобщенная схема переносов вод и положения гидрологического фронта (прерывистая линия) в первой декаде декабря 2009 года

Термохалинная структура

Биопродуктивность морских вод в значительной степени зависит от термохалинной структуры вод. В свою очередь, длиннопериодная изменчивость значений температуры вод Азовского и Черного морей, формируются многолетними колебаниями характера атмосферной циркуляции. Если для большинства районов Мирового океана существует тенденция потепления верхнего слоя вод за последние 50 лет, то для всего Черного моря и для северо-западной части его эта тенденция не обнаруживается. Однако, при рассмотрении термохалинной изменчивости морских вод северо-западной части Черного моря в период 1990-2010 гг. необходимо отметить резкое увеличение их средних зимних температур (рис. 10) [4; 5].

Аналогичные процессы происходят и в регионе КП. Положительные значения угловых коэффициентов линейных трендов среднегодовых значений температуры воды выявлены за 1945-2007 гг.

на всех береговых пунктах Азовского моря. Непосредственно для КП (ГМС Опасное): 1949-2007 гг. — 0,014, а для 1977-2007 гг. — 0,043 (°C/10 лет) [3]. Интенсивное потепление воды и воздуха около 2 °C в г. Керчи также наблюдались в течение последних десятилетий.

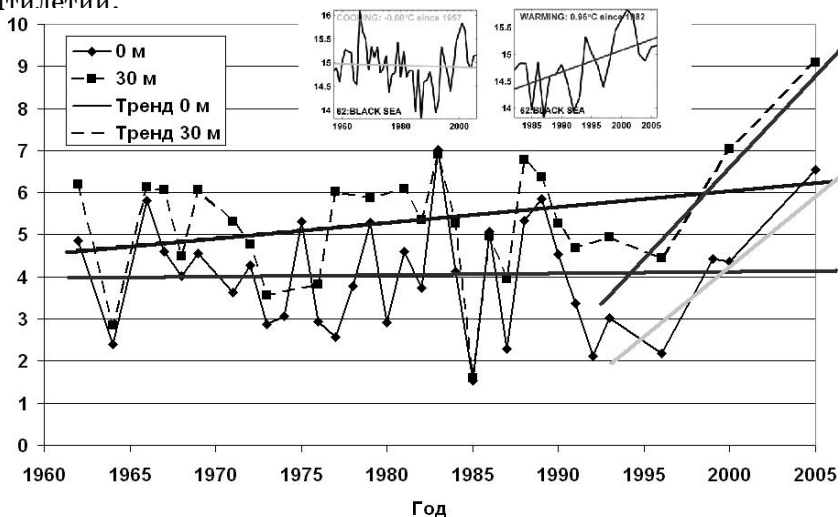


Рис. 10. Тренды средней зимней температуры за 50 и за последние 20 лет для северо-западной части Черного моря. Врезка вверху — аналогичная информация для всего Черного моря [4; 5]

Современная пространственная структура распространения по акватории КП и постоянное присутствие в придонном слое и в углублении русел каналов соленых вод Черного моря может быть следствием влияния природных факторов: изменений в системе атмосферной циркуляции над проливом. Эти процессы в последние десятилетия обуславливают преобладающее влияние в КП генерального переноса из Азовского моря и, соответственно, компенсационного течения в придонном слое из Черного моря [2].

На всех пунктах побережья Азовского моря получены значимые отрицательные линейные тренды в среднегодовых значениях солености за современный период (1977-2007 гг.) (%/10 лет) 1956-2007 гг. — -0,0304; 1977-2007 гг. — -0,076; для южного побережья моря уменьшение солености составило 2,28 ‰ (МГС Опасное) [3].

Водная масса Азовского моря в период проведения экспедиции представляла собой практически однородную по вертикали термоха-

линную структуру с незначительным повышением температуры (на 0,25 °С) и солёности (-0,15 ‰) в придонном слое. Данные, полученные в настоящем рейсе, указывает на значительное (почти 3 °С) общее потепление вод моря, произошедшее за последние 5 лет.

В работе [2] отмечено, что статистический анализ временного хода солёности в КП позволил выявить особый характер природных сезонных вариаций этого параметра, которое не типично для смежных акваторий Чёрного и Азовского морей. В сезонном ходе солёность в придонном слое КП отсутствует летний максимум. Тогда как на прилегающих акваториях обоих морей и в верхнем слое пролива этот экстремум отчетливо выражен и статистически обеспечен. Это обусловлено прибрежным черноморским апвеллингом, который в летние месяцы обеспечивает поступление подповерхностных солёных вод Чёрного моря в придонный слой пролива.

Это свидетельствует о том, что экосистема КП (особенно касается южной части пролива) по такому важному компоненту как солёность качественно отличается от экосистемы Азовского моря.

На рис. 11 приведены средние многолетние значения температуры, солёности и условной плотности морских вод в акватории КП.

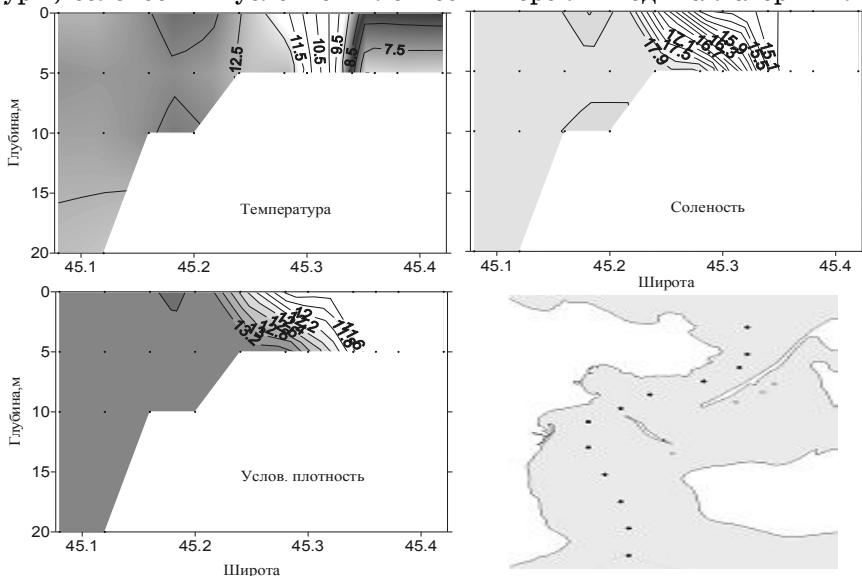


Рис. 11. Среднемноголетнее распределение температуры, солёности и условной плотности на разрезе вдоль Керченского пролива (положение узлов разреза показано на врезке)

Распределение температуры, солености и плотности, полученное в настоящем рейсе (рис. 12), показывает, что ориентация фронта характеризуется его направленностью ССВ-ЮЮЗ (т.е. под острым углом к меридиану) (рис. 9). В западной части Керченского пролива он начинается от мыса Такиль, простирается до о. Тузла, и в существенно ослабленном виде — до косы Чушка (рис. 12). Такая ориентация гидрологического фронта говорит о том, что в исследуемый период времени термохалинная структура вод Керченского пролива обусловлена генеральным переносом вод из Азовского моря в Черное.

Судя по значениям поверхностной и придонной температуры, солености и условной плотности (рис. 13), термохалинная структура вод Керченского пролива однородна по вертикали. Большая часть акватории Керченского пролива занята однородной по вертикали водной массой Азовского моря, значения температуры, солености и условной плотности которой составляют 8,6-8,8 °С; 11,6-11,8 ‰; 8,8-9,0 ед. усл. пл., соответственно.

Юго-восточная часть Керченского пролива занята однородной по вертикали черноморской водой. Численные значения температуры и солености которой составляют, соответственно 13,2 °С и 17,5 ‰.

Выводы

1. В период проведения работ наблюдались ветры северо-восточных направлений со скоростями 10-15 м/с. Такие ветры вызывают сильный нагон и поднятие уровня на юге Азовского моря и обуславливают перенос вод в КП азовского типа.
2. Вся толща вод западной части Керченского пролива и судоходный ход в период наблюдений находились под воздействием азовского течения.
3. Верхняя толща вод (до 5 метров) была подвержена сильному ветровому дрейфу с западной составляющей, искажающему направление баротропного потока. На горизонте 5 м и ниже поток азовского течения приобретал ориентацию, согласованную с береговой линией и донной орографией.
4. Скорости азовского течения на глубине 5 метров изменялись от 10-18 см/с на северной границе пролива до 26 см/с — в северной узости и 44 см/с — в Павловской узости. На всем протяжении южной половины пролива скорости в струе течения составляли 42-50 см/с.

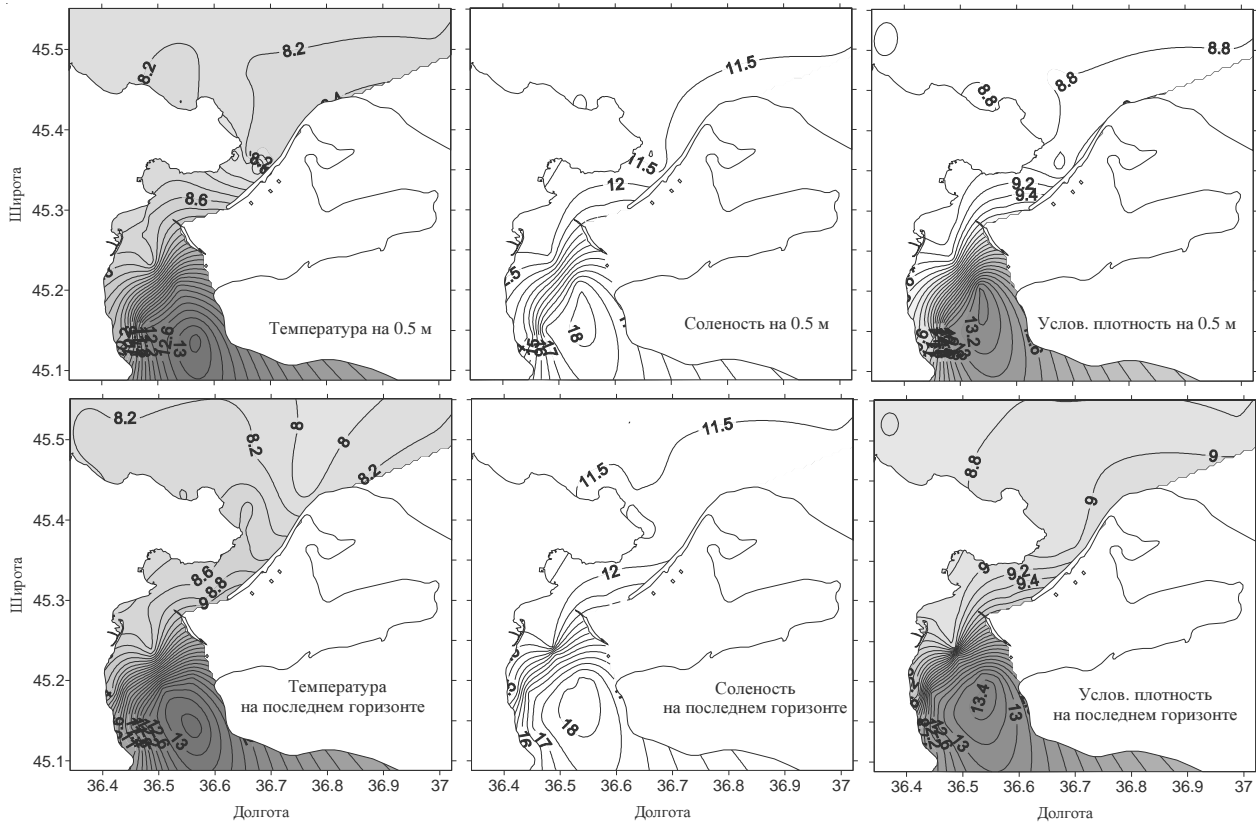


Рис. 12. Распределение температуры (а), солёности (б) и условной плотности (в) в Керченском проливе 7-9 декабря 2009 г.

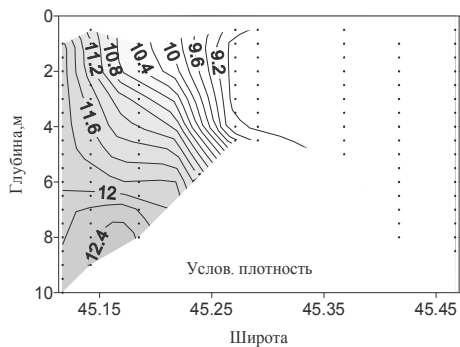
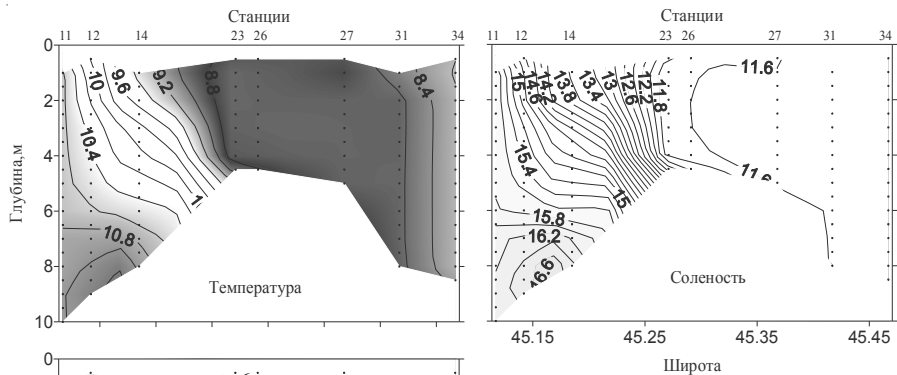


Рис. 13. Вертикальное распределение температуры, солености и условной плотности, наблюдаемое 7-9 декабря 2009 г. вдоль западного побережья Керченского пролива

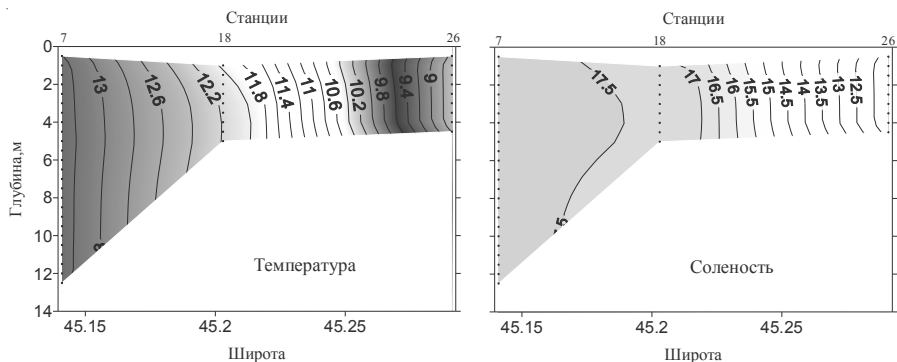


Рис. 14. Вертикальное распределение температуры и солености, наблюдаемое 7-9 декабря 2009 г. вдоль восточного побережья южной части Керченского пролива

5. Данные, полученные в 31 рейсе НИС «Владимир Паршин», указывают на значительное (почти 3 °С) потепление вод Азовского моря, произошедшее за последние 5 лет.

Литература

1. Полонский А. Б. Роль океана в изменениях климата. — К.: Наукова думка, 2008. — 184 с.
2. Ломакин П. Д., Спиридонова Е. О. Природные и антропогенные изменения в полях важнейших абиотических элементов экологического комплекса Керченского пролива в течение двух последних десятилетий. — Севастополь, 2010. — 120 с.
3. Ильин Ю. И., Фомин В. В., Дьяков Н. Н., Горбач С. Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. — Т. 1 (Азовское море). — 402 с.
4. Belkin I. SST TRENDS in LARGE MARINE ECOSYSTEMS // IBELKIN@GSO.URI.EDU Data: Hadley Centre, UK. — 31 p.
5. Matygin A. S., Popov U. I., Ukrainskiy V. V. Changes of thermalinity characteristics in the North-West Black Sea shelf during the last 50 years // In P. Y. Groisman and S. V. Ivanov (eds.), Regional aspects of Climate-Terrestrial-Hydrologic Interactions in Non-boreal Eastern Europe, Springer. — 2009. — P. 255-261.

***В. Н. Коморин, В. И. Борулько,
И. Г. Орлова, С. П. Ковалишина,
А. С. Матыгин, В. В. Украинский,
Ю. И. Попов, Н. С. Калошина***

СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2009 ГОДА

Керченский пролив — основной транспортный коридор, соединяющий речные порты в Азовском море с Мировым Океаном. Количество судов проходящих проливом увеличилось в течение последних лет, что привело к увеличению антропогенной нагрузки на морские экосистемы и увеличило экологические риски.

Государственный комплексный экологический мониторинг и оценка загрязнения Керченского пролива, Черного и Азовского морей были выполнены Украинским научным центром экологии моря в течение 2008 и 2009 годов. Эти специальные наблюдения были выполнены с целью оценки последствий аварии 11 ноября 2007 г., случившейся в результате очень сильного шторма, когда 4 судна затонули, 6 сели на мели, а 2 танкера были повреждены. В течение шторма нефтяной танкер под российским флагом, Волганефть-139, был разломан пополам, разлив в воду около 1500 тонн мазута.

Предполагается, что последствия разлива будут чувствоваться в течение еще многих лет. Три других теплохода, затонувших в результате шторма, имели на борту груз серы.

Целью работы является оценка современного состояния морской экосистемы спустя два года после аварии судов. Материалом для сообщения являются данные по гидрологии, гидрохимии, гидробиологии, полученные в 31 рейсе «Владимир Паршин» с 45 станций в декабре 2009 г. (рис. 1).

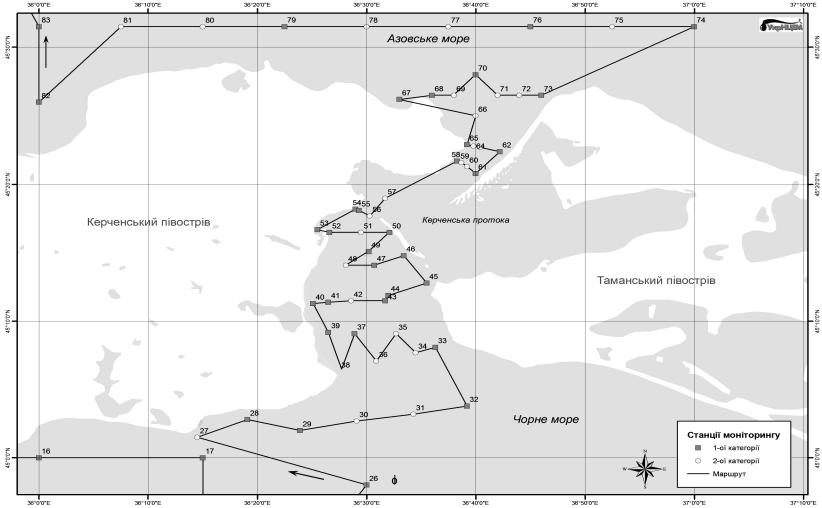


Рис. 1. Схема станцій в Керченському проливі

Гидрологические и гидрохимические пробы отбирались по стандартным методикам, пробы зообентоса отбирались дночерпателем Петерсена (0,25 м²) на глубине от 6 до 16 м. Из поднятого на судно грунта с помощью стандартного почвенного стаканчика (с площадью входного отверстия 12,5 см²) отбирались пробы мейобентоса, промывались через сита с диаметром 1 мм и 110 мкм, фиксировались 4 % формалином и окрашивались красителем «Бенгальский розовый». Для каждой группы определяли плотность поселений на каждой из станций, средние показатели численности и биомассы так же тип субстрата, встречаемость, %, доминирование.

Биопродуктивность морских вод в значительной степени зависит от термохалинной структуры вод. В свою очередь, многолетние колебания в характере атмосферной циркуляции формируют длиннопериодную изменчивость температуры воды Азовского и Чер-

ного морей. Небольшое преобладание восточной составляющей в атмосферном переносе и уменьшение ее интенсивности в климатическом масштабе времени определяет ослабление общего переноса вод в проливе. В декабре 2009 г. продвижения черноморских вод в северную часть пролива и Азовское море ни на одной из станций не обнаружено. Относительно слабый северный поток черноморских вод внедрялся в южную часть Керченского пролива, в которой он, совместно с потоком азовских вод, создавал зону циклонической завихренности. Расположение и ориентация гидрологического фронта говорит о том, что в исследуемый период времени термохалинная структура вод Керченского пролива обусловлена генеральным переносом вод из Азовского моря в Черное, западная часть гидрологического фронта резко смещена к югу относительно среднесуточного положения. Большая часть акватории Керченского пролива занята однородной по вертикали водной массой Азовского моря, значения температуры и солености которой составляют 8,6-8,8 °С, 11,6-11,8 ‰. Полученные в рейсе данные указывают на значительное (почти 3 °С) потепление вод Азовского моря и некоторое уменьшение средней солености вод пролива (около 2 ‰) за последние 15 лет в зимний период.

Содержание кислорода в поверхностном слое вод Керченского пролива изменялось в пределах 8,82-11,01 мг/л. Среднее значение концентрации кислорода составило 10 мг/л. Относительное насыщение вод кислородом изменялось в пределах 95,7-101,4 %, при среднем значении 97,7 %. Наиболее высокое содержание кислорода наблюдалось в северной части пролива, в области холодных Азовских вод. В придонном горизонте насыщение вод кислородом не превышало 100 % и изменялось в пределах 95,5-99,0 %, при абсолютных концентрациях 9,1-10,6 мг/л.

Биохимическое потребление кислорода БПК₅ находилось на уровне 0,4-2,8 мг O₂/л и не превышало предельно допустимой нормы потребления 3 мг O₂/л. Максимальный уровень БПК₅ 2,8 мг O₂/л наблюдался в придонном слое юго-западной косы Тузла.

Водородный показатель рН поверхностных вод Керченского пролива изменялся в пределах 8,13-8,50 ед. рН. Соответственно, воды придонного слоя (черноморские воды) характеризовались более низкими значениями, и концентрации рН здесь не превышали 8,43 ед.

Содержание питательных биогенных веществ (фосфор, азот) характеризовалось значительным преобладанием их органических

форм. Концентрации фосфатов в поверхностном слое изменялись в пределах 3,9-31,0 мкг/л, а в придонном слое повышались до 36 мкг/л. Повышенные значения фосфатов в поверхностном слое отмечались в южном потоке вод Азовского моря. Отношение органической формы фосфора к минеральной в поверхностном и придонном слое вод соответственно было на уровне 1,7 и 2,0. Концентрация общего фосфора в поверхностном слое изменялась в пределах 14-56 мкг/л, при среднем значении 39,5 мкг/л. В придонном слое концентрация общего фосфора увеличивалась в среднем до 47,2 мкг/л, а диапазон изменений составлял 21-108 мкг/л.

Отношение органической формы азота к минеральной в водах Керченского пролива в поверхностном и придонном слоях составляло соответственно 34,5 и 36,0, что указывает на повышенный уровень эвтрофикации этих вод.

Концентрации нитритного азота, в результате неустойчивости этих соединений были незначительными. Средние концентрации нитритного азота в поверхностном и придонном слое находились на уровне 2,0 мкг/л. Максимальное содержание нитритов 6,9 мкг/л наблюдалось в северной части пролива в придонных водах Азовского моря.

Содержание нитратного азота в поверхностном слое вод было на уровне 1,0-14,1 мкг/л и в среднем составляло 5,3 мкг/л. Максимальные концентрации нитратного азота 35,2 мкг/л, также регистрировались в придонном слое в северной части пролива.

Средние концентрации аммонийного азота изменялись в пределах 6,8-7,0 мкг/л. Максимальные концентрации (23,3-24,3 мкг/л) наблюдались в прибрежной и центральной части пролива в районе мыса Камыш-Бурун.

Содержание общего азота колебалось в пределах 70-1070 мкг/л, при среднем значении 550 мкг/л. Максимальные концентрации общего азота в поверхностном и придонном слоях более 900 мкг/л наблюдались в районе бухты Камыш-Бурун и в северной части пролива. Большое количество азота в Керченском проливе (преимущественно органической формы) связано с потоком Азовских вод. Максимальные концентрации общего азота в водах Азовского моря на поверхности достигали 1260 мкг/л.

В зимний период 2009 г. в Керченском проливе в поверхностном слое и в придонных водах содержание нефтяных углеводородов в большинстве случаев превышало ПДК.

Картина пространственного распределения нефтяного загрязнения по данным ИК-метода позволяет выявить зоны максимального загрязнения вод Керченского пролива зимой 2009 года (рис. 2).

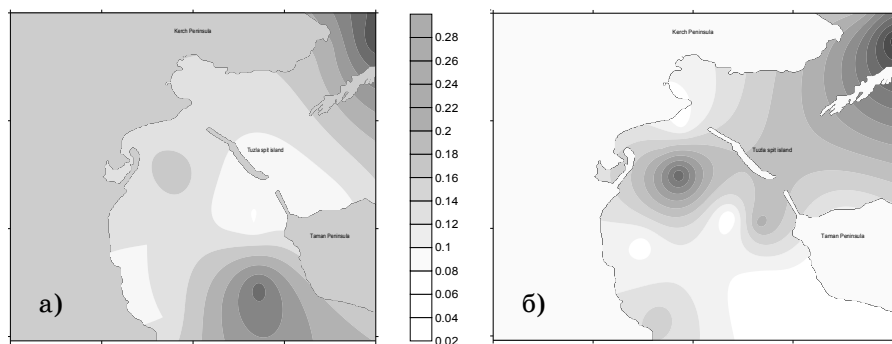


Рис. 2. Пространственное распределение нефтяных углеводородов в поверхностных (а) и придонных (б) водах Керченского пролива, мг/л (31 рейс НИС «Владимир Паршин», декабрь 2009 г.)

К тому же, присутствие ароматических нефтяных углеводородов (по данным спектрофлуориметрического метода), содержание которых было достаточно высоким (до 7 мкг/л) позволяет констатировать хронический характер загрязнения вод этого района нефтепродуктами.

Анализ представленных карт распределения нефтяных углеводородов показал, что основное загрязнение связано с выносом поверхностных загрязненных вод с прилегающей акватории Азовского моря и источниками загрязнения в районе интенсивного судоходства. Картина распределения нефтяных углеводородов в придонных водах пролива подтверждает хронический характер загрязнения вблизи затонувших судов и вынос глубинных загрязненных вод с передпроливных зон Черного моря.

Зообентос развит слабо, зарегистрировано 24 вида, преимущественно представлен червями, моллюсками и ракообразными. Численность макрозообентоса в акватории пролива изменялась в пределах от 300 до 60000 экз./м². Сектор пролива, прилегающей к Черному морю характеризуется низкими значениями численности и биомассы макрозообентоса. В центральной части пролива рост биомассы до 100 г/м² отмечено, в основном, за счет *Chamelea gallina* и *Anadara inequivalvis*, а также молодых *Rapana venosa*. Поскольку вид *Ch. gallina* чувствителен к нефтяному загрязнению, высокие

значения биомассы этого моллюска на этом участке акватории могут указывать на низкий уровень загрязнения донных отложений. Максимальные значения биомассы макрозообентоса отмечены в районе выхода в Азовское море — до 1000 г/м^2 и более. Основной вклад в общую биомассу здесь вносят *Rapana venosa*, *Cerastoderma glaucum*, *Mytilaster lineatus*. В районе выхода из пролива в Азовского море наблюдалась высокая плотность (до 30000 экз./м^2) мелкого брюхоногого моллюска *Hydrobia acuta* и молодых *Mytilaster lineatus* (до 40000 экз./м^2), что обусловило очень высокие значения численности бентоса в этих районах.

Общая численность мейобентоса находилась в пределах $25000-211300 \text{ экз./м}^2$, биомасса — $189-4348 \text{ мг/м}^2$. На часть евмейобентоса приходится 81 %. Больше видовое разнообразие отмечено в районе, находящемся южнее о. Тузла. В районе о. Тузла и на выходе в Азовское море весомая часть *Oligochaeta* в формировании численности мейобентоса, плотность поселения находилась в пределах от 2000 до 6000 экз./м^2 , что свидетельствует о значительных процессах редукции в бентали этих районов.

В Керченском проливе зарегистрировано 12 таксонов мейобентоса: *Foraminifera*, *Nematoda*, *Harpacticoidea*, *Ostracoda*, *Kinorhyncha*, *Nemertini*, *Polychaeta*, *Oligochaeta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Cumacea*, *Amphipoda*. Частота встречаемости таксонов мейобентоса распределилась в диапазоне от 5 до 100 %: многощетинковые черви (100 %), нематоды и форамениферы (96 %), моллюски (27 %), олигохеты (23 %), гарпактикоиды, остракоды, немертины (18 %), *Cumacea* и *Bivalvia* (9 %), *Kinorhyncha* и *Amphipoda* (5 %). По плотности поселения ведущим выявлено евмейобентос, который образовывал по станциям до 82 % общего количества организмов, большую часть которых представляли форамениферы и нематоды. Количество таксонов на станциях колебалось в пределах от 3 до 9. Средние значения численности в процентах для района исследования представлены на рис. 3.

Наибольший вклад в численность вносят представители евмейобентоса: *Foraminifera* (32 %), *Nematoda* (33 %), но довольно весомый вклад отмечен у представителей псевдомейобентоса — полихет (11 %). Форамениферы и нематоды по частоте встречаемости обнаружены на 96 % обследованных станций, численность находилась в пределах от 2000 до 104000 экз./м^2 . Плотность поселения полихет от 4000 экз./м^2 (ст. 43) до 24000 экз./м^2 (ст. 58),

частота встречаемости 100 %, что свидетельствует о значительных процессах деструкции в бентали этого района. Значительное видовое разнообразие отмечено на станциях 45-52, которые находятся южнее о. Тузла.

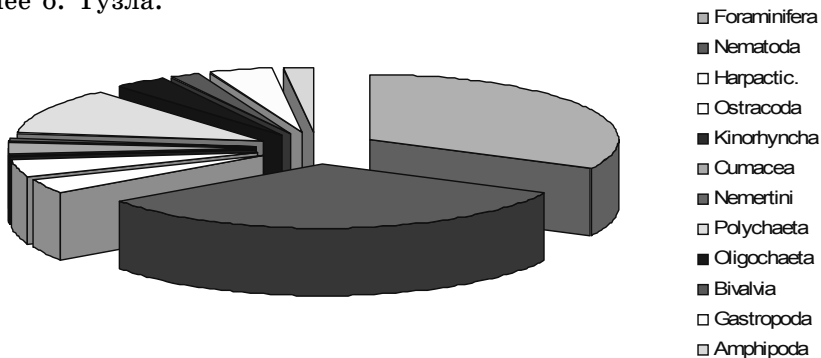


Рис. 3. Средняя численность (%) таксонов мейобентоса в Керченском проливе

Здесь отмечены заросли морских трав, что обуславливает развитие моллюсков и ракообразных. На этих станциях отмечено *Gastropoda*, вклад в численность от 4 % (ст. 47) до 28 % (ст. 46), плотность поселения от 2000 до 12000 экз./м². Вклад *Bivalvia* от 2 % (ст. 52) до 9 % (ст. 47), плотность поселения 2000 экз./м². Значительный вклад *Oligochaeta* в формировании численности мейобентоса в районе о. Тузла и на выходе в Азовское море, плотность поселения находилась в пределах от 2000 экз./м² (ст. 53) до 6000 экз./м² (ст. 62), что также свидетельствует о значительных процессах редукции в бентали этих районов. Вклад других групп в общую численность незначителен. Максимальный вклад в формировании биомассы отмечено у *Cumacea* 1320 мг/м² (43 %), 27 % *Gastropoda* (810 мг/м²). Полихеты составляют 24 % (720 мг/м²), гарпактикоиды 2 % (60 мг/м²). Вклад *Ostracoda*, *Foramenifera* и *Oligochaeta* составляет 1 %, другие группы — менее 1 %. Вклад в биомассу *Polychaeta* от 21 до 97 %. Средняя биомасса *Polychaeta* 720 мг/м², минимум 180 мг/м² (ст. 47), максимум 2520 мг/м² (ст. 41). *Gastropoda* отмечены на станциях 45-52, биомасса находилась в пределах от 180 мг/м² (ст. 52) до 2160 мг/м² (ст. 46). *Bivalvia* отмечены на 2 станциях 47 и 52, средняя биомасса

40 мг/м². Средняя биомасса *Foramenifera* составила 17,065 мг/м², минимум 2,08 мг/м² (ст. 58) максимум 58,24 мг/м² (ст. 39). Биомасса *Nematoda* от 0,38 до 19,76 мг/м², в среднем 6,5 мг/м².

В районе выхода Керченского пролива в Азовское море зарегистрировано 10 таксонов мейобентоса *Foraminifera*, *Nematoda*, *Harpacticoidea*, *Ostracoda*, *Nemertini*, *Polychaeta*, *Oligochaeta*, *Bivalvia*, *Gastropoda*, *Amphipoda*. Частота встречаемости групп распределились в диапазоне от 25 до 100 %. *Foraminifera*, *Nematoda*, *Polychaeta* встречались на всех обследованных станциях, частота встречаемости 75 % у *Bivalvia*, *Ostracoda*, 50 % *Harpacticoidea*, *Nemertini*, *Oligochaeta*, *Gastropoda*. Частота встречаемости *Amphipoda* 25 %. Количество таксонов на станциях от 5 до 8. Наибольший вклад в численность вносят представители евмейобентоса: *Nematoda* (31 %) и *Ostracoda* (15 %), *Foraminifera* (12 %), но довольно весомый вклад отмечен у представителей псевдомейобентоса — полихет (16 %), *Oligochaeta* (7 %). Максимальный вклад в численность отмечено у *Nematoda* (30-42 %), средняя плотность поселения 18500 экз./м², численность находилась в пределах от 30000 экз./м² (ст. 73) до 71000 экз./м² (ст. 68). Средняя плотность поселения *Ostracoda* 24667 экз./м², численность находилась в диапазоне от 14000 до 40000 экз./м². Численность *Polychaeta* от 10000 экз./м² (ст. 73) до 50000 экз./м² (ст. 67), плотность поселения 25500 экз./м².

Для оценки водной среды по показателям мейофауны был применен коэффициент отношения общей численности к общей биомассы *Нобщ\Вобщ*. Доказано, что реакция мейобентоса, как ответ на неблагоприятные условия окружающей среды, может выражаться в резком увеличении численности организмов мейобентоса с минимальными размерами тела и короткими циклами развития. При их массовом развитии и резком увеличении общей плотности поселений мейобентоса его общая биомасса снижается. Чем сложнее экологическая ситуация, тем должен быть выше показатель *Нобщ\Вобщ*, т. е. при стрессовых обстоятельствах на каждый миллиграмм общей биомассы приходится больше особей. Отношение *Нобщ\Вобщ* в проливе составляет 73,54, в районе выхода Керченского пролива в Азовское море 51,28.

На большинстве участков Керченского пролива количественные показатели зообентоса существенно не отличаются или превыша-

ют значения 2008 года. Существенное снижение численности и видового богатства наблюдается на участке, который прилегает к Черному морю. Изменения численности и биомассы зообентоса в Керченском проливе наблюдались и в конце XX века под влиянием заиления донных отложений (табл. 1) [1].

Анализ эдафической структуры зообентоса южной части Керченского пролива за период 2005-2009 гг. показал, что наиболее значимую роль в этот период играли псамофильные и пелофильные организмы (табл. 2).

Таблица 1.

Динамика численности и биомассы зообентоса Керченского пролива [1]

Год	Численность, экз./м ²	Биомасса, г/м ²
1986	940 ± 216	310 ± 43
1987	530 ± 170	201 ± 34
1988	202 ± 88	127 ± 38
1989	540 ± 200	285 ± 82
1990	216 ± 42	121 ± 26

Таблица 2.

Характеристики эдафической структуры зообентоса в южной части Керченского пролива на протяжении 2005-2009 гг.

Группы организмов	Численность, экз./м ²				Биомасса, г/м ²			
	2005	2007	2008	2009	2005	2007	2008	2009
Литофильные	6,8	6,9	15,6	35,4	5,9	2,9	59,9	3,9
Псаммофильные	20,2	5,1	16,4	4,3	61,6	57,3	35,8	69,0
Пелофильные	73,0	88,0	68,0	60,3	32,5	39,8	4,3	27,1

Пелофильные виды, представленные в большинстве червями, имели высокую численность, однако биомасса этих мелких животных была невысокой. С 2008 г. в донной группировке наблюдается рост роли литофильных организмов, основную массу которых составляют двустворчатые моллюски.

Анализ трофической структуры зообентоса показал, что в 2007 г. в донной группировке наибольшую роль играли животные по способу питания — детритофаги и хищники, которые составляли суммарно 85,7 % численности и 78,0 % биомассы суммарного зообентоса (табл. 3).

В последующие (2008 и 2009) годы роль этих групп животных снижалась, и хотя их численность оставалась высокой — 60 %

суммарной, биомасса сократилась до 4-23 %. Увеличение в донной группировке доли детритофагов и хищников косвенно указывает на гибель донных животных или свидетельствует о поступлении в придонные слои вод значительного количества органики. Аналогичная картина наблюдается при гибели донных животных, разрушении грунтов при донных тралениях, дампинге, а также при заморах через гипоксию. В результате гибели, прежде всего, прикрепленных животных, большинство которых сестонофаги, увеличивается количество животных, ползающих — червей, ракообразных и брюхоногих моллюсков, которые питаются трупами животных и органикой. При стабилизации среды донные группировки начинают восстанавливаться, растет видовое богатство, изменяется соотношение трофических группировок. В условиях отсутствия трансформации почв, донные группировки восстанавливаются до исходных параметров быстро, в течение 3-4 лет. Впоследствии все изменения, происходящие в нем, будут связаны с сезонной и межгодовой динамикой. Сестонофаги после их значительного сокращения в 2007 г. (в 2 раза по численности и в 4 раза по биомассе) в последующие годы практически достигли уровня 2005 г. став доминирующей группировкой.

Таблица 3.

Характеристики трофической структуры зообентоса в южной части Керченского пролива на протяжении 2005-2009 гг.

Группы организмов	Численность, экз./м ²				Биомасса, г/м ²			
	2005	2007	2008	2009	2005	2005	2008	2009
Сестонофаги	31,0	14,3	39,9	41,1	93,7	22,0	96,0	76,5
Детритофаги	62,3	82,3	59,1	57,2	2,2	7,0	2,6	15,5
Хищники	6,7	3,4	1,0	1,7	4,1	71,0	1,4	8,0

В районе Керченского пролива обнаружен достаточно высокий уровень биогенных веществ, преобладание органических форм биогенных веществ над минеральными, что указывает на негативные явления в этом районе, связанных с процессами эвтрофирования. При этом в исследуемый период концентрации биогенных элементов были значительно ниже ПДК. Численность и биомасса зообентоса варьируют в пределах нескольких порядков величин. В трофической структуре бентоса на участках, прилегающих к Черному и Азовскому морям, доминируют детритофаги, в центральной и северной частях пролива — моллюски фильтраторы. Учитывая резкое доминирование отдельных видов, относительно низкое видовое

разнообразии и невысокие количественные показатели группировок зообентоса в Керченском проливе, дальнейшее загрязнение донных отложений нефтепродуктами может очень негативно повлиять на состояние донной группировки, и соответственно, на способность к самоочищению морской среды.

Состояние экосистемы Керченского пролива и прилегающих акваторий характеризуется как район с хроническим загрязнением, находящийся под высоким отрицательным антропогенным воздействием, склонен к потенциальным природным и техногенным катастрофам.

Литература

1. Терентьев А. С. Динамика численности и биомассы зообентоса Керченского предпроливья Черного моря // <http://www.ecologylife.ru/ekologiya-chernogo-morya-2001/dinamika-chislennosti.htm>

*Г. В. Федорова,
С. І. Шепеліна,
Л. С. Кострицька*

ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ВМІСТУ БІОГЕННИХ РЕЧОВИН, КАРБОНАТ- І СУЛЬФАТ-ЙОНІВ ТА МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У ВОДАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

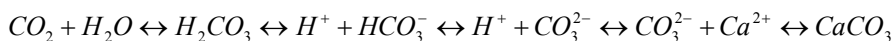
Зараз особлива роль води у житті людини і біосфери в цілому та необхідність своєчасної оцінки її якості є досить очевидними [1]. Для України питання забруднення вод через потужний техногенний вплив і знижену інтенсивність процесів самоочищення заслуговують першорядної уваги. Контроль забруднення природних вод у країні здійснюється на основі Державного стандарту 13. Навколишнє середовище. Захист довкілля та здоров'я людини. Безпека: 13.060. Якість води. 13.060.01. Якість води взагалі. 13.060.10 Вода природних джерел [2]. Щодо м. Одеси та її області, то проблема якісної питної води на цій території завжди була гострою, тому експериментальні дослідження, що пропонуються, є досить актуальними для нашого регіону.

Керуючись важливістю проблеми якості та охорони вод у світлі державної політики, нами було розпочато спробу оцінити якість вод території Одеської області, проби яких узяті в різних районах. Проби включали як наземні джерела — річкову воду Дністра, Дунаю та поверхневого ключа о-ва Китай (Кілійського району), підзем-

ну воду (колодязі с. Кислиці Кілійського району та с. Кубей Болградського району, артезіанська свердловина у с. Староказацьке Білгород-Дністровського району), а також водопровідну воду м. Одеси і м. Кілії. Для порівняння складу і чистоти вод використовували питну пляшкову «Моршинську», «Миколинську» та воду «Вонаква».

Проби вод досліджували за наступними інгредієнтами:

1. Загальна твердість.
2. Кількісний склад біогенних макроелементів у йонному стані Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^{-} .
3. Кількісна оцінка йонів сульфатної системи SO_4^{2-} .
4. Вміст йонів HCO_3^{-} карбонатної системи природних вод:



5. Оцінка включень біогенних речовин на основі біофільного Нітрогену за показниками: NO_3^{-} , NO_2^{-} , NH_4^{+} .

Результати встановлення загальної твердості вод Одеської обл. представлено у табл. 1.

Таблиця 1.

Результати визначення загальної твердості вод Одеського регіону

Місце відбору проб води	Твердість проби води, (норматив за ДСТУ 7 ммоль/л)		
	Т, ммоль/л	Т, мг/л	тип води за величиною твердості
річка Дністер	5,2	89	досить тверда
річка Дунай	4,7	85	досить тверда
Канал у с.м.т. Біляївка	32,5	542	дуже тверда
Водовід м. Одеса	6,1	104	тверда
Водовід м. Кілія	3,1	52	середньо-тверда
Підземна вода (колодязь) с. Кислиці Кілійського р-ну	33,0	556	дуже тверда
Ключ о-ва Китай Кілійського р-ну	24,0	360	дуже тверда
Підземна вода (колодязь) с. Кубей Болградского р-ну	15,0	236	дуже тверда
Артезіанська свердловина с. Старокозацьке Б.-Дністров. р-ну	3,2	49	середньо-тверда
Питна вода ТМ «Моршинська»	2,6	44	м'яка
Питна вода ТМ «Миколинська»	3,9	61	середньо-тверда
Питна вода ТМ «Вонаква»	3,2	58	середньо-тверда

За даними табл. 1 можна зробити висновок щодо твердості досліджуваних вод: окрім вод каналу м. Біляївка, о-ва Китай і колодезних вод с. Кислиці та с. Кубей, поверхневі води річок Дунай і Дністер, водопровідні води м. Одеси та м. Кілії, а також вода артезіанської свердловини с. Старокозацьке Б.-Дністровського району задовольняють градації Державного стандарту та можуть бути віднесені до середньо-твердих або досить твердих. Адже показники цього інгредієнта нижчі за 1 ммоль/л також небажані, оскільки знижують смакову і мінеральну цінність води.

Твердість водопровідної води м. Кілії та води артезіанської свердловини (с. Старокозацьке) є на рівні пляшкових питних вод. Але дуже тверді води каналу м. Біляївка, о-ва Китай і колодезні води с. Кислиці та с. Кубей занадто перевищують норми ДСТУ, особлива увага до споживання колодезної води у с. Кислиці, де твердість у 4,7 разів перевищує нормативи для питної води (табл. 1).

Оцінку кількісного складу біогенних макроелементів Ca , Mg , Cl , S , C , N , які у водах знаходяться у вигляді йонів Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , NO_2^- і NH_4^+ , зроблено графічно в радіальних координатах діаграми-рози у порівнянні з «Вонаqua» (рис. 1).

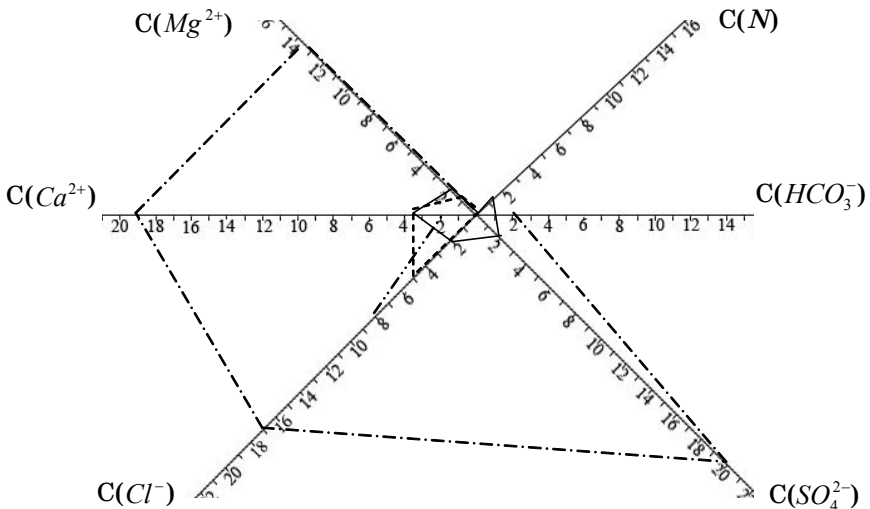


Рис. 1. Діаграма-роза загального складу поверхневих вод (ммоль/л):
 ————— — р. Дністер; - - - - - — Дунай;
 - · - · - · — канал м. Біляївка; ······ — «Вонаqua»

Вміст усіх йонів відповідає їх концентрації у відповідних водах шляхом відкладання на векторах рози визначених концентрацій катіонів і аніонів, але вміст Нітрогену для нітрогеновмісних йонів NO_3^- , NO_2^- і NH_4^+ представлений сумою концентрацій Нітрогену у кожному з них, тобто у перерахунку кількості N (ммоль/л) у NO_3^- , NO_2^- і NH_4^+ разом.

Склад водопровідних вод Одеського та Кілійського водоводів наочно зображено на рис. 2. Діаграма віддзеркалює якість вод обох водоводів: води незначно відрізняються за складом, а кожна складова не перебільшує значення нормативних величин.

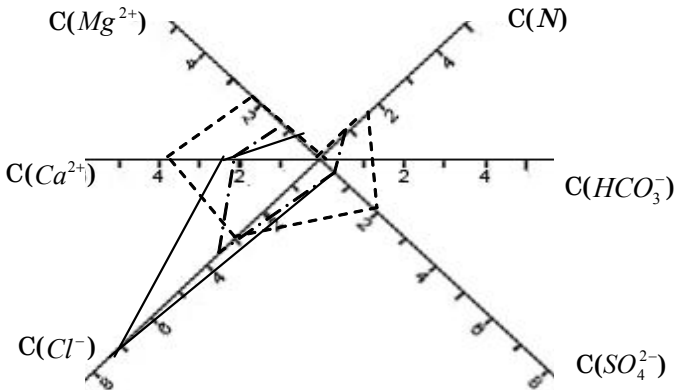


Рис. 2. Склад водопровідних вод водоводів: ----- — Одеси; -.-.-.- — Кілії; ————— — питна пляшкова вода «Моршинська» для порівняння

Порівняння складу вод підземних джерел зображено на рис. 3. Діаграма показує підвищену мінералізацію колодязної води у с. Кислиці Кілійського району (а), яка перевищує допустимий рівень хлоридів (бажана концентрація 2,8 ммоль/л, або 100 мг/л, допустима — 8,45 ммоль/л, або 300 мг/л), однак за вмістом сульфатів перевищення дуже велике, а саме, у 3,1 рази допустимого рівня екологічних позицій (4,2 ммоль/л, або 400 мг/л при бажаному — 1,04 ммоль/л, або 100 мг/л) [3]. Менший вміст солей вод підземного ключа о. Китай, що виходить на поверхню землі (б), у порівнянні з водою с. Кислиці, все ж перевищує допустимі межі за показниками Cl^- та SO_4^{2-} . Вода с. Кубей Болградського району за вмістом SO_4^{2-} не відповідає нормативам ДСТУ.

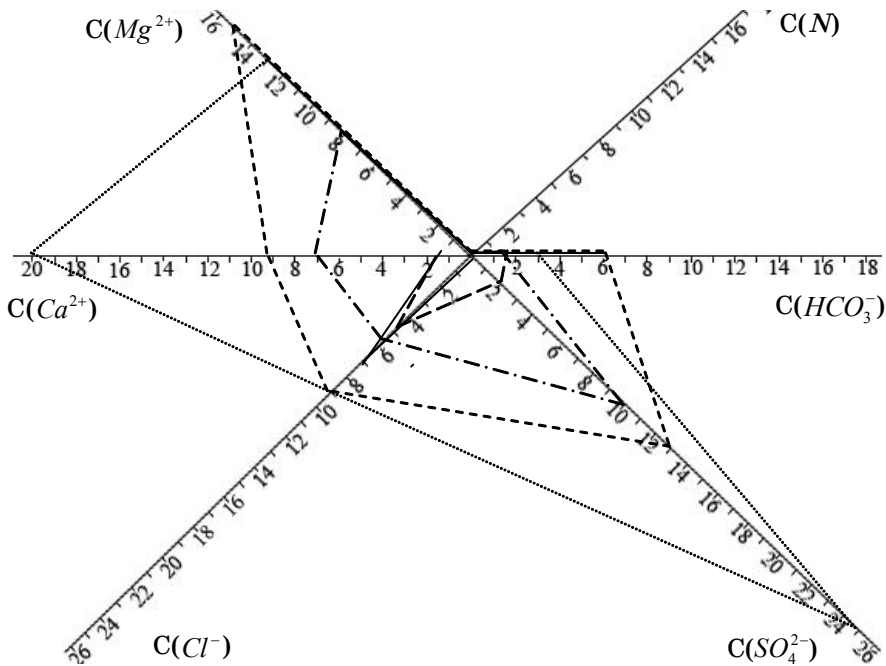


Рис. 3. Діаграма складу підземних вод джерел: а) колодязь с. Кислиці —; б) ключ о-ва Китай — -----; в) колодязь с. Кубей — -.-.-.-.; г) свердловина с. Старокозацьке — ..-.-.-.; д) Моршинська — _____

Серед підземних вод тільки вода артезіанської свердловини за усіма параметрами задовольняє стандартним значенням і може бути віднесена до 3 класу якості вод як зовсім незначно забруднена. Біогеохімічна складова вод Одещини розглядалася, як внесок біогенного Нітрогену у вигляді йонів NO_3^- , NO_2^- і NH_4^+ і їх концентрації встановлювалися фотоколориметричним способом (рис. 1-3). Однак, на наш погляд, кожний з цих йонів потребує окремий огляд, оскільки забруднення води амоній-, нітрит- і нітрат-іонами дуже небезпечно і зараз у гідроекології показники цих йонів є наочною характеристикою якості питної води, води для риборозведення, ступеня евтрофікації водойм.

Вивчення забруднення в цьому напрямку представлено даними [4]. З одного боку, Нітроген є життєво важливим біофільним елементом і його наявність у вигляді перелічених йонів корисна для росту

і розвитку рослин, чому і сприяє внесення мінеральних добрив до ґрунту, але з іншого боку, їх підвищення може мати негативні наслідки у вигляді явища евтрофікації, отруйної дії особливо для малят і поступового канцерогенного ефекту для дорослих. Тому встановлено жорсткі межі вмісту у водах питного призначення ГДК NO_3^- — до 20 мг/л у дуже забруднених водах 6 класу якості; повна відсутність NO_2^- у питних водах, при допустимому вмісті у водах 4-6 класу якості від 0,002 до 0,5 мг/л; для NH_4^+ концентрація в інтервалі < 0,5...2 мг/л у залежності від класу якості вод.

Природна присутність NH_4^+ є характерною для глибинних відновних вод $pH > 7$, $Eh < 0$, що і пояснює їх наявність у межах ГДК у пробах підземних вод криниць Болградського і Кілійського районів, джерельної води о-ва Китай і артезіанської води с. Старокозацьке. Вміст NH_4^+ у поверхневих водах також носить природний характер за рахунок окиснювально-відновних реакцій розкладу органічних речовин білкової природи за участю анаеробних бактерій. Наявність NO_3^- і NO_2^- у ґрунтових водах є результатом діяльності бактерій-нітрифікаторів, що забезпечує кругообіг Нітрогену. Однак їх підвищений вміст у природних водах — це результат переважно антропогенного впливу. Результатами аналізу [4] встановлено, що концентрації NO_3^- , NO_2^- і NH_4^+ задовольняють нормативам ДСТУ, що віддзеркалюють діаграми-рози (рис. 1-3), але вміст NO_3^- у підземних водах (с. Кислиці та ключ о-ва Китай), що наближений до ГДК, є тривожним сигналом щодо їх екологічної і санітарної якості.

Експериментальна частина

Визначення загальної твердості ($T_{ЗАГ}$) здійснювали трилонометричним методом за методикою [5] титруванням проби води розчином трилону Б, $C(\frac{1}{z}) = 0,02$ моль/л у присутності буферного розчину і індикатора хромогену чорного до блакитного забарвлення суміші, що титрується.

Визначення йонів Ca^{2+} проводили титруванням проби води, об'ємом 100 мл, розчином трилону Б, $C(\frac{1}{z}) = 0,01$ моль/л, у присутності 2 мл розчину $NaOH$, $C(\frac{1}{z}) = 0,01$ моль/л й індикатора мурексиду до зміни червоного забарвлення на світло-фіолетове [5].

Визначення карбонатної твердості ($T_{КАР}$) засновано на кислотному титруванні [5] проби води розчином HCl , $C(\frac{1}{z}) = 0,05$ моль/л у присутності розчину метилроту як індикатора до переходу рожевого забарвлення на жовтувате.

Визначення йонів Mg^{2+} проводили шляхом розрахунку із рівняння $T_{ЗАГ} = C\left(\frac{1}{z}Ca^{2+}\right) + C\left(\frac{1}{z}Mg^{2+}\right)$, тобто $C\left(\frac{1}{z}Mg^{2+}\right) = T_{ЗАГ} - C\left(\frac{1}{z}Ca^{2+}\right)$.

Визначення йонів Cl^- здійснювали меркуриметричним методом [6], шляхом титрування проби води розчином меркурій (II) хлориду, $C(\frac{1}{z}) = 0,05$ моль/л у присутності спиртового розчину змішаного індикатора дифенілкарбазону і бромфенолового синього та нітратної кислоти, $C(\frac{1}{z}) = 0,1$ моль/л. Титрування проводили до переходу жовтого забарвлення на фіолетове.

Визначення SO_4^{2-} проводили за методикою [5] класичним гравіметричним методом, заснованим на осадженні $BaSO_4$.

Визначення нітритів ґрунтується на проведенні аналітичної якісної реакції з використанням реактиву Грисса-Илосвая та фіксацією продуктів, що забарвлюються в залежності від концентрації визначувального йона від слабко-рожевого до червоного кольору [6]. Після вимірювання оптичної густини на фотоелектроколориметрі ФЕК-56 (у кюветі завтовшки 3 см при $\lambda = 540$ нм), визначали концентрацію за калібрувальним графіком $D = f(C_{NO_2^-})$, який було побудовано заздалегідь.

Визначення нітратів проводили за методикою [6].

Визначення йонів амонію проводили за допомогою реактиву Несслера (розчин HgI_2 та KI у 24 % розчині $NaOH$ у дистильованій воді з утворенням лужного розчину комплексу $K_2[HgI_4]$); який у присутності йонів NH_4^+ перетворювався на оксидимеркурамоній іодид, формули $[NH_2OHg_2]I$, зі зміною забарвлення реакційної суміші на жовте або цегляно-червоне в залежності від концентрації визначувальних йонів [6]. Вимірювання оптичної густини здійснювали фотоколориметричним методом на приборі ФЕК-56 у кюветі завтовшки 3 см із зеленим світлофільтром ($\lambda = 540$ нм) у порівнянні з дистильованою водою. Концентрацію визначали за калібрувальним графіком у координатах $D = f(m_N)$.

Література

1. Трофимов Экологические функции литосферы. — М.: МГУ, 2000. — С. 77.
2. ДСТУ 3041-95, 2928-00, 878-93.
3. Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. Загальна гідрохімія. — К.: Либідь, 1997. — С. 334.
4. Шепелина С. И., Волкова Г. С., Федорова Г. В. Биогеохимическая оценка состояния вод Одесской области // Вестник Гидрометцентра Азовского и Черного морей. — 2009. — № 2(9). — С. 137.
5. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — С. 131, 126, 109, 114.
6. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод. — М.: Химия, 1971. — С. 149, 133, 136, 112.

УДК 635:551.582

Л. Ю. Божко

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИХ ЗМІН КЛІМАТУ НА ВИРОЩУВАННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Вступ. Господарська діяльність людей завжди мала вплив на навколишнє середовище. На початковій стадії розвитку цивілізації за невеликої чисельності населення і обмеженості технічних засобів ці впливи мали локальний характер. Із зростанням чисельності населення і переходом до великих промислових виробництв почався прогресуючий вплив на природу, включаючи атмосферу а, отже, і на клімат.

На думку ряду спеціалістів, найбільш потужний вплив на клімат в індустріальну епоху відбувся в результаті змін газового складу атмосфери, який зумовлює її потепління. В зв'язку з цим для пояснення глобального потепління була прийнята теорія парникового ефекту [1-4].

Парниковий ефект — це властивість атмосфери пропускати сонячну радіацію, але затримувати випромінювання Землі і тим самим сприяти акумуляції Землею тепла.

Накопичення в атмосфері вуглекислого газу, метану, фторхлорвуглеводів, оксиду азоту, тропосферного озону, інших газів і аерозолів, які пропускають короткохвильові сонячні промені, перешкоджає довгохвильовому випромінюванню, в результаті відбувається поступове потепління клімату.

Основним парниковим газом є CO_2 , динаміка вмісту якого в часі відносно добре вивчена. За період індустріальної епохи відбувалося спочатку повільне, а потім прискорене зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері. З розвитком науково-технічного прогресу в області енергетики можна очікувати зниження викидів CO_2 в повітряне середовище в зв'язку із заміною спалювання органічного палива процесами отримання енергії з використанням термоядерних реакцій. Поряд з CO_2 антропогенного походження залишаються природні джерела надходження в атмосферу вуглекислого газу — вулкани, мінералізація рослинних і тваринних решток тощо [1; 2].

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 важливою ланкою проблеми зміни глобального клімату є вирішення агрометеорологічної задачі — оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та впливу цих змін на їхню продуктивність. Сільське господарство є найбільш вразливою галуззю економіки України щодо коливань та змін клімату. Враховуючи інерційний характер сільського господарства та залежність його ефективності від погодних умов, уже зараз необхідно прийняття своєчасних та адекватних рішень щодо складних проблем, обумовлених змінами клімату.

Результати розрахунків за різними кліматичними сценаріями показують, що процес зміни глобального клімату, який намітився, може призвести до підвищення середньої річної температури повітря на 2-4 °С у Північній півкулі вже у 2025-2030 рр. [1-4].

В зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря у Північній півкулі продовольча безпека України в значній мірі буде залежати від того, наскільки ефективно адаптується сільське господарство до майбутніх змін клімату. Це передбачає завчасну оцінку впливу очікуваних змін клімату на агрокліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур.

Головна мета дослідження полягає в кількісній оцінці наслідків та можливих негативних тенденцій стосовно впливу зміни клімату на ефективність виробництва овочів в Одеській області, в оцінці валових зборів та продовольчої безпеки України, науковому обґрунтуванні заходів щодо адаптації сільського господарства до очікуваних змін клімату та врахуванні фактора зміни клімату при розробці державної політики в сфері виробництва овочів.

За даними [3,4] при розробці сценаріїв зміни клімату для території України в цілому і для Одеської області можуть використовуватись розрахунки за такими моделями:

- GISS — модель Інституту Годдарда з космічних досліджень, чутливість до подвоєння CO_2 — 4,2 °С;
- GFDL — модель Лабораторії геофізичної гідродинаміки США, чутливість до подвоєння CO_2 — 4,0 °С;
- CCCM — модель Канадського кліматичного центру, чутливість до подвоєння CO_2 — 3,5 °С;
- UKMO — модель Метеорологічного бюро Об'єднаного Королівства, чутливість до подвоєння CO_2 — 3,5 °С.

Об'єкти та вихідні матеріали досліджень. Дослідження виконувались на матеріалах середніх багаторічних спостережень за метеорологічними показниками та врожайністю овочевих культур по Одеській області.

Методи дослідження. Розрахунки виконувались за розробленою А. М. Польовим моделлю, теоретичну основу якої становить концепція Х. Г. Тоомінга про максимальну продуктивність посівів [5-7]. Для дослідження вибрано сценарій зміни клімату GFDL 30 % (тобто зростання CO_2 в атмосфері на 30 % в порівнянні з сучасним станом).

Результати досліджень. Як же зміняться умови вегетації овочевих культур при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL-30 %? В Одеській області, більшість території якої відноситься до Південного Степу, сума опадів за сценарієм впродовж всього вегетаційного періоду до другої декади вересня буде вища від середніх багаторічних. Особливо значне перевищення 8-12 мм за декаду спостерігатиметься з липня до кінця вегетації овочевих культур (табл. 1).

Як видно із табл. 1 середня температура повітря з травня по червень за сценарієм була вище на 0,8-2,9 °С, потім, з другої декади вересня ця різниця зросла до 5-6 °С. Підвищення температури повітря за умов зміни клімату буде сприяти зростанню забезпеченості теплом теплолюбних овочевих культур.

Значення дефіциту насичення повітря впродовж травня та червня буде вищим за середні багаторічні значення і тільки з липня до кінця вегетації дефіцит насичення повітря, розрахований за моделлю GFDL-30 %, став перевищувати середні багаторічні значення.

Таблиця 1.

Зміна температури повітря, опадів та дефіциту вологості повітря за сценарієм зміни клімату GFDL-30 % (1) в порівнянні з середніми багаторічними значеннями (2) в Одеській області

Показник	Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень			Жовтень	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Температура, °С																	
1	15,6	17,4	19,8	20,6	23,7	24,2	25,8	22,5	23,6	23,3	27,7	27,0	25,3	24,2	22,1	20,2	19,7
2	14,0	16,1	17,7	19,0	20,0	21,0	21,9	22,6	23,0	22,9	22,0	20,6	18,7	17,1	15,4		
Опади, мм																	
1	11	14	14	20	25	26	22	34	29	25	16	20	17	18	21	18	7
2	11	13	16	08	19	19	16	14	13	13	13	12	11	11	10		
Дефіцит насичення повітря, гПа																	
1	5,0	8,1	9,8	10,4	14,0	14,8	16,7	12,1	13,4	13,1	16,5	15,8	14,5	13,8	12,3	11,0	8,0
2	5,9	6,8	7,7	8,7	9,6	10,7	12,2	13,3	13,4	12,2	10,9	9,6	8,2	6,8	5,4		

162

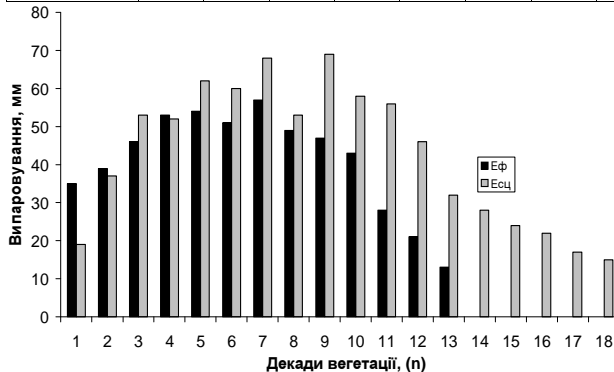


Рис. 1. Порівняння результатів розрахунків сумарного випаровування з поля солодкого перцю при зміні клімату ($E_{сц}$) з середніми багаторічними даними ($E_{ф}$) у Південному Степу (на прикладі Одеської області)

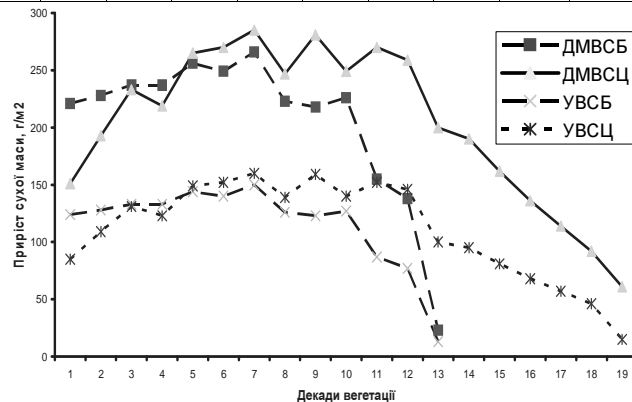


Рис. 2. Декадний хід приростів сухої маси ДМВ та УВ солодкого перцю за середніми багаторічними даними (СВ) та даними за сценарієм (СЦ) в Південному Степу (на прикладі Одеської області)

Тривалість вегетаційного періоду при розрахунках за моделлю у всіх культур значно зростає — на 4-5 декад. Для таких культур як баклажани, капуста та солодкий перець збільшення тривалості вегетаційного періоду сприятиме збільшенню тривалості періоду утворення репродуктивних органів, отже збільшенню врожаю. Для огірків збільшення тривалості вегетаційного періоду сприятиме розвитку поживної культури огірків.

За умов реалізації сценарію GFDL-30 % погіршаться умови зволоження за рахунок підвищення температури повітря і збільшення витрат води на сумарне випаровування. Також значно збільшиться надходження ФАР на 14-16 ккал/см² за вегетаційний період овочевих культур

За умови реалізації сценарію GFDL-30 % в зв'язку з підвищенням середньої температури повітря та значним збільшенням тривалості вегетаційного періоду різко зростуть суми температур. В Одеській області середнє відхилення сум температур за сценарієм від середніх багаторічних сум становитиме 1700 °С.

Зміна кліматичних умов спричинить зміну в динаміці ходу сумарного випаровування та значно збільшить дефіцит вологи для нормального розвитку рослин баклажанів, капусти, огірків, солодкого перцю та томатів.

Розглянемо динаміку сумарного випаровування. Збільшення сумарного випаровування при зміні клімату відбудеться як за рахунок збільшення тривалості вегетаційного періоду, так і за рахунок підвищення його впродовж вегетаційного періоду. Тенденція зміни сумарного випаровування однакова для всіх культур, щорозглядаються, але величини збільшення для різних культур будуть різні. Для прикладу наводиться динаміка сумарного випаровування з поля солодкого перцю (рис. 1).

Як видно із рис. 1 збільшення сумарного випаровування впродовж вегетаційного періоду при зміні клімату відбуватиметься неоднаково від декади до декади. В перші дві декади після висаджування розсади значення сумарного випаровування за середніми багаторічними даними вище, ніж очікуване при зміні клімату. Починаючи з третьої декади вегетації сумарне випаровування за сценарієм зростає, вирівнюється із значенням сумарного випаровування за середніми багаторічними даними і до кінця вегетації суттєво перевищує його. Особливо відчутне перевищення значень сумарного випаровування за сценарієм спостерігається починаючи з сьомої

декади до кінця вегетації. В цілому за вегетаційний період сумарне випаровування зростає за сценарієм зміни клімату до 660-700 мм.

Зміна тривалості вегетаційного періоду та всіх його характеристик при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL-30 % вплине на накопичення сухої маси метеорологічно можливого врожаю (ММВ) та урожаю у виробництві (УВ) всіх овочевих культур. Для прикладу наводиться динаміка накопичення сухої маси метеорологічно можливого врожаю і урожаю у виробництві солодкого перцю (рис. 2).

Як видно із рис. 2 прирости ММВ та УВ при зміні клімату різко зростуть на початку періоду на 20-40 г/м², починаючи з сьомої декади на 100-120 г/м². Таке збільшення приростів сухої маси за умов змін клімату буде зумовлене підвищенням середньої за декаду температури повітря впродовж всього періоду вегетації.

Слід зазначити, що підвищення термічного режиму, зменшення кількості опадів впродовж вегетаційного періоду овочевих культур значно підвищать споживання ними води до 660-700 мм за вегетаційний період. Як видно із табл. 1 сума опадів не забезпечить потребу рослин у воді. Дефіцит вологи збільшиться до 250-300 мм за вегетаційний період а це, в свою чергу, вимагатиме збільшення норм зрошення.

Висновки. В результаті виконаних досліджень встановлено, що при зміні клімату за умови реалізації сценарію GFDL-30 % підвищиться забезпеченість теплом овочевих культур, зростає врожайність при достатньому забезпеченні вологою за рахунок зрошення, що дозволить значно розширити виробничі посіви і збільшити виробництво овочів.

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 техника, 1992. — 320 с.
3. Тарко А. М. Антропогенные изменения глобальных биосферных процессов. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 231 с.
4. Україна та глобальний парниковий ефект. — Ч. 2 (Вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни кліма-

- ту) / За ред. В. В. Васильченка, М. В. Рапцуна, І. В. Трофимої. — К., 1998. — 210 с.
5. Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. — Л.: Гидрометеоздат, 1977. — 200 с.
 6. Полевой А. Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. — Л.: Гидрометеоздат, 1988. — 318 с.
 7. Божко Л. Е. Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине // Український гідрометеорологічний журнал. — 2006. — № 1. — С. 119-127.

Резюме

В статье излагаются результаты исследования количественных оценок последствий и возможных отрицательных тенденций влияния изменения климата при условии реализации сценария GFDL-30 % на эффективность выращивания овощей в Украине.

*Л. Ю. Божко,
О. А. Барсукова,
І. В. Вовк*

АГРОКЛІМАТИЧНА ОЦІНКА УМОВ ПЕРЕЗИМІВЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УКРАЇНІ

Вступ. Для України озима пшениця є основною зерною культурою. Вона вирощується у всіх агрокліматичних зонах України. Посівні площі озимої пшениці в Україні становлять близько 6 млн. га. Родючі ґрунти, достатня кількість опадів у більшості районів під час вегетації, порівняно тепла зима, створюють сприятливі умови для розвитку озимої пшениці і формування її продуктивності. В той же час в зимовий період в Україні в окремі роки спостерігаються несприятливі умови для перезимівлі озимої пшениці. Посіви озимої пшениці взимку зріджуються через вимерзання, випрівання, вимокання, випирання, видування та пошкодження льодовою кіркою. Причини пошкодження різні в різних регіонах України. Найчастіше в одному регіоні спостерігається вплив одного або декількох несприятливих явищ. В північно-східних областях України у зв'язку з невеликим сніговим покривом часто спостерігається вимерзання. По всій території України взимку нерідко буває льодова кірка, яка сприяє загибелі озимої пшениці а також поглиблює несприятливу дію низьких температур ґрунту. В районах з нестійкою зимою час-

то причиною загибелі посівів озимої пшениці бувають різкі коливання температури та відлиги. В північно-західних районах України причиною загибелі буває випрівання та вимокання.

Стійкість озимої пшениці до несприятливих умов перезимівлі залежить від загартування її восени. Ступінь загартування озимої пшениці обумовлюється комплексом погодних умов в період від сівби до припинення вегетації.

Хороші та сильні сходи озимої пшениці бувають при поступовому зниженні температури повітря і запасах продуктивної вологи в орному шарі ґрунту 25-30 мм. Нестача вологи в посушливих південно-східних районах та нестача тепла у північно-західних районах при посівах по займаних парах призводять до формування слабких та зріджених сходів. Важливу роль у формуванні зимостійкості озимої пшениці також відіграють вибір попередника, підготовка ґрунту, терміни сівби. Взимку велику роль в збереженні посівів від вимерзання відіграє снігозатримання. Хорошими попередниками для озимої пшениці в посушливих районах є чисті пари, в районах достатнього зволоження — зайняті пари (люпин, віко — вівсяна суміш, зернобобові культури і ін.) і рано прибрані просапні культури (кукурудза на силос, рання картопля), багаторічні трави.

Найпоширенішими причинами зрідження посівів взимку є вимерзання та випрівання. Вимерзання відбувається при відсутності снігу або невеликій його висоті та мінімальній температурі ґрунту на глибині вузла кушніння нижче -10°C , а випрівання, навпаки, при великій висоті снігу (більше 30 см) і температурі ґрунту під ним вище -7°C .

Багато дослідників вважають, що найбільш вразливим у озимих культур є вузол кушніння, який розташовується на глибині близько 3 см. Тому вважається, що інтегральним показником умов перезимівлі озимої пшениці є температура ґрунту на глибині 3 см [1-4].

У зв'язку з тим, що озима пшениця знаходиться в полі 9-10 місяців, її врожайність в значній мірі визначається умовами осінньої вегетації, перезимівлі та умовами весняно-літньої вегетації. Як вказується в дослідженнях [4], існує тісний зв'язок врожайності озимої пшениці з показниками умов перезимівлі.

Метою даного дослідження було дати оцінку основних агрометеорологічних показників перезимівлі озимих посівів; імовірнісну характеристику абсолютної мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушніння, глибини промерзання ґрунту, снігового по-

криву та тривалості і товщини льодової кірки; встановити зв'язок зрідженості посівів взимку з різними показниками, які характеризують умови перезимівлі; встановити зв'язок врожайності з основними агрометеорологічними показниками умов перезимівлі.

Об'єкти, матеріали та методи досліджень. Дослідження виконані на матеріалах багаторічних метеорологічних та агрометеорологічних спостережень за станом озимої пшениці сортів Безоста 1 та Миронівська 808 мережі агрометеорологічних станцій України за період з 1976 по 2006 роки.

Холодний період року, на протязі якого рослини знаходяться в стані вимушеного спокою, як по тривалості, так і по суворості, має велику просторову мінливість, з якою доводиться рахуватись при розміщенні озимих культур.

За період перезимівлі озимих культур нами прийнятий період з від'ємною температурою повітря. Перед настанням і на початку його рослини проходять загартування. Перша фаза її протікає в період з середньою добовою температурою повітря 0, +5 °С. Для доброго загартування озимої пшениці необхідно за І. П. Тумановим 5-10 днів. Друга фаза загартування у озимої пшениці проходить у період між переходами середньої добової температури повітря через 0 і -5 °С.

На стан озимини в зимовий період впливає суворість зими, яка характеризується тривалістю періоду з від'ємними температурами, середньою багаторічною сумою від'ємних температур, середнім із абсолютних річних мінімумів температури повітря, висотою снігу, глибиною промерзання ґрунту, мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння та тривалістю залягання і товщиною льодової кірки [1].

Результати досліджень та їх аналіз. Для характеристики умов перезимівлі озимої пшениці по території України були розраховані середні багаторічні та межові значення всіх перелічених показників і розрахована їх імовірність. Тривалість періоду з від'ємними температурами в середньому по областях України представлена в табл. 1.

Співставлення термінів початку і кінця зими в різних регіонах України (табл. 1) показало, що різниця в термінах настання і закінчення періоду перезимівлі значно відрізняється по території України. В північних і північно-західних областях за середніми багаторічними даними період з від'ємними температурами починаєть-

ся наприкінці листопаду, закінчується у другій декаді березня і становить 110-120 днів. Тривалість цього періоду скорочується при просуванні на південь, де вона становить від 62 до 100 днів. В крайніх південних районах та степових районах АР Крим тривалість періоду становить лише від 22 до 35 днів.

Таблиця 1.

Дати переходу середніх добових температур повітря через певні межі і тривалість періоду зими

Область	Осінь			Весна			Тривалість періодів	
	+5 °C	0 °C	-5 °C	-5 °C	0 °C	+5 °C	0...+5 °C	0...-5 °C
Чернігівська	24.10	18.11	24.12	25.02	23.02	10.04	143	100
Сумська	22.10	14.11	12.12	6.03	24.03	10.04	147	113
Житомирська	27.10	23.11	02.01	16.02	18.03	08.04	136	86
Київська	28.10	21.11	31.12	17.02	18.03	06.04	136	89
Харківська	24.10	17.11	17.12	03.03	22.03	07.04	141	107
Луганська	28.10	25.11	29.12	12.02	21.02	05.04	132	89
Хмельницька	05.11	25.11	03.01	13.02	08.03	06.04	130	81
Чернівецька	03.11	28.11	03.01	10.02	05.03	05.04	131	75
Вінницька	05.11	26.11	05.01	11.02	22.02	05.04	131	78
Одеська	08.11	30.11	11.01	31.01	12.02	01.04	122	62

Ще один показник, який характеризує умови перезимівлі є сума від'ємних температур за період перезимівлі. Найбільші значення сум від'ємних температур по території України відзначаються в Харківській та Сумській областях і становлять в середньому багаторічному -700, -800 °C і коливаються від -700 до 1300 °C. В Київській, Житомирській та Рівненській областях ці суми коливаються від -500 до 800 °C і в середньому становлять -500, -600 °C, в південних областях коливання сум від'ємних температур спостерігається в межах від -200 до -500 °C і в середньому становить -300 °C.

Для характеристики суворості зими по території України були також визначені середні із абсолютних річних мінімумів температури повітря по областях та розраховані їх імовірнісні характеристики (табл. 2).

Аналіз розрахунків показав, що значення середніх із абсолютних річних мінімумів температури повітря знижується з південного заходу на північний схід. Найнижчі значення спостерігаються в Чернігівській, Харківській та Сумській областях і в середньому

з листопада по березень включно становлять $-24...-26$ °С. Трохи вищі значення середнього із абсолютних мінімумів в Київській, Житомирській та Рівненській областях — $-23...-24$ °С. Такі ж значення середніх із абсолютних мінімумів температури повітря в Черкаській, Полтавській, Дніпропетровській та Луганській областях.

Таблиця 2.

Імовірнісні характеристики абсолютного мінімуму температури повітря

Імовірність, %	Абсолютний мінімум температури повітря, °С				
	Житомирська	Київська	Чернігівська	Сумська	Харківська
4	-14,6	-16,1	-14,2	-17,1	-16,6
8	-17,0	-18,8	-17,3	-17,3	16,0
13	-17,4	-18,8	-19,2	-19,4	-19,2
17	-18,0	-18,5	-19,9	-19,6	-20,7
21	-18,0	-19,0	-20,2	-21,6	-21,2
25	-19,0	-19,0	-20,3	-21,8	-21,5
29	-19,6	-20,8	-23,9	-22,2	-24,6
33	-20,6	-21,1	-24,0	-24,6	-24,7
37	-21,5	-21,7	-24,0	-23,4	-24,6
42	-21,6	-21,8	-24,1	-23,6	-24,7
46	-22,2	-21,9	-24,6	-23,9	-25,7
50	-24,5	-24,4	-24,9	-24,6	-25,9
54	-24,6	-25,0	-25,2	-25,7	-26,0
58	-25,5	-25,4	-26,8	-26,3	-26,5
62	-25,6	-25,7	-27,4	-27,2	-26,9
67	-25,8	-25,8	-27,9	-27,3	-27,2
71	-26,4	-26,0	-28,5	-27,4	-27,5
75	-27,4	-27,7	-28,7	-28,0	-29,2
79	-27,4	-27,8	-28,8	-28,3	-29,6
83	-27,5	-28,4	-29,1	-28,5	-30,2
87	-28,6	-29,3	-30,4	-29,0	-30,4
92	-30,8	-30,7	-30,6	-30,1	-30,5
96	-31,8	-33,1	-33,8	-30,6	-32,4
100	-32,4	-33,4	-34,8	-34,0	-32,5

Крім абсолютних річних мінімумів також була розрахована імовірність різних значень їх (табл. 2) і встановлено, що в північно-східних областях середній із абсолютних річних мінімумів $-17...-18$ °С в спостерігається у 80 % років, $-25...-26$ °С — у 30 % років, $-29...-30$ °С — у 20 % років. В центральних областях Ук-

раїни імовірність середнього із абсолютних мінімумів $-15...-17^{\circ}\text{C}$ становить 85 %, $-25...-26^{\circ}\text{C}$ — 15 %.

Ще одним із показників умов перезимівлі озимої пшениці є висота снігу на полях з озимими культурами. Тривалість залягання снігу по території України досить неоднорідна. В південних областях в середньому тривалість періоду із снігом коливається від 20 до 60 днів, бувають зими, коли стійкий сніговий покрив в цих областях зовсім не утворюється. В центральних областях України тривалість залягання снігу становить від 60 до 90 днів, в північних областях — від 95 до 102 днів. Були розраховані середні дати утворення і сходу снігу та запас води в снігу.

Аналіз спостережень і розрахунків показав, що на заході України сніговий покрив формується на полях з озимими культурами вже в I і II декаді грудня. В південних районах західних областей він встановлюється наприкінці грудня — початку січня. Так у Волинській області він встановлюється в середньому 3 листопада, в Рівненській області — 7 грудня, в Чернівецькій — 6 грудня. В окремі роки стійкий сніговий покрив на полях з озимими культурами утворюється на один-півтора місяці раніше або пізніше середніх багаторічних строків. Звільняються поля від стійкого снігового покриву за середніми багаторічними даними найраніше в Рівненській області — 1 березня, в Івано-Франківській області — 3 березня, в Чернівецькій області — 6 березня, пізніше в північних областях, у Волинській області поля звільняються від снігу 20 березня. Такі ж строки встановлення снігового покриву і північних областях України.

Висота снігового покриву не тільки зберігає озимі культури від вимерзання, але за надмірної її висоти (більше 30 см) вони можуть бути пошкоджені через випрівання. В північно-західних областях України максимальна висота снігового покриву може досягати 37 см, що буває в 25 % років. Аналіз розрахунків забезпеченості висоти снігу показав, що висота його більш 10 см забезпечена на 50 %.

Від мінімальних температур повітря та висоти снігу залежить глибина промерзання ґрунту. В середньому промерзання ґрунту становить в центральних та південних областях України 50-60 см, у північно-східній частині — 80-95 см (табл. 3).

Як видно із табл. 3 найбільших значень глибина промерзання ґрунту досягає у лютому місяці і в окремі роки може сягати у північно-східних областях до 140-160 см.

Таблиця 3.

Середня глибина промерзання ґрунту під озимою пшеницею

Область	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Середнє
Чернігівська	16	44	68	86	60	93
Сумська	16	44	67	83	83	90
Житомирська	5	26	36	40	24	24
Київська	6	32	58	82	62	59
Харківська	11	34	48	74	68	81
Волинська	-	19	29	41	-	51
Рівненська	-	32	54	64	-	74
Чернівецька	-	13	23	28	-	38
Вінницька	-	13	22	28	-	21
Тернопільська	-	15	23	27	-	22
Черкаська	-	14	23	26	-	21
Дніпропетровська	-	14	22	26	-	21

За комплексний показник умов перезимівлі озимих культур такими дослідниками як В. О. Мойсейчик, В. М. Лічкакі, І. В. Свісюк прийнято значення мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння [1-4].

Встановлено, що мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння залежить від мінімальної температури повітря, висоти снігу та глибини промерзання ґрунту [1-3]. В табл. 4 представлені середні із мінімальних температур на глибині вузла кущіння по областях України.

Таблиця 4.

Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння

Область	Грудень			Січень			Лютий			За зиму
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Харківська	-11	-12	-11	-12	-19	-16	-19	-16	-11	-19
Сумська	-12	-12	-12	-13	-20	-17	-19	-16	-11	-20
Волинська	-10	-11	-8	-11	-19	-14	-11	-9	-5	-11
Рівненська	-8	-10	-8	-4	-11	-10	-14	-6	-6	-10
Київська	-6	-13	-11	-11	-15	-14	-15	-10	-10	-12
Кіровоградська	-8	-10	-8	-4	-17	-15	-11	-9	-5	-9
Запорізька	-5	-4	-5	-11	-19	-14	-15	-9	-10	-9

Як видно із табл. 4 найнижчі температури ґрунту на глибині вузла кущіння (3 см) спостерігаються від середини січня до середини лютого. Аналіз повторюваності різних значень мінімальної температури на глибині 3 см показав, що на території України

повторюваність років з мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кущіння з $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в південних областях становить 8 %, в центральних областях — 15 %, в західних — 8 %, в північних — 23 %, в північно-східних — 28 %. Зниження мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння до $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (критична температура вимерзання середньоморозостійких сортів пшениці Миронівська 808, Безоста 1): в Сумській області найбільш імовірно в 5-10 % років в січні і лютому; в Харківській області в 10-15 % років в січні, а в цілому за зиму в 15-25 % років.

З приведених даних можна сказати, що найбільш сприятливі умови щодо температурного режиму ґрунту на глибині вузла кущіння взимку спостерігаються в південних і західних областях, де імовірність вимерзання озимих мала. Було побудовано графік залежності мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння від мінімальної температури повітря при висоті снігу 0-5 см (рис. 1).

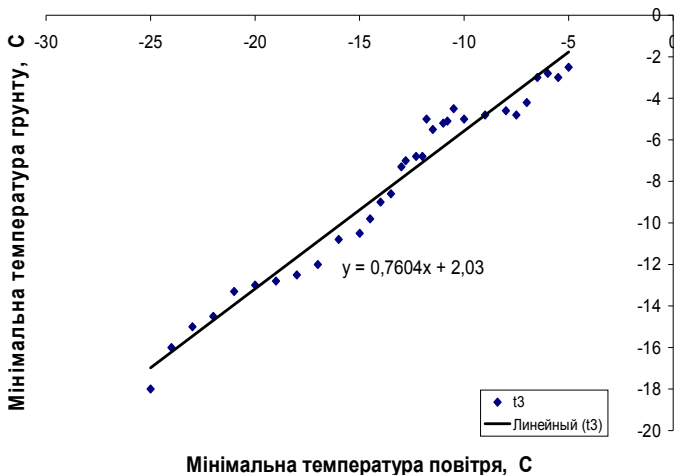


Рис. 1. Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря при висоті снігу 0-5 см ($^{\circ}\text{C}$)

Як видно з рис. 1, залежність досить тісна і може використовуватись при розрахунках мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння при висоті снігу до 5 см.

В. М. Лічкакакі було встановлено, що наявність льодової кірки на полях значно збільшує імовірність пошкодження озимини від несприятливих погодних умов.

Дослідження показали, що по території України товщина льодової кірки збільшується з південного заходу на північний схід. Розміри пошкодження льодовою кіркою залежать від товщини її та тривалості залягання. За даними В. М. Лічикакі значні пошкодження від притертої льодової кірки спостерігаються при товщині її більше 4 см та тривалості залягання більше 4 декад. Була встановлена залежність зрідженості посівів озимої пшениці сорту Миронівська 808 від товщини льодової кірки. Залежність представлена на рис. 2.

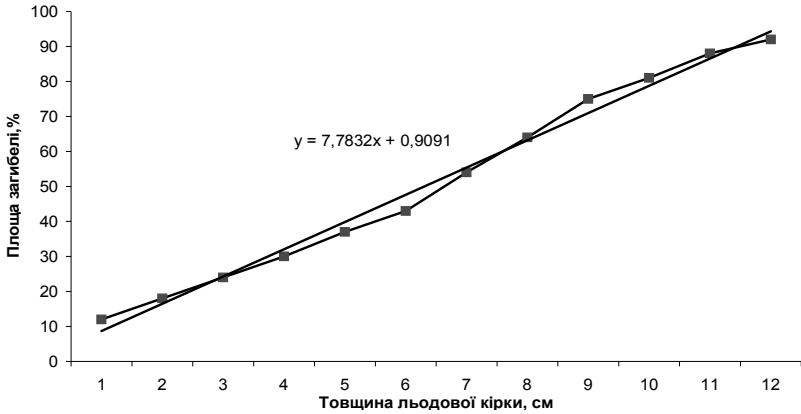


Рис. 2. Залежність площі загибелі озимої пшениці (%) від товщини льодової кірки

Тривалість залягання льодової кірки по території України коливається в південних областях від 1 до 3 декад, в західних — від 0 до 3 декад, в північних і північно-східних від 8 до 11 декад. Середня площа загибелі озимих від льодової кірки в північно-східних областях становить 3-8 % і коливається щорічно від 0 до 67 %.

Оскільки врожай озимої пшениці залежить від великої кількості факторів всього періоду вегетації та періоду перезимівлі, нами була розрахована залежність врожаю озимої пшениці від кількості рослин на дату осіннього обстеження, мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см на 20 лютого. Отримані рівняння для різних регіонів характеризуються коефіцієнтами кореляції від 0,59 в західних областях до 0,69 — в східних. Це говорить про те, що на продуктивність озимої пшениці впливають умови осінньої вегетації, які характеризуються кількістю стебел на дату припинення вегетації, умови перезимівлі, які характеризуються мінімальною температурою ґрунту на глибині 3 см, та умови весняно-літньої вегетації.

В цілому наші дослідження показали, що в Україні від несприятливих умов погоди взимку спостерігається вимерзання в північних та північно-східних областях в середньому в 11 % років, в південних областях — 3 % років. В західних і північно-західних областях буває випрівання та вимокання посівів в середньому у 3 % років. В південних, центральних та північно-східних областях пошкодження посівів льодовою кіркою відбувається в 4 % років.

Література

1. Личикаки В. М. Перезимовка озимих культур. — М.: Колос, 1974. — 205 с.
2. Мойсейчик В. А. Агрометеорологические условия и перезимовка озимых культур. — Л.: Гидрометеоиздат, 1975. — 295 с.
3. Свисюк И. В. Погода, интенсивная технология и урожай озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — 226 с.
4. Константинов А. Р. Погода, почва и урожай озимой пшеницы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 243 с.

Резюме

На основании многолетних наблюдений за состоянием озимой пшеницы и метеорологическими элементами получены вероятностные характеристики показателей перезимовки озимой пшеницы в разных регионах Украины.

Сенькова О. И.

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЗИМНЕГО ПЕРИОДА 2009-2010 ГГ. И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЕРЕЗИМОВКУ ЗИМУЮЩИХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ ОДЕССКОЙ ОБЛАСТИ

Зимний период характеризовался частыми и обильными осадками, что благоприятствовало накоплению влаги в почве. За зиму выпало 97-131 мм осадков или полторы-две сезонной нормы. Температурный режим был близким к средним многолетним датам. Снежный покров наблюдался большую часть зимы, однако залегал на полях области крайне неравномерно. Наибольшая высота его отмечалась во второй декаде декабря и составила 18-37 см, местами достигала 46-51 см.

Агрометеорологические условия для перезимовки зимующих культур в нынешнем году были в основном удовлетворительными, в отдельные периоды неблагоприятными.

Осенняя вегетация озимых культур продолжалась до конца первой декады декабря, что на одну-три недели позднее средних многолетних дат. Для прохождения второй фазы закаливания растений условия были неблагоприятными.

В начале второй декады декабря, в связи с резким понижением температуры воздуха и почвы наблюдалась холодная и сухая погода, крайне неблагоприятная для посевов озимого рапса и озимого ячменя.

В период 17-22 декабря наблюдалось дальнейшее снижение температуры воздуха до $18-22^{\circ}$, на поверхности почвы $21-25^{\circ}$ мороза, в Любашевском районе минус 28° .

Однако благодаря залеганию снежного покрова минимальная температура на глубине узла кущения озимых культур в период низких температур ниже $3-5^{\circ}$ мороза не понижалась и была гораздо выше критической температуры вымерзания (критическая температура для озимой пшеницы $16-18^{\circ}$, для озимого ячменя $12-14^{\circ}$, на оголенных местах — на $2-3^{\circ}$ ниже). В то же время на ряде площадей вследствие выдувания снега ветром, минимальная температура на глубине залегания узла кущения снижалась до $8-10^{\circ}$ мороза, что было уже опасным для слаборазвитых с осени посевов озимого ячменя и озимого рапса. Вследствие действия низких температур отмечалось частичное повреждение, местами гибель посевов.

В третьей декаде декабря крайне неблагоприятным для перезимовки плодовых и виноградников было снижение температуры воздуха до $19-22^{\circ}$ мороза, а также гололедные отложения на плодовых ветках и виноградной лозе.

В дальнейшем, крайне неблагоприятные условия отмечались в третьей декаде января, когда после оттепельной погоды в первой и второй декадах января, в результате вторжения арктического воздуха вновь резко похолодало. В период 23-27 января среднесуточная температура воздуха составила $15-20^{\circ}$, что на $10-17^{\circ}$ ниже нормы. Минимальная температура воздуха понижалась до $21-26^{\circ}$ мороза, на поверхности снега $23-26^{\circ}$ мороза, в северных и восточных районах достигала $28-31^{\circ}$ мороза. Сильные морозы, были опасными для виноградников и плодовых культур, вследствие чего местами отмечены повреждения глазков и побегов виноградных насаждений (30-50 %) и местами гибель почек плодовых культур (абрикос, персик).

Для озимых культур, минимальная температура на глубине залегания узла кущения понижалась до $4-8^{\circ}$ мороза и как в преды-

душий период была выше критической температуры вымерзания. Однако местами она понижалась до 10-11° и была опасной для озимого ячменя и озимого рапса.

На ряде площадей, в северных районах области, где растения продолжительное время находились под снегом, при талой почве отмечалось выпревание таких посевов.

В феврале и начале марта неблагоприятных факторов для перезимовки зимующих культур не наблюдалось.

По результатам весеннего обследования на большинстве площадей озимые культуры находились в удовлетворительном и хорошем состоянии, слабые, изреженные и погибшие посевы составили около 16 % площади. В большей степени пострадали озимый рапс и озимый ячмень.

*Г. В. Ляшенко,
В. И. Суздальова,
Э. Б. Мельник*

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ННЦ «ИВиВ им. В. Е. ТАИРОВА»

Виноградарство Украины издавна считалось высокодоходной сельскохозяйственной отраслью. Основные виноградарские районы страны сосредоточены в Северном Причерноморье и включают центральные и южные районы Одесской, Николаевской, Херсонской областей и АР Крым. Небольшие площади промышленных виноградников есть в Закарпатской и Запорожской областях. Общая площадь виноградников в Украине на 2010 год составляет около 100 тыс. га.

Виноградное растение характеризуется экологической пластичностью. Однако величина урожая и, особенно, его качество в значительной степени зависит от геоморфологических, почвенных и погодно-климатических условий. Из множества известных экологических классификаций винограда две базируются на его отношении к климатическим условиям: морозоопасности и теплообеспеченности. По условиям морозоопасности территории выделяют границу укрывного и неукрывного виноградарства, а также сортовое размещение винограда по территории. Вторым критерием размещения являются условия теплообеспеченности, оцениваемые по суммам температур за теплый период. Не менее важна оценка заморозкоопасности и влагообеспеченности.

Ведущим научно-исследовательским подразделением виноградарской отрасли является «Институт виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова, которому в 2003 году придан статус Национального научного центра, а в 2005 году он отметил столетие своей деятельности. К приоритетным направлениям исследований института относятся экологическое обоснование оптимизации размещения виноградников на сортовом уровне, улучшение сортимента и повышение генетического потенциала сортов и клонов винограда для производства конкурентоспособной продукции, перевод размножения винограда на сертифицированную основу, разработка и внедрение новых марок вин из сортов винограда селекции института, организационно-экономической модели и механизма функционирования рынка винограда и вин.

На территории Национального научного центра «Институт виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова», расположенного на берегу Сухого лимана на расстоянии 25 км от центра Одессы, находится ведомственный метеорологический пост, который был основан в 1919 году по инициативе и при непосредственном участии ученого виноградаря В. А. Гернета. В организации метеорологических наблюдений большую помощь оказал основатель агрометеорологии П. И. Броунов. В проведении метеорологических наблюдений в 20-30-е годы принимали участие известные виноградары В. А. Гернет, С. А. Мельник, А. М. Негруль и А. Г. Мишуренко.

В 1947 году начинается работа по систематизации агрометеорологических данных. С 1963 года группой метеорологии под руководством кандидата географических наук Подгорной С. В. наряду со стандартными метеорологическими наблюдениями, проводились исследования по изучению влияния низких температур на процессы развития винограда, выполнена оценка условий морозоопасности и теплообеспеченности, определяющая темпы сахаронакопления. Практическим завершением агроклиматических исследований стало выделение климатических зон виноградарства в Одесской области. В 70-80-е годы проводились экспериментальные полевые исследования по изучению микроклимата в различных районах Одесской области, а также фитоклимата на орошаемых и неорошаемых виноградниках.

В 2005 году в ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова» была создана лаборатория агроклиматологии под руководством канд. геогр. наук, доцента Ляшенко Г. В. В ее задачи входит проведение наблюде-

ний, агроклиматические расчеты и систематизация данных и консультативное обеспечение всех подразделений института. К фундаментальным исследованиям лаборатории относится изучение пространственно-временной изменчивости показателей, характеризующих условия заморозко- и морозоопасности, тепло- и влагообеспеченности Северного Причерноморья применительно к разным сортам винограда. Актуальность таких исследований обусловлена современными изменениями климата и сортового состава винограда.

Так лабораторией выполнен ретроспективный анализ динамики и тренда разных агроклиматических показателей зимнего периода, выявлены особенности их изменения. В результате проведенного анализа установлено, что за период с 1962 по 2005 гг. на территории ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова» процент гибели глазков винограда изменялся от 2 до 93 % (рис. 1), а гибель глазков в пределах 80-95 % отмечается каждые 8-10 лет. Так в период с 1962 по 1978 год значительное повреждение винограда наблюдалось в 1963, 1967, 1968, 1972 и 1976 годах, когда гибель глазков достигала соответственно 80, 57, 58, 93 и 59 %. С 1977 по 1990 г. гибель глазков превышала 50 % в 1977 (88 %), 1985 (85 %) и 1987 (56 %) годах. В период же с 1990 по 2005 год, несмотря на значительное повышение зимних температур, таких случаев было 7 — в 1992, 1994, 1995, 1998, 2000, 2001 и 2002 года, а гибель глазков достигала соответственно 62, 60, 90, 70, 92, 52 и 50 %. Тренд, рассчитанный по методу наименьших квадратов, имеет вид обратной параболы и свидетельствует о снижении процента гибели почек винограда в период с 1962 по 1975 года. С 1976 по 1988 гг. отмечается наименьшая гибель глазков, а в последующие годы отмечается увеличение процента гибели глазков. Поскольку условия перезимовки растений определяются не только зимними условиями, а и предшествующими, проведен детальный анализ агрометеорологических условий осенне-зимнего периода, всего по 15 агрометеорологическим показателям.

Анализ динамики и тренда дат перехода температуры воздуха через 10, 5 и 0 °С осенью показал их сдвиг в последние годы на более ранние сроки (рис. 2). Наблюдается также уменьшение осенью продолжительности периода с температурами в диапазоне значений 10-5 и 5-0 °С. Выявлено снижения числа ясных дней в октябре. Статистический анализ величин агрометеорологических показателей осеннего периода, проведенный в разрезе соответственно

за 1962-1990 и 1991-2005 гг., также свидетельствует об изменении дат перехода температуры воздуха через указанные границы. Причем, если по средним за периоды датам расхождения не превышают соответственно 1-2 дня, то в отдельные года (экстремальные даты) они достигают 10-22 дней (табл. 1). По датам перехода температуры воздуха через 0°C расхождение, даже их средних значений, достигают 11 дней, а коэффициент вариации этих дат изменяется от 90 % в период 1962-1990 гг. до 190 % в период 1991-2005 гг. Даты же первых осенних заморозков, при почти неизменной их интенсивности, сдвигаются на более поздние сроки. Число ясных дней в сентябре и октябре уменьшается. Полученные результаты свидетельствуют об ухудшении условий осеннего периода для закалки виноградного растения, обуславливают недостаточное накопление пластических веществ в лозе и, как следствие, плохое вызревание лозы. Т. е., в последние 15 лет вероятность вступления винограда в зиму с низкой морозостойкостью возрастает.

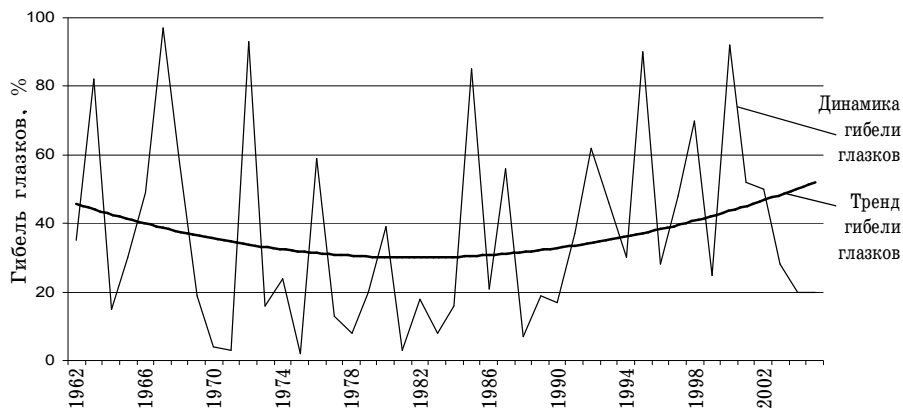


Рис. 1. Динамика и тренд процента гибели глазков винограда

Аналогичный анализ проведен по основным показателям зимнего периода. Выявлено повышение в период с 1991 по 2005 годы среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха зимой и средней минимальной температуры за холодный период, а также уменьшение высоты снегового покрова (рис. 3). Если в период 1962-1990 гг. средняя минимальная температура в холодный период снижалась до -10°C и ниже в 10 годах, то в период 1991-2005 гг. такое снижение наблюдалось только три раза — в 1997, 1998 и 2002 годах (табл. 2). Абсолютный минимум температуры воздуха

ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в эти же периоды соответственно наблюдался в 12 и 2-х годах. Выявлено, что в период 1962-1990 гг. минимальное значение среднего минимума температуры за холодный период равен $-14,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в период 1991-2005 гг. — только $-11,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Абсолютный же минимум за год соответственно в эти периоды соответственно составил $-24,5$ и $-20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Различия в максимальной высоте снежного покрова в январе за эти временные отрезки достигали 1 м (158 и 46 см), а в феврале — 35 см (100 и 65 см). Отмечается снижение характеристик межгодовой изменчивости почти всех показателей — коэффициент вариации во второй период почти для всех.

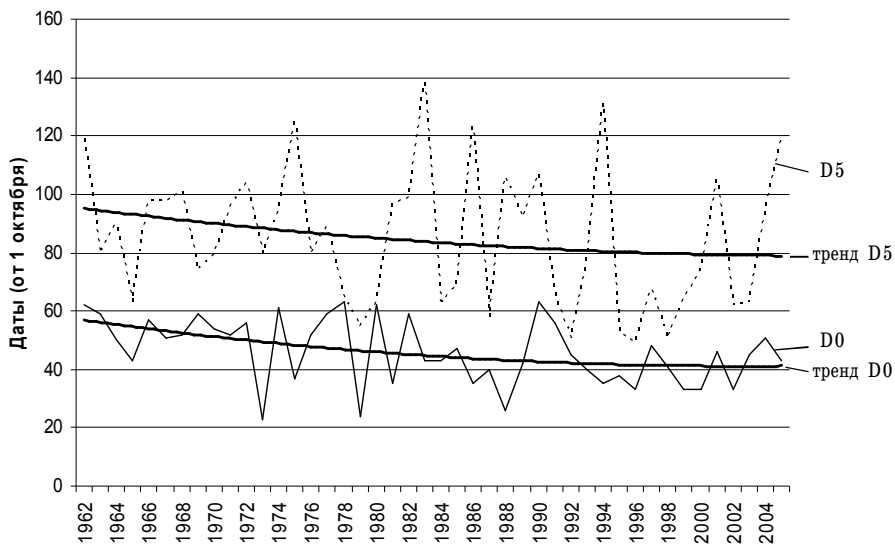


Рис. 2. Динамика и тренд агрометеорологических показателей периода осенней закалки винограда: дат перехода температуры воздуха через 5 и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ осенью (D5 и D0)

Исследования лаборатории являются составной частью ведущего направления ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова» — ампелоэкологического обоснования оптимизации размещения виноградников в Северном Причерноморье. Практическим завершением исследований данного направления станет агроклиматическое и ампелоэкологическое обоснование оптимизации размещения виноградных насаждений, создание кадастра виноградников и выделение мезо- и микрорайонов создания вин контролируемых наименований.

Таблица 1.

Временная изменчивость агроклиматических показателей
в осенний период

Показатель	Период	Статистические характеристики					
		$X_{\text{ср.}}$	$X_{\text{маx.}}$	$X_{\text{мин.}}$	A_x	σ	C_v
D10, дата	1962-1990	21.10	09.11	25.09	45	12,4	0,6
	1991-2005	22.10	04.11	16.10	19	5,3	0,2
D5, дата	1962-1990	17.11	02.12	23.10	40	12,6	0,7
	1991-2005	15.11	25.11	04.11	21	5,5	0,4
D0, дата	1962-1990	27.12	15.12	09.11	37	23,5	0,9
	1991-2005	16.12	08.02	13.11	86	30,3	1,9
Dz, дата	1962-1990	21.10	15.11	29.09	48	13,0	0,6
	1991-2005	30.10	10.11	14.10	27	8,4	0,3
Iv, °C	1962-1990	-1,5	0,0	-4,0	4,0	1,2	0,8
	1991-2005	-1,7	0,0	-3,6	3,6	1,2	0,7
Inn, °C	1962-1990	-1,1	0,0	-7,0	7,0	1,5	1,4
	1991-2005	-1,3	0,0	-4,5	4,5	1,2	0,9
Kx, дни	1962-1990	5,8	17	1	16	3,4	0,6
	1991-2005	4,3	9	2	7	2,4	0,6
Kx1, дни	1962-1990	2,9	9	0	9	2,6	0,9
	1991-2005	2,4	8	0	8	2,3	0,9

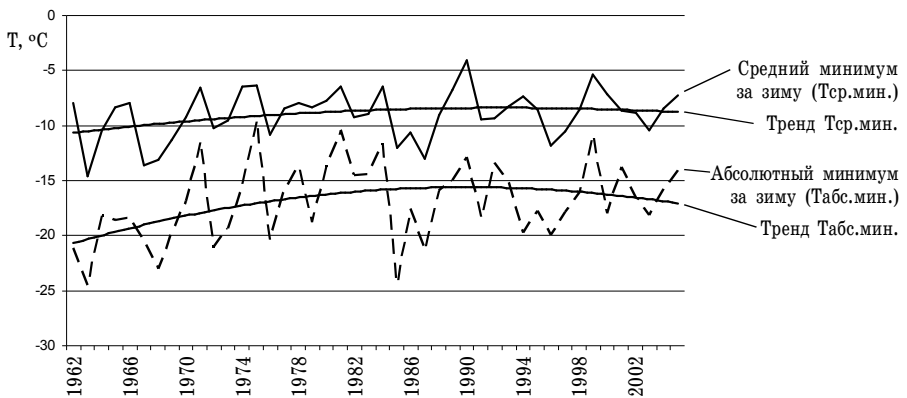


Рис. 3. Динамика и тренд агрометеорологических показателей
перезимовки

Таблица 2.

Изменчивость агроклиматических показателей зимнего периода

Показатель	Период	Статистические характеристики					
		$X_{cp.}$	$X_{max.}$	$X_{min.}$	Ax	σ	C_v
Тср, °С	1962-1990	-9,1	-4,1	-14,6	10,5	2,5	0,3
	1991-2005	-8,7	-5,4	-11,8	6,4	1,5	0,2
Табс.min, °С	1962-1990	-17,2	-9,5	-24,5	15,0	4,1	0,2
	1991-2005	-16,7	-10,8	-20,0	9,2	2,5	0,1
N, дни	1962-1990	64	108	11	97	27,2	0,4
	1991-2005	73	100	36	64	19,5	0,3
Н1, см	1962-1990	19,3	158,0	0,0	158,0	32,8	1,7
	1991-2005	18,0	46,0	0,0	46,0	13,8	0,8
Н2, см	1962-1990	26,5	100,0	0,0	100,0	31,3	1,2
	1991-2005	15,0	65,0	0,0	65,0	18,1	1,2
h1, см	1962-1990	49,0	133,0	3,0	130,0	32,5	0,7
	1991-2005	45,7	48,0	13,0	35,0	9,0	0,2

*М. М. Зинченко***ДНЕВНИК ВАХТЕННОГО МЕТЕОРОЛОГА****1. Одесса — Сута — Гибралтар***6 января 1987 год. Вторник*

Завтра Рождество, а мы уходим в очередной, 51 рейс. Нас 100 человек, членов экипажа. В 22.00. научно-исследовательское судно погоды, НИСП «Пассат» покинет 17 причал одесского морского порта. Уходим на точку «Чарли», в Северную часть Атлантического океана.

Точка Чарли — это кодовое название нашей океанской станции «С». В семидесятых годах СССР заключил соглашение с несколькими странами на исследование этой части малоизученного океана. В Атлантическом океане были намечены несколько точек, где должны постоянно нести вахту научные суда. Корабли погоды на своих точках держат СССР, Франция, Англия, Голландия, Швеция и Норвегия.

Морозный тихий вечер в Одессе. Яркая Луна и звезды отражаются в воде. В море тихо. Устраиваюсь и настраиваюсь на дли-

тельную морскую вахту. Сменил каюту 182 на свою 240. Необходимо уборка каюты. До выхода в рейс на судне досмотр. Поставили меня на перекрытие. Это — шлюпочная палуба, мидель, переход. Это на всякий случай, а вдруг кто-то во время досмотра прыгнет за борт или что-то попытается выбросить, или спрятать. Такое, оказывается, иногда случается. Необходимо вовремя предупредить такие действия окликом или применить силу. Не знаю как у других, стоявших на перекрытии, но на моем дежурстве не было подобных происшествий.

В рейсе, в мои обязанности входит наблюдение за погодой, за ее состоянием на протяжении вахты. На судне установлен относительно надежный метеорологический приборный комплекс, прошедший испытание соленой средой, вибрациями, электрическими и магнитными полями и прочими неблагоприятными для «железа» и электроники факторами. Более прогрессивные, но не продуманные до конца приборы, не выдержавшие испытаний, хранились в трюме до лучших времен, ожидая доработки.

Полученные характеристики метеорологических элементов необходимо обработать, записать в журнал наблюдений, в таблицы, заперфорировать на перфокарты и перфоленты, для компьютерной обработки, закодировать в соответствии с международным метеорологическим кодом и вручить радисту для передачи на метеоцентры Москвы, Одессы, Лондона, Ленинграда, Риги, Брекналла и других прибрежных метеоцентров.

7 января 1987 год. Среда

День в Черном море. Слабый ветер. Холодное небо покрыто слоисто-кучевой облачностью. С 11.00 в дрейфе. Выигрываем время для прохода Босфора утром, 8 января. На вахте буду с 04 до 08 и с 16 до 20, ежедневно. В 17.30 учебная тревога. Проверка навыков и знаний на случай катастрофы судна. Погода портится. Идет дождь. Дрейфуем. Вечером в столовой, после ужина, демонстрируется художественный фильм «Выйти замуж за капитана». История знакомства и любви капитана пограничной заставы и неуравновешенной молодой девушки фотокорреспондентки. Перед сном читаю Станислава Лема. На судне прекрасная библиотека. Обширное помещение по левому борту, на главной палубе. Библиотечный фонд состоит из справочной и художественной литературы. Можно всегда зайти и выбрать необходимую литературу, как для работы, так и для досуга.

8 января 1987 год. Четверг

В 08.00 на подходе к Босфору. Наблюдается поверхностное течение в сторону пролива. Прошел холодный фронт. Идет дождь. Босфор проходили с 08.00 до 10.00. Погода мрачноватая, пасмурно, низкая облачность. В Стамбуле, через пролив, строят второй мост, севернее старого. Уже готовы опоры. Натянуты троса через пролив, устроены пешеходные трапы на тросах. Работают монтажники. На выходе с пролива, на правом берегу, опрокинута на бок судно водоизмещением до 20 тыс. тонн. Далее еще одно стоит, с креном на правый борт. Судов в проливе и на подходе к нему много. На правом берегу виднеются руины старой крепости, стены тянущиеся вверх и вниз по холмам, а между ними башни, высокие круглые и многогранные меньших размеров. Вдоль правого берега, уходящая на юг, автомобильная дорога. Погода ухудшается. Усиливается ветер. Вечером фильм «Змеелов». Видел раньше. Ушел с первой половины. Немного устал после вахты. Судно качает. В Мраморном море, до самого пролива Дарданеллы дует северо-восточный ветер, с максимальной скоростью до 21 м/с. Штормит. Судно раскачивается на попутной волне. Высота волн до трех метров. Пошел снег. Температура воздуха упала до +1,2 °С. Температура воды +7,2 °С. Много попутных и встречных судов. Видимость ограничена из-за снега. Ночью прошел холодный фронт. Над Дарданеллами циклон.

9 января 1987 год. Пятница

На «Пассате» старый экипаж. Работали вместе в 49 рейсе. А вот капитан судна новый, Суворов Александр Егорович. Первый помощник капитана Борисов Алексей Федорович и второй помощник Ильюхин Геннадий Иванович с 48 рейса «Пассата». Помощник капитана по науке, канд. географ. наук Андрющенко Владимир. Начальник метеотряда Говорухин Виктор. Старший инженер Регентовский Евгений. Оба молодые, но уже опытные мореплаватели. А также техники отряда Высоцкая Оля и Черненко Людмила, у них громадный опыт работы на точке «Чарли». Выходим в Эгейское море. Стало теплее. Температура воздуха повышается, +8 °С. Вода уже +14 °С. Небо проясняется и к 08.00 по судовому времени, облачность составляла 7-8 баллов. Впереди, слева и справа, высокие греческие берега, острова рассыпаны по морю. В 15.35 проходим мыс Малая (женский монастырь у подножья скал). Море спокойное. Кучево-дождевая облачность. Солнечно. Но

все-таки прохладно. Слева греческий остров Китира. В 19.00 проходим мыс Мотапан. Впереди воды Средиземного моря.

10 января 1987 год. Суббота

Вошли в Средиземное море. С утра погода тихая. Ветер около 4 м/с. На судне ведутся наружные работы. Судовой доктор приглашает всех на уколы витаминами. Вечером усилился ветер. Получили штормовое предупреждение. Циклон на западе, над Пиренеями, идет навстречу нам. Ночью ожидается сильный шторм. Ветер до 30 м/с. Впереди Тунисский пролив. Тепло +15 °С. Температура воды + 16 °С.

Настиг нас шторм. Ветер до 20 м/с. Морская волна до 4 метров. Судно качает бортовая и килевая качка. Моя вахта. Я работаю в лаборатории. Здесь расположены регистрирующие приборы, цифровые индикаторы, самописцы, стрелочные приборы, оптические приборы для определения видимости в атмосфере, прибор «Гелиос» для автоматической обработки актинометрической информации, персональные компьютеры и прочие приборы, позволяющие не выходя с лаборатории отслеживать состояние погоды. Многие приборы сделаны руками судовых умельцев, специалистами ГОИНа. Но есть и наружный комплекс приборов, раскиданных по надстройкам судна. Впечатляет своей задумкой и простотой исполнения актинометрическая многометровая стрела, расположенная в носовой оконечности судна, на баке. С помощью ручной лебедки и оттяжек стрела с актинометрическими приборами заводилась в положение «за бортом», вперед вдоль оси судна, для выполнения измерений над водой, и в положение «над палубой», в штормовых условиях, когда измерения не производились. Для работы с актинометрической стрелой требовалась сноровка и сила четырех, а иногда и шести человек в условиях качки судна, а она была всегда. Но если приловчиться к повадкам стрелы и волнению моря, то можно завести и вывести стрелу в рабочее и нерабочее положение вдвоем, что и делалось не раз мною и Виктором Говорухиным под пристальным присмотром вахтенного помощника капитана, который наблюдал за нашими действиями с рулевой рубки.

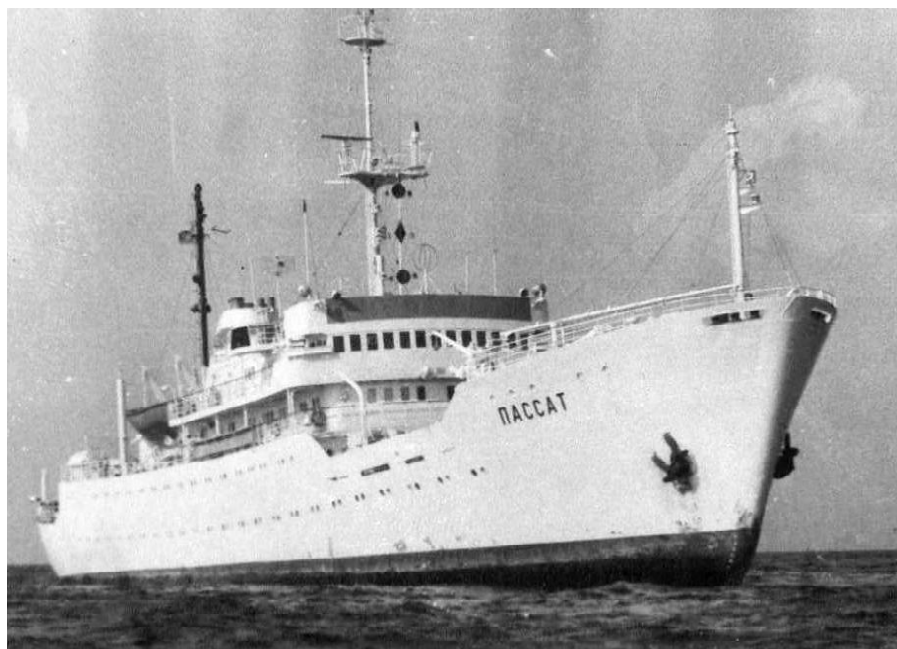
На пеленгаторной палубе установлен прибор для автоматического измерения атмосферных осадков, а также приемник и передатчик измерителя высоты нижней границы облаков. Здесь же выполнялись измерения прямой, отраженной и рассеянной солнечной радиации. Высоко, на фок-мачте, расположились датчики анеморум-

бометра, измеряющие параметры ветра. На мостиках лаборатории, размещался психрометр Ассмана, которым измерялась температура атмосферного воздуха и характеристики влажности воздуха.

Обязательно, на каждой вахте следили за температурой воды. Термометр опускался за борт в воду, на веревке, на глубину до одного метра, на ходу судна, затем подымался на борт вместе с морской водой в металлическом стакане, открывалась металлическая защитная створка, и выполнялся отсчет показаний термометра.

11 января 1987 год. Воскресенье

Шторм продолжается. Судно идет навстречу волне. Черпает воду носом. Брызги окутывают все надстройки. Выходить к приборам можно, но осторожно. Ветер усиливается. Появились сигналы бедствия с судов. Во второй половине дня волна достигла 6 метров. Скорость ветра 22-23 м/с. Ветер западный. Проходим Тунисский пролив. В 18.00 по курсу тонущее судно. Ему оказывают помощь другие суда. В Тунисском проливе ветер усиливается за счет орографии. Волна по-прежнему 6 метров. Облачность кучево-дождевая. К утру, 12 января, шторм должен стихнуть. Из-за шторма опаздываем в порт Сеуты. Скорость судна всего 5-6 узлов.



12 января 1987 год. Понедельник

К утру шторм стих. Небо прояснилось. Ветер ослаб до 13 м/с. Вышли с Тунисского пролива. Курс на Сеуту. Но впереди еще ожидается шторм. Много судов встречается по курсу. Слева ведет заправку подлодки иноземный танкер. Гигантская субмарина. Как она прошла Гибралтар? У меня на вахте два срока наблюдений, это в 03 и в 06 часов. Последний срок, с радиограммой в метеоцентры прибрежных держав, а также в Одессу и Москву. Условия наблюдений сложные, почти похожие на условия точки «С» (Чарли). Мне необходимо подготовить к техучебе ряд занятий по «Условиям развития осадков, туманов, ветра и волн на океанской станции «С» (Чарли)», а также НБЖ. Вечером фильм «Встретимся в метро» — 2 серии. Я после вахты. Отдыхаю. Читаю И. Ефремова «Сердце змеи». Кстати, о фильмах, их взяли в рейс столько, на сколько дней рассчитан рейс.

13 января 1987 год. Вторник

Шторм пришел, слабый. Идем вдоль северного побережья Африки. Видны вершины гор Тель-Атласского хребта, а в бинокль и селения на берегу. Проходим порт Алжир. До берега около 20 км. Хорошо виден силуэт маяка на мысе. В 12.30 нас облетал, очевидно, алжирский самолет и ушел в сторону африканского берега. Температура воздуха + 16 °С. А ночью была + 18 °С. Температура воды + 16 °С. Осенняя облачность над нами. Высоко-кучевые облака до самого африканского берега, а в сторону Европы видна полоска чистого неба и кучевые облака. Судов немного. Идут, в основном, южнее нас. Скорость нашего судна 13,5 узлов. Опаздываем в Сеуту. Может к вечеру, 14 января, будем там.

О Сеуте была статья в газете «Известия» за 13 января 1986 г. Это один из древнейших городов мира. Самая древняя человеческая цивилизация была на месте города. Сейчас в городе проживает около 100 тысяч человек. Это испанский город и порт на северном побережье Африки по соседству с Марокко, рядом с Гибралтаром. Прошли нулевой меридиан в 21.00. Теперь мы находимся в западном полушарии. До Сеуты сутки ходу, если не задержит шторм, который ожидается ночью.

14 января 1987 год. Среда

Ночью разыгрался сильный шторм. Сначала ветер усилился до 28-30 м/с и так держался с 02.00 до 05.00 утра. Волна поднялась до 5 метров. К утру ветер ослаб до 17 м/с, но волна достигла 7 мет-

ров. Море раскачалось. Это зыбь. Небо покрылось высоко-кучевыми облаками. Видны гористые берега Испании. Над ними чистое небо и кучевые облака. Идем со скоростью 2-4 узла навстречу волне и ветру. Судно сильно качает. Корма опускается так, что волны ее заливают. Температура воздуха к 06.00 резко понизилась до + 9 °С, а затем начала подниматься, но в течение дня была не выше +10 °С. В 15.30 ветер еще сильный и волна около 6 метров. Это не позволяет судну идти с нормальной скоростью. Имеем скорость пешехода. Три сухогруза следуют справа и сзади нас. Справа, вдали виднеются заснеженные горы м. Гота на испанском берегу.

Вечером судовое общество по борьбе с пьянством показало художественный фильм «Беда». Фильм о разложении и падении, в общем, доброго человека на почве алкоголизма. Жуткая вещь.

Сеута близко, но встречная зыбь не дает прийти в порт утром 15 января. Опаздываем из-за штормов на одни сутки. После вахт готовлюсь к занятиям по техучебе. Использую материал «Сборника климато-статистических данных по ОС «С» за 1976-1980 гг.».

15 января 1987 год. Четверг

Погода совсем испортилась. Идет дождь. Медленно приближаемся к Гибралтару, к Сеуте. Выжидаем разрешения на заход в порт. Шторм притих. К 09.00 подошли к Сеуте. Дождь идет. Видимость до 4 км. Стали на рейде. Рядом стоят другие суда и среди них наш танкер «В. Полетаев». В порт зашел испанский военный корабль. Стоим на рейде. Разрешение на заход в порт получили к 12.00. Не холодно. Температура воздуха + 12 °С. Разрешили выход в город. Я не пойду. С 14.00 до 20.00 я в досмотровой комиссии. Комиссия выдает уходящим в город пропуска, регистрирует их уход и прибытие. Дождь идет целый день, а люди уходят в город. Через 2-3 часа возвращаются, промокшие, озябшие, но с покупками.

Стоим у причала, под горой, которая расположена с восточной стороны Сеуты. Выход в город сразу же, от причала. Судно пополняет запасы воды и топлива. С 18.00 дождь прекратился. Над европейским берегом Испании, со стороны Гибралтара чистое небо, оно все расширяется и приближается к нам. Вечер тихий, холодный и звездный. Взошла полная Луна. Зависла над крепостью на горе и кажется, что никаких штормов и дождей и не было. Холод на севере теплой Африки нам не понятен. Но и над Европой сейчас холодно, она рядом, во Франции обильные снегопады.

К 20.00 весь экипаж в сборе. Подвезли продукты. Это овощи, фрукты, рыба, мясомолочные продукты и прочая снедь для длительного плавания.

16 января 1987 год. Пятница

Утро в Сеуте холодное. Небо чистое. Солнечно. Ухожу в увольнение, в город. Нас трое в группе, Виктор Говорухин, Виталий П. и я. Легко одетый Виктор, в куртке на рубаху безрукавку, бежит, чтобы согреться. В городе, как всегда, людно. Одеты все не очень тепло. Часто встречаются арабы (марокканцы) в своих полосатых и длинных халатах с капюшонами. Магазины переполнены разнообразными товарами, но в основном японской аппаратурой (радио, теле, магнитофоны, фото и киноаппараты, всевозможные калькуляторы, часы и прочее). На базаре много фруктов и овощей. Впечатляет крупная молодая картошка, разнообразная рыба, которую тут же и разделяют для покупателя. Очень аккуратные свежие куски говядины и свинины. Разные копчености, колбасы. Не спеша обошли почти весь город. Зеленые пальмы и апельсиновые деревья на улицах напоминают нам, что мы на юге. Город с востока закрыт горой, на вершине которой древняя крепость. Гора в зарослях зеленых деревьев. На западе также горы. Горный массив повыше восточного. В горах видны долины и небольшие селения. Там Марокко. Если пройти 200-300 метров на юг от центра города, то перед глазами откроется вид на уютную гавань, с пляжами, на рейде стоят суда, далее земли Марокко. Туда когда-то вела железная дорога. Тоннель соединял Сеуту с марокканской территорией, но вот уже много лет железнодорожное сообщение прекращено по решению короля Марокко. Гавань надежно закрыта горами от атлантического влияния. В 1985 году, в конце лета, мы купались и загорали на пляже гавани. Было тепло, солнечно и тихо. Вода была прозрачная. Видны под водой камни и морские ежики, притаившиеся под ними. Это было тогда, летом. А теперь зима, но вид гавани привлекательный, настраивает на отдых и лето.

До 13.00 нам уже надоело бродить по городу. Прикинув, что можно купить на обратном пути, с рейса, мы решили возвращаться на судно. Холодовато все-таки. Я холода не чувствовал, оделся нормально, куртка, свитер, спортивная шапочка, а вот ребята замерзали.

Хороший день. Много солнца. После мрачных штормовых дней это особенно приятно. Но по-прежнему холодно. Температу-

ра воздуха около + 12 °С. Свежий ветер с пролива. Хорошо виден Гибралтар. Гора похожая на спину двугорбого верблюда. Вода в проливе бирюзовая с бегущими барашками пены.

После обеда, в 15.00, судно начало готовиться к отходу. В 18.00 уходим на океанскую станцию «С». Моя вахта до 20.00.

В проливе свежий ветер. Видимость хорошая. Солнце зашло. Гибралтар сияет огнями. Огни видны до самой вершины горы. Узкая полоска огней Сеуты виднеется позади. Впереди Атлантический океан. Его воды устремляются в пролив. Течение ощутимо. Меняется характер волнения и качки судна.

Вечером свободные от вахт смотрят художественный фильм «Я научу Вас мечтать».

2. Гибралтар — Океанская станция «С»

17 января 1987 года. Суббота

Прошли Гибралтарский пролив. Мы в океане. Позади осталась Европа. Слабые голоса береговых радиостанций еще слышны, но и они скоро прекратят свое звучание. Музыкальный эфир Европы настолько насыщен, что к нему невольно привыкаешь, и сейчас, когда все звуки исчезают, кажется, что тебя окружает пустота и только рокот океана напоминает, что ты уже в его власти. После вахты, с 04 до 08 утра, я занят в лаборатории приборами. Идем по разрезу на северо-запад со скоростью 14 узлов. Погода ласковая, манящая. Ночь была ясная. Утро тихое. Ветер около 5 м/с, но океанская зыбь начинает покачивать судно. Азорский максимум дает знать о себе высоким атмосферным давлением, 1027 мб. Но скоро, через пару дней, мы уйдем от него и попадем под влияние Исландского минимума, с его штормовыми ветрами и осадками.

Собрал для очередного номера судовой стенгазеты «Атлантика» материал. Статьи о задачах рейса написали Борисов Алексей Федорович и Андриющенко Виталий Федорович, статьи о мониторинге загрязнения океана написали Волков Владимир и Подгурская Елизавета.

С 10 градуса западной долготы, в 18.00 по Гринвичу, передал первую метео-радиограмму в Брекнелл, Англия. До океанской станции судовое время переведется по Гринвичу еще не раз. Началась работа по международной программе, но и отечественные интересы выполняются. Каждый час океанологи начали делать станции на стандартном разрезе. Отбираются пробы воды для гидрохимических анализов, измеряются характеристики океанских глубин. Рельеф дна океана был бы интересен также и для «подводных альпинистов».

Вечером, после ужина, началась рыбная ловля. В свете прожекторов замелькали тени любопытных кальмаров, соревнующихся в скорости с нашим судном. Рыбаков мало, большинство любителей на вахте. Первого кальмара, длиной чуть больше метра, поймал начальник аэрологического отряда Полоник Петр Тимофеевич. Кальмар на палубе. Сопит, фыркает, сердито смотрит на людей большими черными, круглыми глазами и на всякий случай оставляет на палубе громадное иссиня-черное пятно, на память матросам.

В 21.00 в столовой демонстрируется фильм «Человек-невидимка». Смотрел фильм с интересом. Прекрасная музыка и песня. В главной роли молодой Михаил Казаков. Раньше, давным-давно, я видел фильм с этим названием в постановке англичан. Мрачноватая история.

18 января 1987 года. Воскресенье

Погода отличная. Азорский антициклон постоянен. Моя вахта. Лунная ночь над океаном. Тепло, + 13 °С. Тихо, ветер около 3 м/с и только океанская зыбь, 1,5-2,0 метра, качает судно.

К утру появились перисто-слоистые облака. Яркое гало и венец окружили светило. Через час положение изменилось. Небо закрыли перисто-кучевые и высококучевые облака, а перед рассветом низко пробежали слоисто-кучевые облака, но перед восходом солнца небо начало проясняться. Остались перистые облака и немного слоисто-кучевых.

После вахты отдых. Но необходимо готовить новый выпуск стенгазеты, посвященный ленинским дням, к 21 января. Первый помощник капитана Борисов Алексей Федорович дал материал. К 14.00 выпуск готов. Поместили рядом с предыдущим номером.

Сегодня необходимо подготовить тему к занятиям по технике «Особенности работы на океанской станции «С».

Экипаж обменивается радиограммами с родными. Получил и я весточку из дому. Все хорошо. Ответил.

19 января 1987 года. Понедельник

Ночь тихая. Душно и влажно. Температура воздуха + 15 °С, а относительная влажность 89 %. Облачность 10 баллов. Идем по стандартному разрезу, делая короткие остановки для выполнения станций. Работы для океанологов хватает. Метеорологический отряд снабжает их хорошей погодой. Падая от усталости, иногда, ребята из океанологического отряда, хотели бы ухудшения погоды, усиления ветра, роста высоты волны. В таких условиях выполнять

станции опасно. Но это шутки ради, так говорят. Работа у них титаническая. Все время в воде. Мокрые. На ветру и под дождем, под брызгами набегающей волны они собирают информацию об особенностях основных течений в океане, о переносе водных масс, тепла и солей на различных глубинах и многое другое, что интересует науку об океане.

В 17.00 техучеба. Доложил свою тему. Обсудили. Поделились своими наблюдениями. Метеорологический отряд небольшой. Специалисты — это техники с большим плавценом, с опытом работы в экстремальных условиях плавания. Однообразия в работе нет, а потому необходимо постоянно учиться.

Вечером художественный фильм «Бой после победы». Это продолжение сериала о разведчике по фильму «Конец Сатурна» и др. Рыбаки, свободные от вахт специалисты, на станциях ловят кальмаров.

По вечерам работает судовой ларек. Можно взять продукты, фрукты, соки, минеральную воду, мед, мясные или рыбные консервы, сигареты, конфеты и подкрепляться после столовой. А можно набрать продуктов домой, за пару дней до возвращения, в качестве гостинца.

20 января 1987 года. Вторник

Незаметно прошел день. Без напряжения. До обеда было пасмурно. Затем небо прояснилось и к вечеру стало тепло и ясно. Хотя ветерок был около 10 м/с. После захода солнца повысилась влажность. Волнение слабое, около 2,5 м. Медленно, со станциями на разрезе, идем к точке Чарли, где нас ожидает 35-дневная вахта.

В этих водах, в ночное время, иногда наблюдается свечение воды. Вода искрится вслед за судном. Свечение в пузырьках воздуха, у ватерлинии, и наиболее яркое в зоне действия винта. Кильватерный след судна мерцает некоторое время и затухает. Причина свечения, очевидно, в обилии планктона в воде и других микроорганизмов. Они возбуждаются в бурных потоках воды у корпуса судна и гребного винта, и светятся. Сейчас это явление отсутствует.

Бурлака Володя нарисовал серию шаржей в стенгазету. Будет мне помогать. Умеет хорошо рисовать. Особенно ему удалось шаржи на друзей. Смешно и до обиды остро. Надо подготовить следующий выпуск стенгазеты. Кроме стенгазеты на судне работает и радиогазета. В ее передачах участвуют все желающие поделиться своими талантами со слушателями. Ребята стараются и получают прекрасные концерты. Исполнялись авторские песни под гитару и

песни любимых поэтов и композиторов. Благодаря массовости участников, наша стенгазета «Атлантика» и радиогазета завоевали на флоте ГОИНА первое место и главный приз магнитофон «Маяк».

Вечером вторая серия фильма «Бой после победы». Раскрыта крупная террористическая организация в Восточной Германии. Крамер возвращается домой.

21 января 1987 года. Среда

Ночная вахта прошла нормально. Выполнил два срока наблюдений, в 06.00 и 09.00 по Гринвичу. Погода устойчивая. Пасмурно. Низкая облачность.

Умеренный ветер. Волнение до трех метров. После обеда ветер усилился до 15 м/с. Волна поднялась до четырех метров. День рядовой, ничем не примечательный. Чайки носятся над судном и сопровождают его день и ночь. Ровно гудит машина и со скоростью 13-14 узлов, с остановками на станциях, идем на ОС «С». Там третий день бушует шторм. Но волна всего лишь семь метров, а рядом, на северо-востоке девять метров. Зыбь достанет и нас. Океан неторопливо раскачивается ожидая нас.

На точке «С» нас ждет экипаж НИСП «Виктор Бугаев». На этом судне я сделал первый рейс на Ньюфаундлендский полигон. Это у берегов Канады. На юго-восток от острова Ньюфаундленд. Там судно ходит галсами, выполняя станции и запуская радиозонды. Длина галса около 500 миль. И так семь галсов, а между ними еще и переходы. Метеорологические наблюдения по полной программе. Хватает работы и геофизикам и гидрохимикам.

Сегодня вечером художественный фильм «Третьего не дано». Не смотрю. Необходимо отдохнуть перед вахтой.

22 января 1987 года. Четверг

Попутный ветер работает вторые сутки. Судно раскачивается с борта на борт. Медленная бортовая качка. Ход судна становится не очень устойчивым. Облачность 10 баллов. Иногда появляются просветы в облаках, и Луна позволяет более точно определить форму облаков. В ясные вечера низко над горизонтом ручкой ковша вниз висит Большая Медведица, размеры огромны из-за толщи атмосферы, а во второй половине ночи она почти в зените и значительно меньших размеров. Делаем станции, запускаем радиозонды, непрерывно наблюдаем за атмосферными процессами и волной.

После вахты решил постирать все шторы. Мне кажется, что их вообще никогда не стирали. Морская соль и пыль в них накап-

ливалась веками. В каюте уютно и тепло. Под каютой котел. Хорошо слышен гул машины, ощутима вибрация корпуса судна. Экипаж живет на главной палубе. Рядом столовая. Там постоянно грохочет посуда. Кормят нас прекрасно, четыре раза в сутки. На ночной вахте также можно подкрепиться бутербродами и чаем. За время рейса многие прибавляют в весе. Мало двигаются. Работа у метеоролога достаточно подвижна. Постоянно на свежем воздухе. С лаборатории виден горизонт, небо и волнение океана. Метеоролог постоянно общается с вахтенным помощником капитана и радистами. Маршрут движения метеоролога от полубака до кормы по горизонтальной оси судна, а по вертикали от деревянной палубы до пеленгаторной палубы. Хорош тренаж для мышц ног и дыхалки. Во время шторма работают руки, когда ноги не находят палубы.

Гешилин Юра и Подгурская Лиза подготовили статьи в очередной номер стенгазеты, а Бурлака Володя предложил потрясающие карикатуры.

23 января 1987 года. Пятница

Штормовая ситуация. Ветер усиливается. Волна растет, достигая 6 метров. Судно сильно крениться с борта на борт. Волны захлестывают палубу. Днем, после обеда вышел на мидель, пройти 1000 шагов. Это моя постоянная, ежедневная привычка. Без ходьбы слабеют ноги за время рейса. Проверено на практике. Можно ослабнуть так, что сил не хватает для ходьбы по городу во время увольнения и на подъем по трапу, возвращаясь на судно. 1000 шагов можно наверстать вокруг миделя, мимо кают-компаний, по шлюпочной палубе, делая 10 кругов. Несколько минут на свежем воздухе, под брызгами набегающих волн. Ходят многие, как тени мелькая мимо иллюминаторов, удивляя ленивых. Очень полезная привычка. Ветер, солнце и волна более шести метров бодрят, тело наливается силой.

Появилась дымка. Волны медленно раскачивают судно. До океанской станции осталось 300 миль.

24 января 1987 года. Суббота

Есть время не торопиться. Идем не спеша по разрезу, делая станции и запуская радиозонды. Погода пасмурная. Ветер ослаб, около 10-12 м/с. Высота волн уменьшилась до 4 метров. Синоптики ожидают туман. Но тумана все нет и нет. Это их огорчает. Суровое время зима, а здесь, в океане, тем более. Ничего живого в воде не видно. Исчезли кальмары. Они любят теплую воду. Толь-

ко чайки нас сопровождают. Бесчисленное их множество. До ближайших берегов тысячи миль, а они живут день и ночь на воде. На точке «С» чайки давно прижились. Ведь там постоянно находится одно из наших суден. В штормах они рядом, выдерживают холод и бурю, постоянно находясь на воде или в воздухе.

3. Океанская станция «С»

25 января 1987 год. Воскресенье

Туман, которого так долго ждали синоптики, появился. Появился на моей вахте в 05.20 по Гринвичу. Даю штормовую радиограмму в Москву, Одессу и на Брекнелл. Туман плотный и устойчив, на целый день. До ОС «С» 17 миль. Идем на сближение с НИСП «Виктор Бугаев» видимость от 100 до 200 метров. Наши суда наконец сблизились. Обменялись по радио приветствиями. На «В. Бугаев» на вахте, в метеотряде, Жора Кузнецовский, профессиональный моряк. Я с ним работал в своих первых рейсах. Исключительной выдержки и самообладания человек. Очень точен в работе. Сегодня он предлагает выполнить сверку приборов на совместимость их показаний. Приборные комплексы на судах идентичны. Началась сверка показаний приборов. Туман не ослабевает. Моросит дождик. Волна до 4,5 метров. Ветер 10 м/с.

Пришел мотобот с «В. Бугаева» с продуктами, приборами и пр. Все наши пишут письма домой. Пишу письмо домой и я. Но мотобот ушел назад раньше, около 14.00 и все наши письма и метеоматериалы остались. Решают — как их отправить. Снарядили мешок непромокаемый на спасательном кругу, сблизились с «В. Бугаевым» на 100 метров (видны лица моряков) и опустили круг в море.

Там перехватили наши послания.

Вечером суда сблизились еще раз, для прощания. Звучат протяжные гудки на судах. На «В. Бугаев» звучит веселая музыка. Они успешно окончили еще одну международную вахту. Им весело и радостно. Они возвращаются домой. Через три недели они увидят Одессу, затем «Нью-Белары» и будут отчитываться за проделанную работу, и будут отдыхать перед новым рейсом, пару недель. Вот их судно удаляется от нас, становится еле заметным в тумане и только огни еще различимы, а затем и они исчезли. Слышен прощальный гудок и наступила тишина. Мы остались на точке Чарли одни. Приступаем к работе. Каждый час измерения проводят все отряды. Метеорологи, ежечасно сообщают погоду в Брекнелл. Наши координаты 52°45' с.ш. и 35°30' з.д. Судно бу-

дет дрейфовать в квадрате 10 на 10 миль в течение 35 дней. Под нами глубины от 4000 до 5000 метров. Дно океана довольно рельефно, подводные скалы, каньоны, плато и подводные течения. Здесь встречаются холодное Лабрадорское течение с Канады и теплое Северо-Атлантическое течение Гольфстрима. На стыке фронтов зарождаются вихри, увлекающие воды океана и прилегающий атмосферный воздух в движение. Здесь зарождаются атмосферные циклоны, идущие на Европу. Это кухня погоды. Где-то рядом на дне лежит, затонувший в 1912 году, пассажирский «Титаник». До канадского берега около 3000 миль, до Шотландии столько же. Сегодня только туман со слабым дождем. Посмотрим, что нас ожидает дальше, какие сюрпризы заготовила нам эта кухня.

Вечером комсомольцы организовали дискотеку в кают-компании. Остальные, свободные от вахт, смотрят художественный фильм.

26 января 1987 года. Понедельник

Двадцатый день рейса. Первый день работы на ОС «С». Туман закончился между 13.00 и 14.00 по Гринвичу. Ветер усилился. Волна зыби, более 4 метров, раскачивает судно. Дрейфуем на малом ходу. Температура воздуха понижается. Облачность поднимается и к 19.00 по Гринвичу дождь закончился. На западе видна полоса чистого неба. Моя вахта прошла как раз на смене форм облачности и характера погоды. Атмосферное давление повышается. Мы на гребне давления. Ветер разворачивается на западный. Не видно дельфинов и китов. Холодно для них. Температура атмосферного воздуха + 5,5 °С, а температура воды также + 5,5 °С.

После обеда техучеба. Доложил об особенностях осадков и туманов на ОС «С».

Вечером можно посмотреть фильм «По следам уголовного розыска». О ликвидации банд грабителей, руководимых немецкой разведкой в Минске.

27 января 1987 года. Вторник

Погода улучшается. С утра солнце. Ветер до 13 м/с, северо-западный, холодный. Температура воздуха + 4,0 °С. Облачность слоисто-кучевая и высоко-кучевая. Мне предложили ознакомиться с устройством и работой японского фотометра. Прекрасная вещь. Может решать проблемы актинометрических измерений. Размер фотометра соизмерим с размерами пачки болгарских сигарет. Можно положить в карман. Табло цифровое. Показания прибора в калориях, полученного от объекта тепла. Вес 200 грамм. А теперь сравним с нашим, хотя бы пиранометром Янышевского. Он хра-

нится в футляре размером (мм) диаметр 180 на высоту 241. Вес 2,6 кг. В состав прибора входит головка пиранометра с откидной плитой и уровнем, защитный экран и гальванометр. Полученный отсчет необходимо еще перевести в калории. Обидно, что нас постоянно обгоняют другие. Такие фотометры у нас делались в ИЭМе (Институт экспериментальной метеорологи), где я работал в семидесятых годах. Мы делали фотометры, спектрофотометры, для полевых работ, малогабаритные и самолетные для аэроспектрофотометрических работ. Идея та же, но мы опоздали с широким внедрением в практику собственных технических новинок. Японцы нас обскакали. И это не только в актинометрии.

После обеда атмосферное давление начало падать. Ветер развернулся на восточное направление. Скорость ветра 6 м/с. После прояснения небо опять заволочили облака. Чайки парят над судном, стаями носятся над волнами и садятся на воду. Питаются мелкой рыбой и сбросами судна. Ночью чайки отдыхают на воде, а более смелые летят на огни судна, садятся на мачты. Прилетают и более крупные чайки, с размахом крыла более метра. Эти летают в одиночку.

После обеда, с кормы судна, появился кит, длиной до 15 метров. Фыркал, пускал фонтаны и нырял на 10-15 минут, чтобы появиться то слева, то справа по борту судна. Мне не удалось хорошо его разглядеть, был занят измерениями. Думаю, что еще появиться возможность понаблюдать китов.

Сегодня, после обеда, смена постельного белья. Это делается каждый вторник. Стирку своих тряпок делаешь сам в судовой прачечной, в стиральных машинах.

На судне постоянно действует сауна и душевые с пресной водой. Без ежедневного душа нельзя. Душ снимает усталость. Настраивает на работу или отдых. Сауна лечит, снимает простуду и всякую хворь.

Любую весть с Родины можно услышать по судовому радио. Вот и сейчас слышно о партийной реформе. Я беспартийный, но думаю, что реформы давно нужны.

Вечером, как всегда, фильм. А перед фильмом короткометражка об алкоголиках. Угнетающее зрелище.

28 января 1987 года. Среда

Ночная вахта. Ливневые осадки. Атмосферное давление падает, в среднем на 4 мб за 3 часа. Ветер усиливается. Надвигается циклон. Уходить некуда. Прятаться негде. Ветер восточный. Ветровая

волна навстречу зыби. В радиограмме оставляю зыбь, как преобладающую. Короткая и не высокая ветровая волна на волнах зыби в ночное время визуально не определима, так я считаю, но не знаю как считает Брекнелл. Радиограмма прошла. Замечаний нет.

День прошел незаметно. Виктор Говорухин предложил позаниматься после вахты на ЭВМ «Минск-32». Я согласился. Начнем завтра с 09.00 до 10.00.

Входит в норму ежедневная ходьба после обеда и дополнительная зарядка с 04.00 до 04.15 на утренней вахте. Кроме того короткая зарядка с 11.30 до 11.40 и с 15.15 до 15.30. Зарядка на воздухе, в любую погоду. Иначе нельзя. Нет физической нагрузки. Организм дряхлеет. На берегу, в отряде градозащиты, по утрам, я бегал три километра ежедневно по берегу моря, разгоняя чаек и прыгая через ужей, гадюк и полозов, которые грелись с утра на солнышке.

Вечером кинофильм «Приступить к ликвидации». Сегодня первая серия. Немного посмотрел. Видел когда-то. Свободные от вахт играют в шахматы, домино, шашки, нарды, бильярд. Есть свои чемпионы. Я играю в шахматы не часто. Домино не люблю. Время в игре проходит незаметно. Внизу, в одном из помещений есть спортзал. Есть штанга, гири, гантели. Здесь моряки наращивают силу, формируют торс.

Решил почитать Жюль Верна. В библиотеке взял «Кораблекрушение», чтобы добавить остроты опасности. События фантастические в Магеллановом проливе. О свободном обществе, случайно образовавшемся на необитаемом и плодородном острове.

29 января 1987 года. Четверг

Вчера началась морось, перешедшая в дождь. К утру осадки прекратились. Небо прояснилось, но ненадолго. К 06.00 по Гринвичу появился туман испарения. Температура воздуха + 3,7 °С, а температура воды + 5,2 °С. Дал штормовую радиограмму в Москву и Одессу. Сильные помехи. Ночью, очевидно, без облаков можно было бы увидеть полярное сияние. Чаще всего с ним связаны радиопомехи и даже прекращение радиосвязи на несколько дней в этом районе океана. Год назад, 8 февраля, я наблюдал такое сияние. Атмосфера светилась в северном направлении. По общему светлому фону наблюдалось перемещение светлых волн большой яркости от горизонта до угла в 60 градусов с частотой 2-3 волны в секунду. Волны перемещались неравномерно. В различных частях полярного сияния наблюдалось появление лучей, распростра-

няющихся, как с запада на восток, так и обратно. Цвет лучей менялся от белесоватого до желтого. Тогда полярное сияние наблюдалось с 3 до 6 по московскому времени.

Радиограммы переданы после моей вахты. Утром, с Виктором Говорухиным, работаем на ЭВМ, вернее я учусь работать на ЭВМ. Необходимо освоить все манипуляции оператора ЭВМ и программы. За неделю-две надо справиться, а дальше отработать навыки.

Дневная вахта прошла спокойно. Погода на ОС «С» в конце января установилась однородная. Морозящие осадки. Низкая слоистая облачность, туманы. Но впереди лютый февраль.

После вахты готовлюсь к техучебе. Моя тема доклада «Режим ветра и волнения на ОС «С». А вечером фильм «Признать виновным». Фильм о подростках. О жестоком мальчишке, его друзьях и их увлечениях, о мальчишке с обеспеченной семьи. Для родителей полезно.

30 января 1987 года. Пятница

Ночная вахта началась с тумана. На этот раз синоптики не ошиблись. Туман держался недолго, с 06.10 до 07.30 по Гринвичу. Утром, с Виктором, работали на ЭВМ. Сегодня легче. Выполнил тиражирование таблиц метеоданных. Изучаю конспект по обработке данных на ЭВМ. В конспекте несколько программ. Трудно, но надо освоить.

К вечеру ветер усилился. Аэрологи зондируют атмосферу. Запускаются зонды с датчиками температуры, давления, влажности, направления и скорости ветра. Радиозонд понимается на эластичном шаре, наполненном безопасным гелием. Передатчик радиозонда, по мере подъема, непрерывно передает информацию о состоянии атмосферы на борт судна. На борту информация радиозонда автоматически принимается ПИРСами и обрабатывается КАНАРами, то есть, преобразователем информации радиолокационных сигналов и комплексом программ обработки аэрологической информации. В свободном полете радиозонд может находиться несколько часов, поднимаясь в высь и удаляясь на сотни километров, непрерывно передавая данные от своих датчиков. С подъемом в стратосферу шар увеличивается до гигантских размеров и лопается, прекратив свою миссию. За полетом радиозонда непрерывно следит специальная радиолокационная станция судна. Аэрологические данные с нашего судна и других судов погоды поступают в Союз для дальнейшего анализа и составления долгосрочных прогнозов.

А наши синоптики, сегодня, предсказывают ухудшение погоды на завтра, 31 января. Готовимся встретить шторм. Мы задраили

иллюминаторы на «броняшки» и закрепили имущество в каютах, в лабораториях и даже в трюме. Завели актинометрическую стрелу. Справились втроем, Говорухин, Регентовский и я.

Готовлюсь к политзанятиям. Тема «Резервы повышения эффективности». Это на вторник, 3 февраля, а 2-го февраля техучеба.

Вечером смотрим фильм «Кто стучится в дверь мою». Фильм цветной. О приключении девушки, попавшей на вечеринку, и о ее новых друзьях.

31 января 1987 года. Суббота

Ночью ветер усилился до 15 м/с, в порывах до 19 м/с. Морось к утру смешалась с обложным дождем. Целый день идет дождь. К 20.00 ветер ослаб до 2,5 м/с. дождь прекратился. Появились звезды. Наблюдается волна зыби трех систем. Похоже, на то, что центр циклона совсем рядом, или уже над нами. Атмосферное давление упало до 972 мб. Ждем худшего.

Подготовлен материал для стенгазеты. Первый помощник капитана Борисов Алексей Федорович активно участвует во всех выпусках. Вот и сегодня предложил свою статью. Подготовлен материал и к политзанятиям.

Вечером, перед фильмом, помощник капитана по науке Андрющенко Владимир, прочитал лекцию об угрозе загрязнения атмосферы Земли. Далее смотрели фильм «Вина лейтенанта Некрасова», Казахфильм. О судьбе летчика Некрасова во время войны и после.

1 февраля 1987 года. Воскресенье

Неделя на точке «С». Январь ушел со своим ветрами, дождями и туманами в прошлое. Очень длинный был месяц. Впереди февраль. Шторм все-таки достал нас. Треплет судно и наши нервы уже сутки. Ветер до 27 м/с, а высота волны более 8 метров. Иногда судно дает неприятные крены до 40 градусов. Выйти на шлюпочную палубу невозможно. Вода гуляет по судну свободно. Ходьба прекращена. В иллюминаторах видны то низкая облачность, то сплошная бушующая вода, когда судно лежит на боку. Вода хлещет по иллюминаторам рулевой рубки, а ведь она выше ватерлинии на 10 метров. Судно устойчиво. Уж если дало крен, то с этим креном долго идет. Машина работает на пределе. Скорость около двух узлов. Капитан старается не выскочить за пределы квадрата точки Чарли. Ходьба внутри судна напоминает цирковые номера, когда ходить приходится по плитусам и переборкам, перебирая руками поручни трапов в коридорах.

После обеда ветер начал стихать. К 19.00 GMT ветер всего 12 м/с. Волнение также ослабело. Но зыбь еще держится на уровне 6-7 метров. Похолодало. Температура воздуха + 1,5 °С. Дрейфуем. До этого штормовали.

Вечером художественный фильм «Дело судьи Иванова». Я не смотрю. Необходимо готовить машинную обработку метеоданных, готовлюсь к техучебе и политзанятиям. В библиотеке взял книгу по искусству Древней Эллады. Легко читается, увлекательно. Интересные разделы о первобытном искусстве, об искусстве древнего мира и средних веков, много иллюстраций.

22 февраля 1987. Воскресенье

Три недели трудной погоды позади. Изматывающие штормы отбирали последние силы. Вахта за вахтой проходили одна за одной, похожие друг на друга. Ежечасные наблюдения за метеообстановкой. Ежечасные составления метеорадиограмм и отправка их в Брекнелл. Запуски радизондов при любой погоде. Постановка автоматической буйковой станции АВС океанологами. Составление синоптиками прогнозов погоды. Отбор гидрохимических проб гидрохимиками. Твердое руководство работами пом. капитана по науке Андриющенко В. Упорный труд геофизиков, электронщиков и компьютерщиков. И все это выполнено благодаря высокому классу работы общесудовой команды, матросов, электриков, механиков, офицерского состава во главе с капитаном Суворовым А. Е.

По поводу АВС можно написать целый труд. Станция позволяет заглянуть на значительные глубины океана. У нас она добывает информацию с глубин до 5 000 метров. Что она собой представляет? На поверхности океана мы видим буй — это большой пенопластовый цилиндр — поплавков весом 600 килограммов. Чтобы его не сносило течением и ветром его закрепляют на кабель-тросе, а тот уходит на глубину до 5 километров и держится на якоре. На тросу закреплены приборы. Они сообщают по кабель-тросу на судно, в лабораторию океанологов, данные о температуре, солености воды по горизонтам, о глубине, направлении и скорости течения, о химическом составе воды. АВС устанавливается и спускается мощным подъемным краном, а также несколькими электролебедками.

В одном из рейсов мы потеряли АВС. Погода была хорошая, солнечная. Зыбь около трех метров. Океанологи следили за положением буя на волнах. Но вот он начал тонуть. Еще немного и он уже под водой. Спустили шлюпку с матросами и океанолога-

ми. Когда они подплыли к месту, где был буй, то заметили его сквозь многометровый слой воды, уходящим в пучину океана. Все попытки достать его были безуспешными. На подходе к нам был НИСП «Муссон», который спешил к нам на смену. Решили тралить глубины, чтобы вытащить АБС, дорогая штука пропала. Между судами протянули трос, опустили на глубину, дав слабину, и пошли суда параллельными курсами. Погода начала портиться. Ночь наступила, а поиски продолжались. Вдруг трос лопнул на глубине, за что-то зацепившись. Глубина прогиба троса была чуть больше 50 метров. Скалистое дно глубоко. Очевидно, наши тральщики зацепили неизвестный подводный объект, вместо АБС. Так и закончились поиски затонувшей АБС. Причиной затопления АБС, очевидно был неудачный выбор места постановки. Кто знал. Якорь сначала лег на край подводной скалы, а затем его снесло течением на большую глубину. А руководство приняло решение нас наказать лишением премий. Я лишился 25 рублей, хотя к постановке АБС не имел никакого отношения.

Еще неделя и наша вахта на ОС «С» закончится. 1 марта нас сменит НИСП «Э. Кренкель». На собрании экипажа утвердили предложения по новому штатному расписанию. Наш отряд объединяется с отрядом синоптиков. Начальник объединенного отряда будет иметь оклад 210-220 рублей, инженер 1-й категории — 180-190 рублей, инженер 2-й категории — 160-170 рублей, техники, то есть я и еще шесть человек 120-140 рублей. Такой пирог. Это лишь проект, далее его рассмотрят в отделении и примут решение, конечно не лучшее для нас.

Вчера читал в радиобюллетене о нашей работе на ОС «С». Весь материал помещен в журнале «Наука и жизнь» № 2 за 1987 год. Написано правдоподобно и впервые, пожалуй, так детально. И правильно. За пределами внимания людей остается такая интересная работа, сравнима с работой полярных, арктических и антарктических станций.

Готовим стенгазету к 23 февраля, Дню Советской Армии и Военно-Морского Флота. Бурлака Володя сделал три рисунка — портрета своих друзей. Не могу возражать. Работа профессиональна. В газету также поступили стихи от других аматоров. Размещаем все. Праздничная газета готова. Вчера отправили поздравительные радиogramмы домой, родным.

23 февраля 1987 года. Понедельник

Сегодня праздничный день. Все поздравляют друг друга. Везде сияющие лица. Поздравительные радиogramмы лавиной хлынули на судно. Праздничные поздравления на стендах и в стенной газете. Ночью погода не обещала улучшения. Шел обложной дождь и сильно качало. После обеда появилось солнце и стало радостней на душе. Ушел молодой и быстрый циклон. И сразу же в просветах облаков появился канадский четырехмоторный турбовинтовой огромный самолет, очевидно с береговой охраны Канады. Покачивая крыльями, приветствуя нас, на малой высоте он прошел над нами поперек судна и ушел на разворот, чтобы пройти над нами еще раз, вдоль продольной оси судна. Набросав вокруг нас оранжевых шариков — поплавков, с очень чувствительными микрофонами на тросу, он ушел за горизонт. Это его прослушка глубины под нашим судном, на всякий случай. Приятно, что мы не одни в океане.

Далеко за пределами нашего квадрата ходят суда, а этот район опасен для плавания обычных судов. Только однажды, помню, во время жестокого шторма на зыбком горизонте появился наш сухогруз, неизвестно какая нужда занесла его к нам. Медленно он маячил вдаль, длинный и черный, не вкладываясь между гребнями волн, рискуя расколоться пополам, ушел в сторону Канады.

Вечером проведена викторина. Вел викторину секретарь комсомольской организации Юра. Художественное оформление мое. Это плакаты. Вопросы. Картинки. Было весело. Ребята отдыхали.

24 февраля 1987 год. Вторник

Два дня назад был замечен молодой ураган в районе Бермудских островов.

Ураган назвали «Виолет». Сегодня он достиг полного развития. Скорость ветра в нем более 50 м/с. Волна 16 метров. Находится южнее нас. Двигается к нам. А там, на юге, на смену нам идет НИСП «Эрнст Кренкель» (капитан Толочко). Он раньше попадет под действие урагана. И возможно опоздает к 1 Марта.

А у нас пасмурная погода. Ветер около 15 м/с. Волна около 5 метров. Морось. Дымка. Высокая влажность. Температура воздуха + 6,3 °С. температура воды + 6,0 °С. В течение дня погода будет меняться в связи приближением урагана. В этом районе океана тропический ураган вырождается в шторм с сильными ветрами и высокой волной.

Подтверждается статистика. Конец февраля, начало марта — время перестройки в атмосферных процессах северной Атлантики.

В прошлом году 7 Марта на нас обрушился жестокий шторм, остатки тропического урагана. Ветер, в среднем 47 м/с. Волна более 14 метров. Ветер срывает гребни волн и нес горизонтально лавину воды и дождя. За бортом сплошная вода. Водяные капли как пули били в лицо. Ветер легко может выбросить наблюдателя далеко за борт. Полный мрак вокруг. Судно лежало на боку. Машина ревели на пределе. А вой ветра все нарастал и нарастал. Видимость ограничена гигантскими волнами. И так длилось несколько часов. Ветер пытался выбросить судно за пределы квадрата точки Чарли. В этих условиях судно выполнило рискованный маневр, для смены курса, и на предельном крене, под напором ветра, устояло в квадрате точки Чарли. Разрушения на судне были заметны, погнуто леерное ограждение, сорван с места катер и брошен на подъемный кран на деревянной палубе, сорваны вентиляционные дефлекторы и через отверстия в палубе вода хлынула в помещения вычислительного центра, затопив ЭВМ.

26 февраля 1987 года. Четверг

В ожидании шторма прошел весь вчерашний день. На удивление всех, ветер стих, хотя атмосферное давление интенсивно падает. Циклон рядом. Затаился.

Ночью идет дождь. Ветер начал усиливаться и достиг 20 м/с. а днем начало развиваться волнение океана. Высота волн, к 12.00, достигла 7 метров. Циклон уходит на северо-восток. Мы находимся западнее его тыловой периферии. Пасмурно. Судно сильно раскачивает волна. Но я еще смог прогуляться по шлюпочной палубе в течение 30 минут. Приятная прохлада и свежесть воздуха взбадривают, придают силы.

В каютах главной палубы задраены иллюминаторы.

28 февраля 1987 года. Суббота

Шторм прошел. Высота волны была не более 9 метров. Шел непрерывный дождь со снегом. В конце пошли ливневые осадки. Далее снежная крупа, снег. Температура воздуха около + 1,0 °С. Последние радиogramмы с точки Чарли в Брекнелл, Москву и Одессу. Ждем смену. Наша вахта на океанской станции «С» завтра заканчивается. Где-то рядом НИСП «Эрнст Кренкель».

1 марта 1987 года. Воскресенье

Сегодня уходим с океанской станции. 35 дней трудной вахты отработано и пережито дружным, смелым и умелым экипажем НИСП «Пассат». Накоплен новый, богатый научный материал для понимания взаимодействия океана и атмосферы.

Метеонаблюдения продолжаются. Радиограммы летят по назначению. Там далеко, никто и не заметит нашей смены, и только позывные судов и новые наши координаты подскажут, где нас искать.

НИСП «Эрнст Кренкель» рядом, в 300 метрах от нас. Обмениваемся приветствиями. Сверяем показания приборов. С «Э. Кренкеля» к нам прибыл мотобот. Знакомые лица. Обнимаемся, целуемся, обмениваемся рукопожатиями. Показываем свои лаборатории, полученные материалы наблюдений, каюты, угощаем чаем, кофе, сладостями. Обмениваемся почтой. Нам радостно, мы уходим домой. Звучат знакомые мелодии, песни. Мотобот возвращается на свое судно. Красные фигурки в спасательных жилетах тают вдали. Звучат прощальные гудки. НИСП «Эрнст Кренкель» приступил к несению вахты на ОС «С».

Погода отличная. Солнце, свежий ветер, волна всего 5 метров. Температура атмосферного воздуха + 5,0 °С. Точка Чарли притихла и с грустью провожает нас.

4. Точка Чарли — Гибралтар — Сеута

5 марта 1987 года. Четверг

Четвертый день в пути домой. Штормило, полоскало нас дождем и только сегодня, на 47 градусе северной широты и 25 градусе западной долготы стали заметны изменения в погоде к лучшему. Появилось солнышко. Настроение экипажа поднимается по мере возвращения в южные широты. Работы много. Сказывается усталость. Возможны ошибки. Готовим собранный материал в отдельные переплетенные отчеты. Мастерство здесь особенное. Необходимо переплести шесть идентичных отчетов на подобии отдельных книг. Технология отработана. Особенным мастерством владеют «старики», участники десятков рейсов. В этот период лаборатория превращается в типографию. На столах, на шкафах, на приборах, везде, где только можно, лежат фрагменты отчета, разные корешки, обложки, вставки, банки клея. Над всем этим хозяйством колдует Говорухин Виктор. Он мастер, а мы, техники метеотряда, его подмастерья. Пройдет время и весь этот хаос превратится в изящные, тома отчета об очередном нашем подвиге по сбору метеоинформации на точке Чарли и на подходах к ней.

Жизнь на судне идет своим чередом. Готовим праздничный выпуск стенгазеты «Атлантик» к 8 Марта. Собран материал от активных корреспондентов газеты. Есть поэзия и проза, рисунки и открытки. Будут праздничные приветствия женщинам и с Роди-

ны. Помню, в прошлом году, во время жестокого шторма, что случился 7 и 8 Марта, поступали приветствия женщинам «Пассата» даже с Гренландии.

Вахты продолжают. Метеорадиограммы продолжаем передавать на берег.

Отряды работают по своим программам. Запускаются радиозонды. На разрезе выполняются станции по сбору данных с глубин океана. Геофизики и гидрохимики следят за чистотой океанской среды. Напряженно работают компьютерщики. Идет тиражирование научного материала и его обработка.

7 марта 1987 года. Суббота

Сегодня находимся на 42 градусе северной широты и 17 градусе западной долготы. Идем со скоростью 12 узлов. Погода скверная. Обложной дождь. А вчера было солнечно. Свежий ветер гнал волну до 4,5 метра. Но это было севернее, и на другой широте. Опаздываем в Сеуту на полсутки. Вечером температура воздуха поднялась до + 5,0 °С. Фронт окклюзии по типу теплого над нами. Вода + 14 °С. Все-таки мы далеко на юге от точки Чарли, несмотря на капризы погоды.

Океан пуст. Вчера вечером получили SOS. А сегодня слышим по радио о гибели пассажирского парома где-то в районе Ла-Манша. Нам туда идти еще далеко.

Праздничная газета выпущена с праздничным приложением. Поздравления женщинам продолжают поступать. На судне женщин немного. Это инженеры и техники в отрядах, а также повара, официантки и матросы.

Вчера, вечером, наблюдался красивый закат над океаном. Лучи солнца освещали облака нижнего яруса на фоне высоко-кучевых облаков. Поражает прозрачность и воздушность облаков, окаймленных золотистой верхушкой, когда облако закрывает солнце, и ярко оранжевые на фоне серо-синих облаков в лучах напротив солнца. И это при большом разнообразии форм, без повторений, и цвета и освещения. Небо прозрачно-золотистое, светло-желтое, постепенно переходит в желтые, светло-зеленые цвета переходят в светло-голубые и голубые над головою. Океан темно-синий, волны с прозрачными разноцветными барашками. Горизонт чист. Облачная стена стоит до горизонта местами и вблизи солнца.

Вчера судовое время переведено по времени Гринвича. Только что, в 20.45 получено штормовое предупреждение на ночь. Ожидает-

ся усиление ветра до 22 м/с. Поступила команда закрепить имущество по штормовому, задраить иллюминаторы на главной палубе. Ухудшение погоды ожидалось еще с вечера.

8 марта 1987 года. Воскресенье

Шторм пришел. Слабенький. Ветер не более 20 м/с. Идет дождь. Мы в движении. Слегка покачивает судно. К утру прояснилось. В который раз на пути с океанской станции наблюдается изменение погоды к утру, перед рассветом. Обострение фронтального характера. Затем происходит понижение относительной влажности воздуха, становится малооблачно, а после обеда опять ухудшение погоды. За сутки судно проходит не менее 200 миль. Мы, очевидно, ловим погоду по маршруту.

С утра совсем не видно женщин «Пассата». Отсыпаются. Их подменяют на вахтах мужчины. Но без них не обойтись и они об этом знают. В течение дня их приветствует экипаж и руководство. Ожидается праздничный обед и ужин. Вечером кинофильм, дискотека и строгое соблюдение сухого закона. На судне постоянно действует общество трезвости во главе с Ш., из гидрохимического отряда.

Закончил читать «Краткую историю искусств» Дмитриевой Н. А. Увлекательно и легко написана книга. В разделе античного искусства, где рассматривается греческая классика, скульптура Фидия и других авторов, поражает, до сих пор, непревзойденное мастерство греческой скульптуры пятого века до нашей эры.

10 марта 1987 года. Вторник

Вчера и сегодня почти штиль. Океан спокоен. Вчера день был пасмурный.

Тепло + 16 °С. Изредка моросил дождик. К вечеру прояснилось и на закате появилось солнце, ярко освещая высоко-кучевые облака снизу, постепенно уходя за горизонт. Картина менее яркая, чем три дня назад. Сегодня показались суда. Берег недалеко, но его не видно. До Португалии около 40 миль. Иногда, когда есть время и решение капитана, судно в этих водах дрейфует несколько часов, а экипаж ловит рыбу. Ловят все, даже женщины. Ловится все, чем богаты эти воды. Ловится окунь, сельдь, морские ежи, морские петухи, рыбы-сабли, ракообразные. Бывает так, что на полубаке ловится только сельдь, а на корме окунь. Тогда, чтобы не было обидно рыбакам, судно разворачивается и ловля с еще большим энтузиазмом продолжается. Хорошие попадаются экземпляры для зоологического музея. Хорошо португальцам. Океан их кормит. Глубины здесь не более 80 метров.

Отдых нужен экипажу. Усталость видна на лицах. Без захода в порты, в течение 90 суток, экипаж выполнял исследование океана и атмосферы. Замечу, что даже в программе подготовки космонавтов к полету в космос, есть тема адаптации организма к непривычным состояниям, при длительном, не менее 3 месяцев плавании в условиях непрерывных штормов. Точка Чарли им бы подошла на 100 %.

Идем к Гибралтару со скоростью 13 узлов. Закончили передачу радиogramм по международной программе, в Брекнелл с 10 градуса западной долготы. Теперь производим измерения и передаем радиogramмы только в основные сроки 00, 06, 12, и 18 на Одессу и ближайшие иностранные метеоцентры.

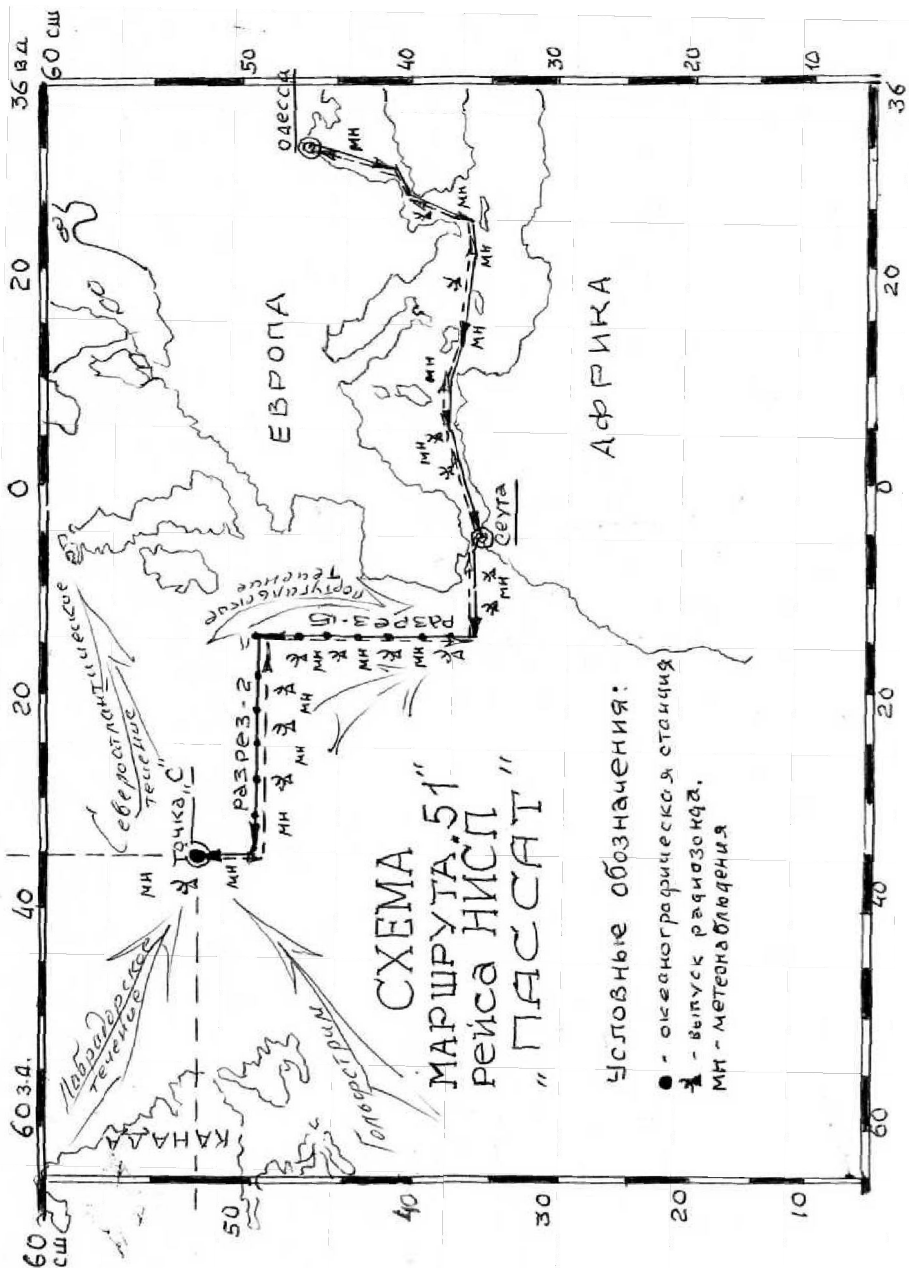
12 марта 1987 года. Четверг

Вчера, утром, в 08.00 зашли в порт Сеуты. В Гибралтаре было тесно. Суда идут параллельным курсом и навстречу. Над нами летают вертолеты. С океана нас сопровождали, на расстоянии мили два эсминца с красными знаменами. Я думал наши, оказались турки.

Сегодня погода пасмурная. Накрапывает дождик. Ветрено. Температура воздуха + 16 °С. Погода почти такая, как и 15 января, когда мы прибыли в Сеуту перед выходом в океан, в начале рейса.

В порту почему-то нет судов. Только местный паром и буксиры. А в прошлом рейсе мы стояли рядом с испанским морским торпедным катером. Молодые испанские матросы приветствовали нас. Вспоминаю, когда мы в том рейсе ушли с порта в Средиземное море и недалеко остановились, чтобы привести судно в порядок, подкрасить, почистить, этот же катер отрабатывал на нас торпедную атаку. Было лето. Тепло и солнечно. Мы с любопытством ожидали, что будет дальше, не отрываясь от своей работы. Попугав нас недолго, катер ушел в сторону Сеуты.

В 10.00 можно выйти в город. Я в составе группы Толстошеина Виктора. Нас трое. Еще Дмитриев Вадим, с группы автоматизации. Толстошеин молодец, он в прошлом году, после затопления ЭВМ во время шторма вместе со своими специалистами разобрал ЭВМ «Минск-32» по платам, до последнего винтика, просушил, собрал и запустил. Успел запустить машину до Гибралтара, чем помог науке в обработке добытого материала. Правда, мы в тайне надеялись на другую машину после затопления, на более современную, с большей памятью. Но «Минск-32» осталась и в этом рейсе нам неплохо послужила.



До обеда прошлись по городу, по магазинам. Погода не гостеприимная. Вернулись на судно. Лучше отоспаться, отдохнуть. Впереди еще работа в Средиземном море, и только Дарданеллы и Босфор дадут метеорологу покой. А далее родное Черное море. Метеорологические наблюдения будут продолжаться до самой Одессы. Еще неделя и мы дома.

От автора

В далеком 1969 году в некоторых помещениях и на территории Одесской гидрометеорологической обсерватории расположилось Одесское отделение Государственного Океанографического института. Специалисты отделения участвовали в исследовании взаимодействия океана и атмосферы на нашей планете. Результатом их работы должны стали методы долгосрочных прогнозов погоды. Район исследования охватывал, как Северную, так и Южную Атлантику. Научные выводы делались на основании данных, полученных при выполнении стандартных разрезов, которые пересекали океанические течения; на результатах наблюдений на океанской станции «С», а также по данным с постоянно действующих полигонов в Ньюфаундлендской и Тропической энергоактивных зонах Атлантического океана.

Для исследования океана привлекались специалисты научно-исследовательских экспедиций ГОИНа. На специально построенных судах погоды, НИСП «Пассат», «Муссон», «Виктор Бугаев», «Георгий Ушаков», «Эрнст Кренкель» и других судах они несли вахту, выполняя научные задачи, а также полный объем экспедиционных работ.

Основной состав специалистов определился в конце шестидесятых и в начале семидесятых годов. Тогда сложились традиции преданности порученному делу. Тогда отряды экспедиций, как единый механизм выполняли работу, как по государственным, так и по международным программам. Влияние традиций ощущались и в конце восьмидесятых годов. Это исключительная работоспособность членов экипажей в часто невыносимо трудных условиях, при многодневных штормах, когда сила ветра достигала 12 баллов, когда океанская волна и ветер испытывали судно и экипаж на живучесть.

Автору посчастливилось участвовать в нескольких таких рейсах на судах ГОИНа, как на океанскую станцию «С» (точка Чарли) так и на Ньюфаундлендский полигон. До сих пор испытываю волнение при воспоминаниях о незабываемых днях, месяцах и годах проведенных в экспедициях вместе с такими смелыми и очень

грамотными моряками, какими были все члены экипажей. Среди них были и будущие поэты, писатели, музыканты, прекрасные инженеры и техники, и конечно ученые. Невольно создавалась атмосфера творчества в работе. Тогда и начал я свои ежедневные записки о впечатлениях прошедшего дня в форме дневника. Это короткие записи об изменчивости погоды, о работе и отдыхе экипажа, о жизни на борту научно-исследовательского судна погоды.

М. М. Зинченко

ЮБИЛЕЙНЫЙ ГОД ГРАДОЗАЩИТЫ

В августе, этого года, исполняется 30 лет противоградовым работам в Белгород-Днестровском районе Одесской области. С давних времен, в среде ученых, обсуждались идеи активного воздействия на облака с целью получения дополнительных осадков, а также предотвращения опасных ливней и града [11].

В 1956 году, академик Е. К. Федоров (Герой Советского Союза, полярник), начальник Гидрометеослужбы СССР, поставил задачу перед метеорологами использовать возможности искусственного воздействия на мощные кучево-дождевые облака с целью предотвращения выпадения града.

В середине XX столетия появилась теория развития града в конвективных облаках. Ее основные положения и сегодня действуют. Оставалось практически решить эту задачу. Существенную помощь в ее решении оказала современная техника; метеорологические радиолокационные станции, самолеты-лаборатории оборудованные измерительными комплексами, мощные аэрозольные камеры, метеорологические лидары и ракеты, современные достижения в физике облаков, математическое обеспечение и компьютерные технологии, математическое моделирование процессов в облаках и многие другие достижения, как в отечественной так и в зарубежной науке [1; 2; 11].

Чаще всего искусственное воздействие на облака преследует две цели: борьбу с градом и увеличение количества осадков. В свою очередь, предотвращение выпадения града преследует цель задержать естественный процесс роста града. И здесь получен определенный положительный эффект. В настоящее время эта проблема решена [1; 11]. Но на практике, необходимо еще посмотреть насколько экономически выгодно применять тот или иной метод воздействия на облака для его внедрения в производство [3; 4; 11].

Очень важное для практики исследование возможностей получения дополнительных осадков из конвективных облаков провел, в свое время, профессор Прихотько Г. Ф. Впервые в Украине получены положительные результаты по его работе [3].

Большой вклад в развитие активных воздействий в нашей стране внес Половина И. П., доктор географ. наук, профессор. Он занимался экспериментами по воздействию на облака слоистых форм и на туманы для их рассеяния. Полученные им результаты, послужили основой для разработки методик воздействия на облачные формы этого типа и внедрения их в практику [3].

Группа ученых УкрНИГМИ, под руководством Корниенко Е. Е., на экспериментальном Днепропетровском метеорологическом полигоне получила замечательные результаты в экспериментах с отдельными облаками при их засеве йодистым серебром. Увеличение осадков при регулярном воздействии на них достигало 15-30 % от сезонной нормы [2].

Большой вклад в развитие активных воздействий в Украине внес Лесков Б. Н. Занимаясь микрофизикой облаков, ученый значительную часть работы выполнил на самолетах-лабораториях. Его научные интересы распространялись на методы рассеяния переохлажденных туманов и облаков. В результате получены данные по пространственно-временному распределению льдообразующих ядер кристаллизации естественного и искусственного происхождения, выработаны рекомендации по нормированию реагента, испытаны новые реагенты и многое другое [3].

Впервые борьба с градом на Украине началась в Крыму. Сложный рельеф местности активно влияет на конвективные потоки, формируя мощные градовые облака. Организаторами противоградовых работ в Крыму стали опытные специалисты Центральной аэрологической обсерватории, ученые Гайворонский И. И. и Серегин Ю. А. [3].

Благодаря работам, проведенным в НИИ Гидрометеослужбы СССР, получены новые представления о механизме образования града, разработаны современные средства обнаружения наиболее опасных атмосферных образований, появились современные средства доставки реагента в облака, проведена автоматизация рабочих мест на командных пунктах, отработаны способы и средства взаимодействия с органами Aviации в период подготовки к запускам ракет и во время проведения воздействий на градовые облака, улучшено аэро-синоптическое обеспечение воздействий, значительно обновлены средства связи [1; 11].

В конце XX века ученые Одесского гидрометеорологического института, под руководством Медведова Г. А. исследовали градовые процессы на юге Украины. Размах этих исследований огромный: от условий развития мощных градовых облаков, анализа их радиолокационных параметров до характеристик ущербов от града. Получены убедительные результаты в пользу организации и проведения защиты сельскохозяйственных культур от града в отдельных районах области [3].

В Белгород-Днестровском районе, в наиболее уязвимом от градобитий, по инициативе районного управления сельского хозяйства (начальник управления Габрильчук Н. В.) и областного управления сельского хозяйства (начальник управления Калинин В.) при поддержке ученых Одесского гидрометеорологического института (доктора наук Павлова Н. Ф., канд. географ. наук Данова Е. И., канд. географ. наук Дановой Г. М. и других ученых), а также Главного управления активных воздействий на атмосферные процессы при Госкомгидромете СССР (Бурцев И. И., Васильев Г. В.), ученых Высогогорного геофизического института во главе с доктором физ.-мат. наук, профессором Абшаевым М. Т. и Украинским НИИГМи (Лесков Б. Н., Половина И. П.) была организована работа Одесской военизированной части по борьбе с градом. На берегу Будакского лимана, у берегов Черного моря, рядом с окрестностями живописного и древнего села Беленькое (Аккембет), среди садов и виноградников, в 1978 году было заложено основание базы противорадового комплекса, будущего Белгород-Днестровского головного военизированного отряда по активным воздействиям на градовые процессы. А после завершения строительства началась производственная защита сельхозугодий. Первые запуски противорадовых ракет состоялись в августе 1980 года.

Хронология противорадовых работ в Белгород-Днестровском районе

1978 год. На основании Постановления СМ СССР «... о развитии работ по активным воздействиям на гидрометеорологические процессы в интересах народного хозяйства», решений Одесского облисполкома и Белгород-Днестровского райсовета начато строительство противорадового комплекса.

1980 год. Начаты противорадовые работы Б.-Днестровским противорадовым отрядом Одесской военизированной части Крымской военизированной службы по борьбе с градом. Работали 8 пунктов ракетного воздействия (ПРВ).

- 1981 год. Одесская военизированная часть реорганизована в самостоятельную отдельную Одесскую военизированную часть по борьбе с градом. Б.-Днестровский головной военизированный отряд приступил к работе в развернутом виде 12-ю ПРВ.
- 1982 год. Введен в эксплуатацию новейший стационарный метеорологический радиолокатор МРЛ-5 (для систем градозащиты и штормооповещения).
- 1983 год. Готовы проекты строительства противоградовых комплексов Саратовского и Арцызского низовых отрядов. Начато строительство. Готов проект базы Б.-Днестровского низового отряда (НО) в с. Старокозачье.
- 1984 год. Отряд участник Всесоюзной выставки достижений народного хозяйства СССР в Москве. Сотрудники поощрены наградами выставки.
- 1985 год. В Одессе состоялось Всесоюзное совещание специалистов противоградовых служб СССР. Участники совещания ознакомлены с работой отряда.



Начальник службы канд. географ. наук Данов Е. И. проводит практические занятия с тудентами по дисциплине «Технические средства активных воздействий» Фото из архива

- 1986 год. Введен в эксплуатацию стационарный, второй МРЛ-5 и закончено строительство второго, 2-этажного административного здания на базе отряда. Отряд — участник разработки проектов развития противоградовых работ в Винницкой области [7]. В отряде введен в эксплуатацию новый 12-ствольный противоградовый комплекс «Алазань».
- 1987 год. Организована работа основного и резервного командных пунктов (КП) на базе отряда. Количество ПРВ достигло 16 (в Б.-Днестровском р-не — 12, в Саратовском — 2 и в Татарбунарском также 2). В зону защиты отряда входила вся площадь Б.-Днестровского района, а также часть земель Саратовского и Татарбунарского районов.
- 1987-1988 гг. Введена в эксплуатацию новая аппаратура связи на КП и ПРВ. Установлена магнитофонная запись переговоров КП с ПРВ и Авиацией.
- 1981-1987 гг. Проведено наблюдение за 2000 конвективных ячеек. Для обработки выбраны 680 ячеек с вероятностью образования града более 80 %.
- 1981-1987 гг. Эффективность противоградовых работ в отряде выше 85 %, а средняя по стране 82 %. Ущерб от градобитий уменьшился в 6-7 раз.
- 1982-1983 гг. Работал объединенный отряд (Б.-Днестровский ГВО и Б.-Днестровский НВО) с КП в с. Беленькое.
- 1987 год. Участие специалистов отряда в Международной конференции по активным воздействиям на атмосферные процессы в г. Киеве. Конференция была посвящена Чернобыльской трагедии.
- 1988 год. На основании приказа Госкомгидромета СССР Одесская отдельная военизированная часть по борьбе с градом переименована в Одесскую военизированную службу по активным воздействиям на атмосферные процессы.
На основании договоров с Б.-Днестровским АПК проведены самолетные и ракетные воздействия на зимние и летние фронтальные облака с целью получения дополнительных осадков. Получены положительные результаты.
- 1989 год. Введен в эксплуатацию новый противоградовый комплекс «Кристалл». В Кабардино-Балкарии, в г. Нальчике, в Высокотгорном геофизическом институте (ВГИ) подготовлены специалисты отряда для внедрения комплекса «Небо»; там же спе-

специалисты ознакомлены с новейшими разработками средств доставки реагента в облака с помощью беспилотных ракет многоэтажного действия.

1990 год. Проведена подготовка специалистов отряда по освоению компьютерных технологий при проведении наблюдений и воздействий на градовые процессы (Москва, Нальчик).

1981-1992 гг. Специалисты отряда активные участники ежегодных научно-технических семинаров в Высокотехнологическом геофизическом институте, где проходили также и профессиональную переподготовку.

1993 год. Эффективность противоградовых работ снизилась в связи с ухудшением финансирования работ.

1994 год. Одесская военизированная служба по активным воздействиям на атмосферные процессы, вместе с Б.-Днестровским ГВО, вошла в структуру Госкомитета по садоводству и виноградарству.

1981-1995 гг. Специалисты отряда — участники всех Всесоюзных совещаний по активным воздействиям на градовые процессы в СССР (Баку, Ташкент, Душанбе, Нальчик, Кишинев, Симферополь, Одесса, Москва).

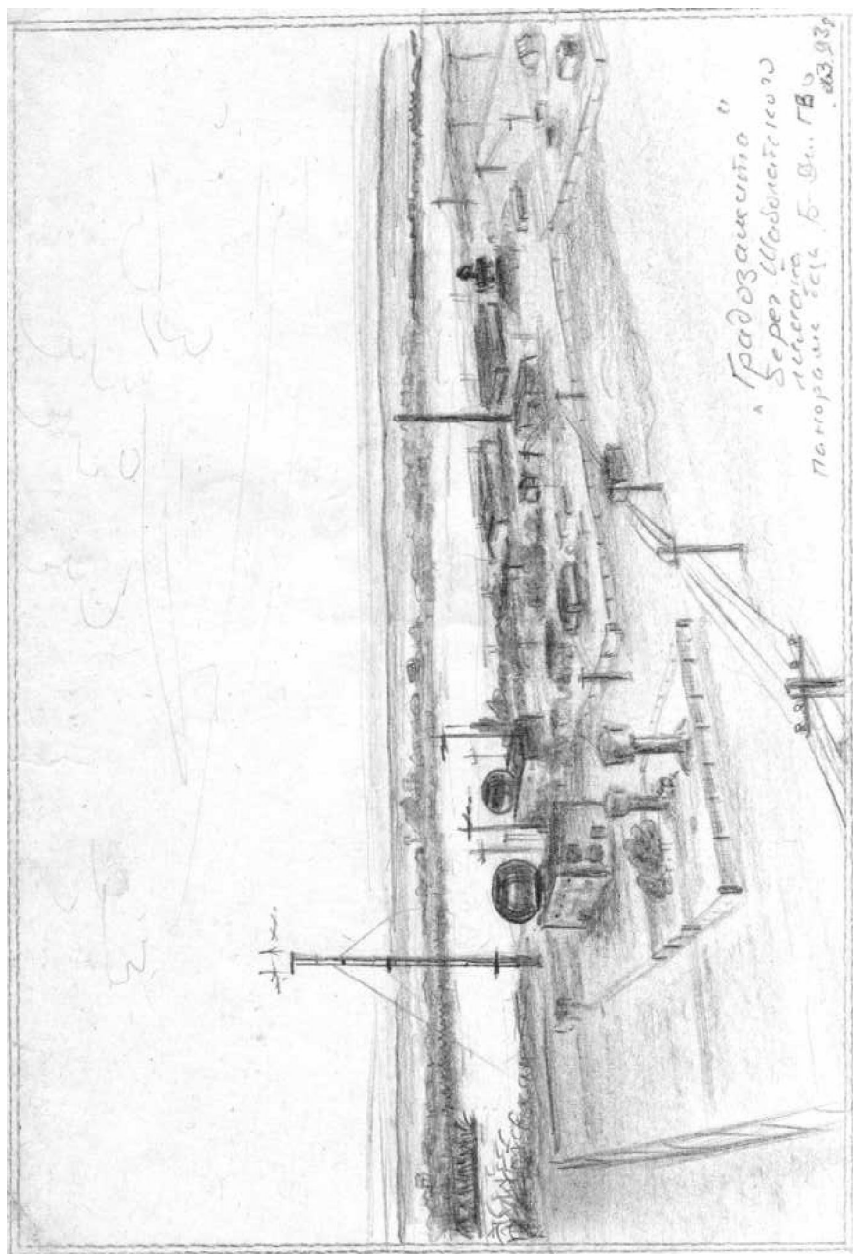
1980-1996 гг. Площадь защиты сельхозкультур от града в Службе составляла 400 тыс. га (Б.-Днестровский, Саратовский, Татарбунарский и Арцизский районы), в отряде — половина этой площади.

1980-1996 гг. Наблюдалось более 6000 конвективных ячеек. Обработке подвергались наиболее опасные облака.

1980-1996 гг. Все пункты ракетного воздействия капитально построены. Благоустроена территория каждого ПРВ и базы отряда, отлажен быт бойцов и инженерно-технических работников, обеспечены электро- и водоснабжением ПРВ и база отряда. Специалисты отряда обеспечены квартирами в 12-квартирном 4-этажном доме, в селе Шабо.

1981-1996 гг. Б.-Днестровский ГВО — Центр практической подготовки студентов и дипломников Одесского гидрометеорологического института (переименован в Одесский государственный экологический университет с 9 августа 2001 года). Ведущие специалисты отряда — участники и докладчики на ежегодных отчетных научно-технических конференциях института [4; 5; 9; 10].

1981-1996 гг. Средняя эффективность противоградовых работ в районе составляла 82 %.



«Градозащита»
Берег Шаболатского
лимана
панорама с с. Б.-Вал. ГВО
1939 г.

«Градозащита». Берег Шаболатского лимана. Панорама базы Б.-Днестровского ГВО. 1993 г.

1981-1996 гг. Установлены рабочие взаимоотношения между отрядом и АПК, хозяйствами, Госстрахом, райсоветом и областным управлением сельского хозяйства, а также с научно-исследовательскими институтами страны.

1981-1996 гг. Б.-Днестровский ГВО посетили видные ученые и организаторы активных воздействий на атмосферные процессы:

1. Абшаев М. Т. доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАН, ВГИ, г. Нальчик
2. Бурцев И. И. доктор географ. наук, начальник УАВ, г. Москва
3. Васильев Г. В. доктор географ. наук, УАВ, г. Москва
4. Волошин В. И. канд. географ. наук, ОГМИ, г. Одесса
5. Гораль Г. Г. доктор физ.-мат. наук, профессор ВГИ, г. Нальчик
6. Диневич Л. А. канд. физ.-мат. наук, начальник Молдавской ВСБГ, г. Кишинев
7. Казаков А. Л. кандидат физ.-мат. наук, доцент ОГМИ, г. Одесса
8. Корбан В. Х. доктор техн. наук, профессор ОГМИ, г. Одесса
9. Лесков Б. Н. доктор географ. наук, УкрНИГМИ, г. Киев
10. Павлов Н. Ф. доктор физ.-мат. наук, профессор ОГМИ, г. Одесса
11. Серегин Ю. А., доктор техн. наук, УАВ, г. Москва
12. Снитковский А. А., доктор физ.-мат. наук, Гидрометеоцентр СССР, г. Москва
13. Степаненко В. Д., доктор техн. наук, профессор ЛГУ, г. Ленинград

1981-1996 гг. С работой отряда знакомились и активно оказывали помощь руководители областной и районной администраций и сельхозпредприятий:

1. Аргиров Д. Г., генеральный директор районного АПК
2. Габильчук Н. В., председатель РАПО
3. Гальцев П. С., депутат Верховного Совета Украины
4. Гончар В., депутат Верховного Совета Украины
5. Дюльгер Ф. И., кандидат сельск.-хоз. наук, представитель президента Украины
6. Калинин В. Г., депутат Верховного Совета Украины
7. Кольцун Н., директор с-за "Южный", Саратовский район
8. Лафазан К. Г., председатель Шабовского сельсовета

9. Майстро В. И., главный агроном районного АПК
10. Панченко Н. Е., директор с-за "Приморский", Татарбунарский район
11. Филоненко С. Н., председатель Б.-Днестровского райсовета 1981-1996 гг. В Б.-Днестровском ГВО работали специалисты по активным воздействиям на атмосферные процессы высокой квалификации:
 1. Агаркова А. Т., инженер-синоптик, специалист по аэросиноптическому обеспечению ПГР, руководитель группы
 2. Баранов С. П., инженер по радиосвязи, начальник отдела связи
 3. Давитян В. Г., инженер-метеоролог, командир отряда с 1994 по 1997 годы, имеет допуск к выполнению воздействий на градовые облака без ограничений
 4. Данов Е. И., канд. географ. наук, начальник Одесской ВС



Совещание по подведению итогов противоградовых работ сезона 1988 года в различных регионах Советского Союза.
Фото из архива Одесской службы активных воздействий

5. Данова Е. Е., канд. географ. наук, доцент ОГЭУ
6. Данова Г. М., канд. географ. наук, доцент ОГМИ
7. Зинченко М. М., командир отряда до 1994 года, инженер-метеоролог, имеет допуск к выполнению воздействий на градовые облака без ограничений
8. Ковинько В. М., инженер-метеоролог, начальник отдела ракетной техники, заместитель начальника Одесской ВС
9. Клесов А. Г., инженер-метеоролог, имеет допуск к выполнению воздействий на градовые облака без ограничений
10. Ларцев О. И., инженер-метеоролог, командир отряда с 1997 года, руководитель группы ракетной техники с 1981 года
11. Пасканная Л. А., инженер-метеоролог, начальник отдела активных воздействий, имеет допуск к выполнению активных воздействий на градовые облака без ограничений
12. Юрко К. П., инженер по радиолокационным системам, начальник отдела радиолокации

... а также большая группа инженерно-технических работников, бойцов ракетных пунктов, работников группы материально-технического обеспечения в полевых условиях, в основном, вдали от дома трудились на благо защиты сельхозполей и будущего урожая от природной стихии.

Выдающаяся заслуга в организации противоградовых работ в Белгород-Днестровском районе и прилегающих к нему районах Одесской области принадлежит начальнику Одесской ВС, кандидату географических наук Евгению Ивановичу Данову. Он сумел в невероятно тяжелых условиях разваливающегося Союза создать мощную систему защиты сельхозугодий от разрушительной силы града, создать сплоченные трудовые коллективы с высококлассными специалистами, показать - как можно с пользой для народного хозяйства применять новейшие достижения отечественной науки и передовые технологии в градозащите. Имея громадный опыт практической работы и талант ученого-организатора, Евгений Иванович и сейчас, в условиях спада интереса в стране к науке, руководит Одесской Службой по активным воздействиям на градовые процессы. Ему удалось сохранить производственные мощности Службы. Необходим только отклик властей и ведомств, а также населения на широкомасштабное использование уникальных возможностей в борьбе со стихийными явлениями.

Литература

1. Абшаев М. Т., Бурцев И. И., Ваксенбург С. И., Шевела Г. Ф. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. — Л.: Гидрометеоиздат, 1980.
2. Буйков М. В., Корниенко Е. Е., Черный А. П. Технико-экономическое обоснование работ по искусственному увеличению зимних осадков. — М.: ВДНХ СССР, Гидрометеоиздат, 1981.
3. Данов Е. И., Данова Г. М. Активные воздействия на атмосферные процессы в Северном Причерноморье. — Одесса, 2010.
4. Данова Г. М., Данова Т. Е., Зинченко М. М., Мажура С. Н. О планировании эксперимента по вызыванию дополнительных осадков на юге Украины / Матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф. «Наука і освіта 2005». — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. — Т. 13 (Географія та геологія). — С. 12-14.
5. Данов Е. И., Данова Г. М., Зинченко М. М., Пасканная Л. А., Давитян В. Г., Клесов А. Г. Особенности развития радиоэхо градовых облаков в Северном Причерноморье / Программа отчетной конф. по итогам науч.-исслед. работ 1987 года. — Одесса: ОГМИ, 1988.
6. Данов Е. И., Павлов Н. Ф. Основные результаты совместных научных исследований кафедры и Одесской противоградовой службы в рамках УНПО «Град» в 1983 году и задачи на 1984 год / Программа отчетной науч. конф. по итогам науч.-исслед. работ 1983 года. — Одесса: ОГМИ, 1984.
7. Данов Е. И., Данова Г. М., Павлов Н. Ф. К оценке экономической эффективности организации противоградовой защиты в Винницкой области / Программа отчетной науч. конф. по итогам науч.-исслед. работ 1983 года. — Одесса: ОГМИ, 1984.
8. Данова Г. М., Данов Е. И. Результаты противоградовой защиты в Одесской области за 1980-1984 гг.
9. Зинченко М. М., Клесов А. Г., Сосин С. Д. Влияние противоградовых работ на режим осадков в Одесской области / Программа отчетной конф. по итогам науч.-практич. работ в 1987 году. — Одесса: ОГМИ, 1988.
10. Зинченко М. М. Дистанционный контроль за состоянием сельхозкультур применительно к задачам активных воздействий / Программа отчетной науч. конф. по итогам 1988 года. — Одесса: ОГМИ, 1989.
11. Сулаквелидзе Г. К. Ливневые осадки и град. — Л.: Гидрометеоиздат, 1967.

**УКРАЇНСЬКОМУ ГІДРОМЕТУ ВДЯЧНА ШАНУВАЛЬНИЦЯ
ПОЕТЕСА ТЕТЯНА ФРОЛОВА**

Завдячую своїй химерній долі,
Бо кажуть, що її не обійти,
Що в голову прийшло Носовській Олі
Деся там мене у Львові віднайти.

Хоч знаю, ми не змінимо планету,
Та ми — за прогресивне і нове.
Цей вірш пишу на славу гідромету:
Нехай він фінансується й живе!

У гідромету є свої закони,
Свої фронти, свої антифронти.
Синоптикам відриті всі кордони:
Вони собі з циклонами на «ти».

Хоч і у вас, ми знаємо прекрасно,
Не завше дні бувають золоті:
Місцями — хмарно, а місцями — ясно,
Бо в атмосфері так, як у житті.

Синоптики, серйозні і дотепні,
Господарі всіх наших вулиць й площ,
Коли нарешті дні настануть теплі
І перестане йти холодний дощ?

Погодні примхи — це для Вас не диво,
Та їх не причисляєм до невдач,
Коли нам посміхаються правдиво
Надія Жук або Людмила Ткач.

І як би я уранці не спішила,
Хоч навіть на роботу запізнюсь,
Почую голос нашого Мурмила —
Й послухати погоду зупинюсь.

В ефір виходить наш Олег Христович.
Він скаже — як зав'яже — й буде так.
Він не Хмельницький і не Конашевич,
Але таки справжнісінький козак.

Хоче того хтось а чи не хоче,
Може, в когось викликає жах,
А таки погода у жіночих,
У міцних і трепетних руках.

Лель... і Лада... давністю війнуло:
«Це до нас прийшло, либонь, з віків».
А одна із молодих зітхнула:
«Мало в нас, на жаль, чоловіків».

Лад в природі, лад у чистих залах,
Переносять затишок із хат.

А одна із гордістю сказала:
«Тут у нас давно матріархат».

Лагідні дружини й добрі мами,
Їх наснага — у чоловіках.
Відають циклонами й громами,
Кожна з блискавицею в руках.

А коли котрусь із них образа
Чи пекучий біль не обмине,
Всі ми це помітимо відразу,
Бо погода холодом дихне.

Як веселка барвами заграла,
Поеднавши береги Дніпра,
То котрась із них начаклувала
Людям крапельиночку добра.

Мріють і сумують серед тиші,
І потребу мають в чудесах.
Ви любіть їх — й сонечко частіше
Буде гостювати в небесах.

І накінець я мушу Вам сказати,
Хоч прозвучить це, може, трохи в лоб:
Якби обрали Вас у депутати,
Верховній Раді сонячно було б.

Що Ви на світі є — це так прекрасно.
Вам вдячний і художник, і поет.
Хай в Ваших душах завше буде ясно!
Нехай живе наш славний гідромет!

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

- 04.02** - *Стоева Л. С.*, техник-метеоролог ГМБ Ильичевск - 55 лет
- 07.02** - *Разуваева И. В.*, начальник отдела гидрометеорологии моря п. Одесса - 50 лет
- 12.02** - *Крутий Н. А.*, техник II категории ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 20.02** - *Мысак С. А.*, техник-метеоролог М Сербка - 60 лет
- 02.03** - *Чумаченко Л. П.*, главный бухгалтер ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 15.03** - *Гудованая М. П.*, техник-химик II категории химической лаборатории ГМЦ ЧАМ - 70 лет
- 25.03** - *Дороган Г. В.*, водитель ГМЦ ЧАМ - 70 лет
- 20.04** - *Хорохорина Е. Ф.*, техник агрометеоролог I категории отдела агрометеорологии ГМЦ ЧАМ - 75 лет
- 28.04** - *Кириленко В. Ф.*, техник-метеоролог М Сарата - 60 лет
- 29.04** - *Кияшко И. Б.*, бухгалтер ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 29.04** - *Федорова И. В.*, техник-гидролог ГМБ Ильичевск - 50 лет
- 25.05** - *Давыдова Ж. П.*, океанолог ГМБ Ильичевск - 50 лет
- 25.05** - *Шпилева Е. А.*, техник-химик химической лаборатории ГМЦ ЧАМ - 55 лет
- 05.07** - *Голота В. А.*, техник-метеоролог М Сербка - 60 лет



НАШИ АВТОРЫ

- Агайар Е. В., аспирант каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- Балабух В. А., канд. географ. наук, зав. отделом синоптической метеорологии УкрНИГМИ
- Барсукова О. А., канд. географ. наук, доцент каф. агрометеорологии ОГЭкУ (Одесса)
- Божко Л. Ю., канд. географ. наук, доцент каф. агрометеорологии ОГЭкУ (Одесса)
- Бондаренко В. Н., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- Боровская Г. А., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- Борулько В. И., канд. техн. наук, директор УкрНЦЭМ (Одесса)
- Будак И. В., УкрНИГМИ
- Ваховская Г. О., студент ОГЭкУ (Одесса)
- Вовк И. В., студент ОГЭкУ (Одесса)
- Грандова М. А., науч. сотр. сектора исследования состояния морских биоценозов, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Зинченко М. М., преподаватель Государственного аграрного техникума (Белгород-Днестровский)
- Золотарев Г. Г., зав. сектором организации и обеспечения морского экологического мониторинга отдела аналитических исследований и организации морского экологического мониторинга, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Золотарева И. Г., науч. сотр. отдела научных исследования морской среды и прибрежной зоны, УкрНЦЭМ (Одесса)
- Ивус Г. П., канд. географ. наук, профессор, зав. каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)

- Казаков А. Л., канд. физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник, доцент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- Калошина Н. С., УкрНЦЭМ
- Ковалишина С. П., канд. биол. наук, зав. сектором исследования состояния морских биоценозов УкрНЦЭМ (Одесса)
- Коморин В. Н., канд. географ. наук, зам. по науке директора УкрНЦЭМ (Одесса)
- Кострицкая Л. С., ст. преподаватель каф. информационных технологий ОГЭкУ (Одесса)
- Латыш Л. Г., каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- Ломакин П. Д., доктор географ. наук, профессор, в. науч. сотр. Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- Ляшенко Г. В., канд. географ. наук, зав. лаб. агроклиматологии ННЦ Ин-та виноградарства и винопроизводства им. Таирова
- Матыгин А. С., канд. физ.мат. наук, науч. сотр. сектора гидрофизических исследований УкрНЦЕМ (Одесса)
- Мельник Э. Б., ННЦ Ин-та виноградарства и винопроизводства им. Таирова (Одесса)
- Неверовский И. П., зам. начальника ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Орлова И. Г., канд. хим. наук, уч. секретарь УкрНЦЭМ (Одесса)
- Пишняк Д. В., аспирант ОГЭкУ (Одесса)
- Попов М. А., мл. науч. сотр. ИнБЮМ НАН Украины (Севастополь)
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, вед. науч. сотр. сектора гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Семенова И. Г., канд. геогр. 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
- Суздalова В. И., ННЦ Ин-та виноградарства и винопроизводства им. Таирова (Одесса)
- Сытов В. Н., канд. географ. наук, начальник ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Текменжи Г. К., студент ОГЭКУ (Одесса)
- Украинский В. В., ст. науч. сотр., зав. сектором гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотр. отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Федорова Г. В., канд. хим. наук, доцент каф. химии окружающей среды ОГЭКУ (Одесса)
- Хоменко И. А., ассистент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- Хохлов В. М., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Чепыженко А. А., аспирант Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- Шалимов Н. А., Одесский нац. политехн. ун-т (Одесса)
- Шамраев Ю. И.
- Шепелина С. И., ассистент каф. химии ОГЭКУ (Одесса)
- Шпыг В. Н., канд. географ. наук, УкрНИГМИ

СОДЕРЖАНИЕ

В. О. Балабух Оцінка впливу погоди та клімату на організм людини	3
Н. А. Шалимов Оценка качества воспроизведения современного климата Азово-Черноморской низменности	18
В. М. Хохлов, Г. О. Боровська, В. М. Бондаренко, Л. Г. Латиш Регіональні аспекти змін клімату на Україні	24
Д. В. Пишняк, Г. П. Ивус, В. М. Шпыг, И. В. Будақ Расчет локальной доступной потенциальной энергии атмосферы по данным численного моделирования	33
И. Г. Семенова Возможности использования прогностической информации модели WRF в оперативной практике	39
Г. П. Ивус, А. Б. Семергей-Чумаченко, Е. В. Агайар Оценка эффективности использования спутниковой информации для прогнозирования смерчеопасных ситуаций над югом Украины	43
О. Л. Казаков Стихійні метеорологічні явища на Україні	53
І. Г. Семенова Еволюція інтенсивного циклону «Ксинтія» над Європою	66
Ю. И. Шамраев К особенностям режима температуры воздуха и осадков в Одессе, с учетом данных 2009 года	74

- Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко,
Е. В. Агайяр, Г. О. Ваховська**
Еволюція режиму приземного вітру
в районі Севастополя за 20-річний період 78
- І. А. Хоменко, Г. К. Текменжи**
Метеорологічні умови
формування та зберігання
льодових відкладень в Центральній Україні 86
- Ю. И. Попов,
А. С. Матыгин, В. В. Украинский**
Некоторые особенности климатических
изменений термохалинной структуры
вод северо-западного шельфа Черного моря 98
- И. Г. Золотарева,
Ю. А. Попов, Г. Г. Золотарев**
Ресидементация (вторичное заиление)
в районе проведения работ на Дунае 107
- В. В. Украинский, С. П. Ковалишина,
В. Н. Сытов, И. П. Неверовский,
М. А. Грандова, Н. С. Калошина**
Цветение синезеленых водорослей
в Одесском прибрежье (июль, 2010 г.) 109
- А. А. Чепыженко**
Оценка загрязнения вод в районе
заповедника Лебязьї острова
(Каркинитский залив, Черное море)
в летний сезон 2008 г. 115
- П. Д. Ломакин, М. А. Попов**
Циркуляция вод в Балаклавской бухте на основе
экспериментальных и теоретических исследований 120

- В. И. Борулько, В. Н. Коморин,
А. С. Матыгин, Ю. И. Попов,
В. В. Украинский, С. П. Ковалишина**
Состояние гидрофизических полей
Керченского пролива в период
31 экспедиционного рейса НИС «Владимир Паршин» 128
- В. Н. Коморин, В. И. Борулько,
И. Г. Орлова, С. П. Ковалишина,
А. С. Матыгин, В. В. Украинский,
Ю. И. Попов, Н. С. Калошина**
Состояние экосистемы Керченского пролива
в зимний период 2009 года 142
- Г. В. Федорова,
С. І. Шепеліна, Л. С. Кострицька**
Загальна оцінка вмісту
біогенних речовин, карбонат- і сульфат-йонів
та макроелементів у водах Одеської області 152
- Л. Ю. Божко**
Вплив антропогенних змін клімату
на вирощування овочевих культур в Одеській області 159
- Л. Ю. Божко,
О. А. Барсукова, І. В. Вовк**
Агрокліматична оцінка умов
перезимівлі озимої пшениці в Україні 165
- Сенькова О. И.**
Агрометеорологические условия
зимнего периода 2009-2010 гг.
и их влияние на перезимовку зимующих
культур на территории Одесской области 174
- Г. В. Ляшенко,
В. И. Суздальова, Э. Б. Мельник**
Агроклиматические исследования
в ННЦ «ИВиВ им. В. Е. Таирова» 176

М. М. Зинченко Дневник вахтенного метеоролога	182
М. М. Зинченко Юбилейный год градозащиты	211
Т. Фролова Українському гідромету вдячна шанувальниця поетеса Тетяна Фролова	222
НАШИ ЮБИЛЯРЫ	224
НАШИ АВТОРЫ	225

ОПК «Евротойз»

Тираж 150 экземпляров

65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71