

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр  
Черного и Азовского морей

# **ВЕСТНИК**

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА  
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

**№ 1 (14)**

Одесса - 2012

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.  
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.  
— 2012. — № 1(14). — 248 с. — Языки: укр., рус.**

***Редакционная коллегия***

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

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

*С. М. Степаненко,  
М. Г. Сербов*

## **ОДЕСЬКОМУ ДЕРЖАВНОМУ ЕКОЛОГІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТУ 80 РОКІВ**

Історія та діяльність Одеського державного екологічного університету (до серпня 2001 року — Одеський гідрометеорологічний інститут) тісно пов'язана зі становленням вітчизняної системи моніторингу стану навколишнього середовища та гідрометеорологічної служби України. Одеський державний екологічний університет Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України (ОДЕКУ) був заснований у травні 1932 року в місті Харкові — тогочасній столиці України, як Харківський інженерний гідрометеорологічний інститут. З липня 1944 року за рішенням Радянського уряду був переведений до Одеси.

За 80 років своєї історії ОДЕКУ став широко відомим в Україні та за її межами в двох областях підготовки кадрів та наукових досліджень. З одного боку, в ньому розвивався унікальний для України напрям, пов'язаний з підготовкою інженерних та наукових кадрів в області гідрометеорології і моніторингу стану навколишнього середовища. З другого боку, специфіка гідрометеорологічного напрямку підготовки, забезпечила формування міцної кадрової, методичної і наукової основи для створення системи вищої екологічної освіти.

В вересні 2001 року за рішенням уряду України Одеський гідрометеорологічний інститут був перейменований в Одеський державний екологічний університет (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 9 серпня 2001 року за № 363-р).

У цей час Одеський державний екологічний університет є вищим навчальним закладом IV рівня акредитації по підготовці фахівців з вищою освітою в області гідрометеорології, екології, моніторингу навколишнього середовища, організації природоохоронної діяльності, водних біоресурсів та аквакультури, економіки та менеджменту природокористування, автоматизованих систем моніторингу навколишнього середовища, геоінформаційних систем та технологій.

До складу структурних підрозділів університету входять: навчально-науковий гідрометеорологічний інститут, п'ять факультетів (природоохоронний, еколого-економічний, комп'ютерних наук, магістерської та аспірантської підготовки, заочний), центр післядипломної освіти, деканат по роботі з іноземними учнями, підготовче відділення, Центр магістерської підготовки на базі Морського гідрофізичного інституту НАН України (м. Севастополь), Херсонський

та Харківський гідрометеорологічні технікуми, Одеський коледж комп'ютерних технологій.

Підготовка, перепідготовка фахівців, включаючи надання другої вищої освіти, за денною та заочною формами навчання здійснюється за такими напрямками вищої освіти:

- 040105 «Гідрометеорологія» (спеціальності: «Метеорологія», «Гідрологія», «Океанологія», «Гідрографія», «Агрометеорологія», «Атмосферна геофізика», «Кліматологія»);
- 040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (спеціальності: «Екологія та охорона навколишнього середовища», «Прикладна екологія та збалансоване природокористування», «Екологічна безпека», «Екологічний контроль і аудит», «Радіоекологія», «Заповідна справа»);
- 050101 «Комп'ютерні науки» (спеціальність: «Інформаційні управляючі системи і технології»);
- 030601 «Менеджмент» (спеціальності: «Менеджмент організацій і адміністрування», «Менеджмент природоохоронної діяльності»);
- 090201 «Водні біоресурси та аквакультура» (спеціальності: «Водні біоресурси», «Охорона відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»);
- «Військова гідрометеорологія» (гідрометеорологічне та геофізичне забезпечення військово-повітряних сил, сухопутних військ, артилерії та ракетних військ, військово-морських сил).

На базі відокремлених підрозділів ОДЕКУ, до складу яких входять Харківський та Херсонський гідрометеорологічні технікуми, які здійснюють підготовку молодших спеціалістів за спеціальностями: «Метеорологічні та гідрологічні спостереження», «Експлуатація та обслуговування гідрометеорологічних вимірювальних систем», «Експлуатація радіометеорологічних станцій», «Прикладна екологія (за галузями)», а також Одеський коледж комп'ютерних технологій, який здійснює підготовку молодших спеціалістів за спеціальностями: «Розробка програмного забезпечення», «Обслуговування комп'ютерних систем та мереж», «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв», «Обслуговування станків з програмним управлінням та робото технічних комплексів».

Випускники університету розподіляються в структурні підрозділи державної гідрометеорологічної та державної гідрографічної служб України та країн СНД, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, Державного агентства водних ресурсів України, Державного агентства рибного господарства України, Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та Міністерства оборони України інші міністерства і відомства Украї-



ни. З 1992 року ОДЕКУ веде підготовку кадрових військових гідрометеорологів для Міністерства оборони України. Студенти всіх факультетів денної форми навчання мають можливість пройти підготовку за програмою «офіцерів-запасу».

По напрямку 040105 «Гідрометеорологія» ОДЕКУ протягом майже 60 років готує фахівців для Всесвітньої метеорологічної організації — спеціалізованої агенції ООН. Програми підготовки фахівців в цьому напрямі відповідають затвердженим міжнародним стандартам і визнаються всіма гідрометеорологічними службами світу.

Одеський державний екологічний університет володіє високим кадровим потенціалом, могутньою матеріально-технічною базою — по цих показниках ВНЗ знаходиться на перших місцях в Одеському регіоні. На базі університету працюють дві навчально-методичні комісії (з гідрометеорології та екології) Навчально-методичної ради Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. В ОДЕКУ активно працює докторантура, аспірантура та ад'юнктура, діє спеціалізована Вчені ради по захисту докторських та кандидатських дисертацій з чотирьох наукових спеціальностей.

За об'єктивними показниками, незважаючи на свої порівняно невеликі розміри, Одеський державний екологічний університет має всі ознаки дослідницького університету. Про що свідчать як власні наукові досягнення, та й тісна співпраця з науковими установами. На базі університету працюють міжвідомчі навчально-науково-виробничі комплекси «Український центр гідрометеорологічної освіти», «Фізика довкілля» (сумісно з Інститутом теоретичної фізики Національної академії наук України та Інститутом магнетизму НАН України), «Океанологія та морське природокористування» (сумісно з Морським гідрофізичним інститутом НАН України) та міжвідомчий навчально-науковий комплекс з підготовки та перепідготовки спеціалістів для Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Університет розвиває міжнародне співробітництво з вищими навчальними закладами, науковими установами та організаціями таких країн як Російська Федерація, КНР, США, Швеція, Німеччина, Італія, Фінляндія, Болгарія, Білорусія, Мексика, В'єтнам, Естонія та інші.

В історію Одеського державного екологічного університету вписано багато славетних імен його викладачів, науковців і випускників. Університет набув добрих традицій, знайшов своє неповторне обличчя, в ньому підготовлені та працюють науково-педагогічні працівники, науковці, співробітники, якими може пишатися будь-який вищий навчальний заклад України.

## АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

**Вступ.** Регіони України зазнають значного антропогенного впливу на повітряний басейн під дією стаціонарних та пересувних джерел забруднення. При цьому ступінь антропогенного навантаження значно різниться в різних регіонах. Крім того, внесок різних джерел забруднення значно різниться. Тому є актуальною і необхідною задачею оцінка та порівняльний аналіз рівня забрудненості атмосферного повітря окремих регіонів.

У попередніх роботах було розглянуто методичні підходи до оцінки якості атмосферного повітря, а також виконано оцінку ступеня забрудненості для південних та східних областей України [1-3].

**Матеріали і методи дослідження.** Метою даної роботи була оцінка рівня забруднення атмосферного повітря північних та західних регіонів України.

До північної України звичайно відносять Житомирську, Київську, Чернігівську та Сумську області, а також зараховують Волинську та Рівненську області. До західної України відносяться три галицькі області — Львівська, Івано-Франківська і Тернопільська, а також Хмельницька, Чернівецька та Закарпатська області.

В якості вихідних даних в роботі використані матеріали про рівень забруднення та обсяги викидів забруднюючих речовин (ЗР) за період 2008-2010 рр. Оцінка проводилася на основі розрахунку двох видів індексу забруднення атмосфери (ІЗА), які наведені в роботі [4] та проаналізовані в публікаціях [1; 2].

**Результати дослідження та їх аналіз.** За даними екологічних паспортів [5-10] регіонів станом на 2010 р. в північних областях України функціонувало 29 основних забруднювачів атмосферного повітря. До них відносяться наступні підприємства:

- *Житомирська область* — Бердичівське управління магістральних газопроводів, КП «Житомиртеплокомуненерго», ПрАТ «Бехівський спецкар'єр», ВАТ «Малинський каменедробильний завод», ЛВУМГ філія «Львівтрансгаз», Овруцький щебеневий завод (усього 6 підприємств);

• *Київська область* — Трипільська ТЕС, Боярське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів, Компресорна станція-35 «Ставищенська» Золотоніського лінійного виробничого управління магістральних газопроводів, ВАТ «Гостомельський склозавод», ТОВ «Комплекс Агромарс» (усього 5 підприємств);

• *Чернігівська область* — Чернігівська ТЕЦ, Гнідинцівський газопереробний завод, Чернігівське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів (усього 3 підприємства);

• *Сумська область* — НГВУ «Охтирканафтогаз», ТОВ «Сумитеплоенерго», Качанівський ГПЗ, Сумське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів, ВАТ «Суми-хімпром», ВАТ «Сумське наукове виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе» (усього 6 підприємств);

• *Волинська область* — Волинське УМГ, «Сойнеторф» ДП «Волинь торф», газопромдільниця Львівгазвидобування, ВАТ «Гнідавський цукровий завод» (усього 4 підприємства);

• *Рівненська область* — ВАТ «Рівнеазот», ТОВ «Свиспан Лімітед», ТзОВ «Одек» Україна, ПрАТ «Консюмерс-Скло-Зоря», ПАТ «Волинь-цемент» (усього 5 підприємств).

В табл. 1 наведено динаміку викидів ЗР від стаціонарних та пересувних джерел у північних регіонах.

Таблиця 1.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря (північні регіони) [5-10]

Регіон	Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т		
		всього	стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
Житомирська область	2000	61,800	12,300	49,500
	2006	73,990	15,570	58,420
	2007	83,690	19,220	64,470
	2008	80,470	19,070	61,400
	2009	84,110	18,600	65,510
	2010	87,490	18,380	69,112
Київська область	2000	167,501	80,793	86,708
	2005	170,103	73,037	96,717
	2006	201,937	108,312	93,625
	2007	251,371	93,350	158,021
	2008	289,830	107,374	182,456
	2009	266,714	101,884	164,830
	2010	269,000	106,800	162,200

Продовження таблиці 1.

Region	Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т		
		всього	стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
Чернігівська область	2000	64,183	20,164	44,019
	2006	85,655	40,159	45,496
	2007	91,517	39,035	52,482
	2008	98,120	44,408	53,712
	2009	93,865	42,973	50,892
	2010	96,737	47,400	49,337
Сумська область	2000	81,028	26,265	54,763
	2006	77,832	28,399	49,433
	2007	88,425	29,082	59,343
	2008	87,398	29,650	57,748
	2009	83,349	29,185	54,164
	2010	88,884	31,668	57,216
Волинська область	2000	42,300	10,300	32,000
	2006	56,800	12,200	44,600
	2007	66,400	11,500	54,900
	2008	63,400	10,000	53,400
	2009	57,100	7,600	49,500
	2010	57,200	8,200	49,010
Рівненська область	2002	50,700	35,400	15,300
	2003	58,000	41,300	16,700
	2004	56,600	40,800	15,800
	2005	57,700	40,400	17,300
	2006	55,800	37,900	17,900
	2007	66,200	47,700	18,500
	2008	61,300	45,100	16,200
	2009	52,700	42,700	10,000
	2010	56,200	12,900	43,300

У західних областях України станом на 2010 р. функціонували 31 основні забруднювачі атмосферного повітря [11-16]. До них відносяться наступні підприємства:

- *Львівська область* — Добротвірська ТЕС ВАТ «Західенерго», Філія УМГ «Львів-трансгаз», ДП «Львів-вугілля», Філія ГПУ «Львівгаз-видобування», ВАТ «Миколаїв-цемент», ВАТ «Жидачівський ЦПК», АТ «НПК-Галичина», ВАТ «Львівська вугільна компанія» (усього 8 підприємств);

- *Івано-Франківська область* — Бурштинська ТЕС, УМГ «Прикарпаттрансгаз», ВАТ «Івано-Франківськцемент»,

НГВУ «Надвірна нафтогаз», ГПУ «Львівгазвидобування» (усього 5 підприємств);

- *Тернопільська область* — Тернопільське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів, Гусятинська газокompресорна станція, Кременецьке відділення з постачання та реалізації газу, ВАТ «Чортківський цукровий завод», Чортківський ливарно-механічний завод (усього 5 підприємств);

- *Хмельницька область* — ВАТ «Подільський цемент»;

- *Чернівецька область* — ВАТ «Чернівецький олійножировий комбінат», ВАТ «Чернівецький цегельний завод № 3» (2 підприємства);

- *Закарпатська область* — Компресорна станція Росош, Компресорна станція Ужгород, ГВС Берегове, КС Хуст Хустського ЛВУМГ «Прикарпаттрансгаз», КС Воловець Хустського ЛВУМГ «Прикарпаттрансгаз», ГРС Хустського ЛВУМГ «Прикарпаттрансгаз», ДП «Закарпатський облавтодор», Закарпатська філія відкритого акціонерного товариства «Концерн Галнафтогаз», ВАТ «Перечинський ЛХК», ВАТ «Закарпатгаз» (усього 10 підприємств).

В табл. 2 наведено динаміку викидів ЗР від стаціонарних та пересувних джерел у західних регіонах.

Таблиця 2.

Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря (західні регіони) [11-16]

Регіон	Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т		
		всього	стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
Львівська область	2000	192,900	108,600	84,300
	2005	187,625	95,800	91,825
	2006	206,631	110,631	96,103
	2007	253,056	110,489	142,567
	2008	266,858	126,414	140,444
	2009	253,400	120,991	132,409
	2010	246,279	113,202	133,077
Івано-Франківська область	2000	184,800	141,000	43,800
	2005	252,200	204,200	48,000
	2006	318,400	269,300	49,100
	2007	323,233	269,900	53,333
	2008	298,200	241,670	56,500
	2009	271,817	214,502	57,315
	2010	225,012	169,212	55,800

## Продовження таблиці 2.

Регіон	Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т		
		всього	стаціонарними джерелами	пересувними джерелами
Тернопільська область	2000	—	8,893	—
	2005	39,138	14,837	24,301
	2006	53,482	19,370	34,112
	2007	66,119	20,480	45,639
	2008	64,773	19,219	45,554
	2009	61,092	16,254	44,838
	2010	63,892	18,892	45,420
Хмельницька область	2000	70,000	18,400	51,600
	2005	52,500	16,000	36,500
	2006	57,900	17,900	40,000
	2007	87,500	23,400	64,100
	2008	92,100	24,500	67,600
	2009	81,400	17,800	63,600
	2010	83,826	19,144	64,682
Чернівецька область	2000	65,900	35,000	30,900
	2005	61,700	33,600	28,100
	2006	61,200	32,700	28,500
	2007	85,200	45,900	39,300
	2008	82,900	43,400	39,500
	2009	82,600	43,000	39,600
	2010	44,500	3,800	40,700
Закарпатська область	2000	40,700	7,700	33,000
	2005	65,900	26,600	39,300
	2006	88,200	25,600	62,600
	2007	88,200	22,900	65,300
	2008	91,400	23,200	68,200
	2009	87,600	21,400	66,200

На рис. 1-2 наведено динаміку зміни *ІЗА*, розрахованих за різними формулами для північних та західних регіонів України.

Як видно з рис. 1-2, в окремих областях відсутня інформація про середньорічний вміст основних ЗР, що ускладнює розрахунок *ІЗА*. Проте, на відміну від раніше виконаних робіт, не відзначено загальної відповідної тенденції зміни обох показників, що розраховувались. В даному випадку вихідні дані є досить неоднорідними, що також ускладнює аналіз. Для регіонів, що розглядаються, стан якості атмосферного повітря в цілому не відповідав вимогам по таких речовинах, як пил, діоксид азоту та оксид вуглецю.

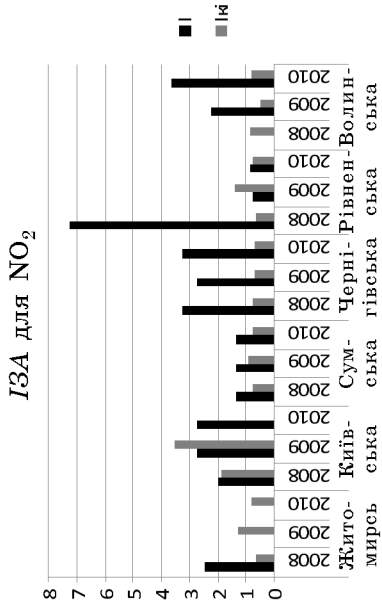
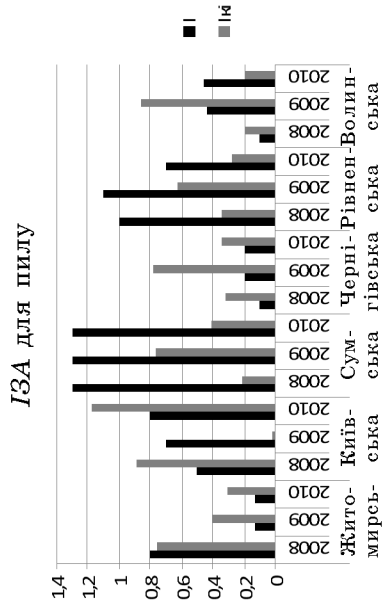
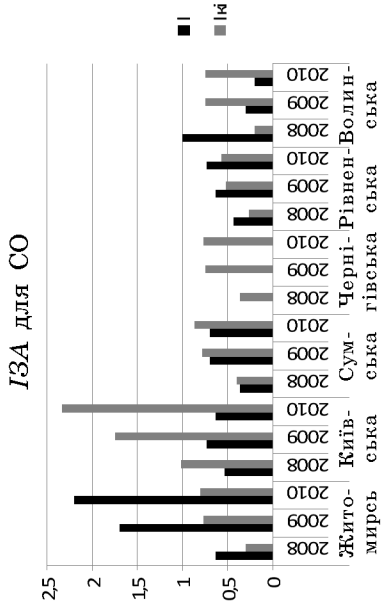
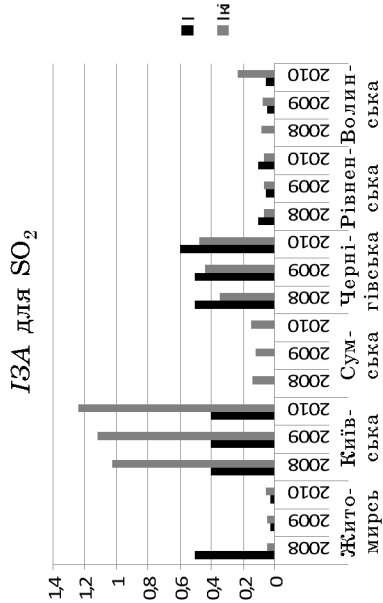
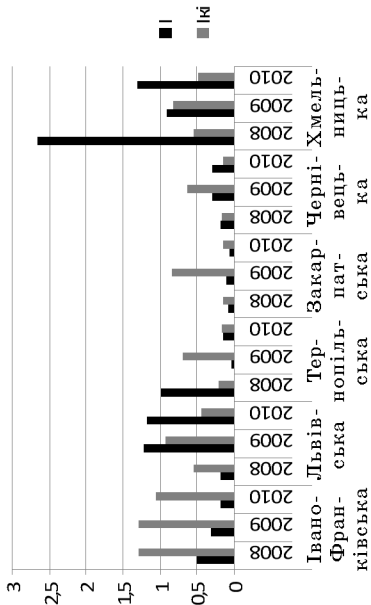
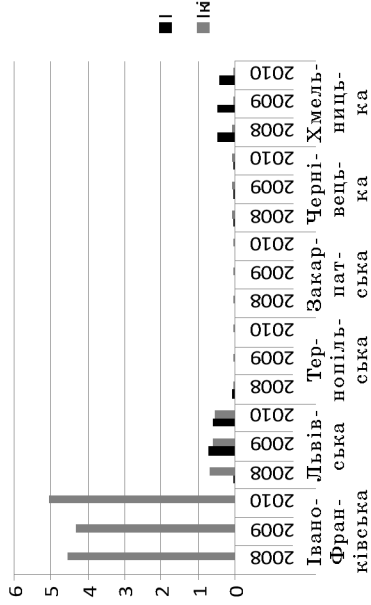


Рис. 1. Динаміка зміни ІЗА для північних регіонів в 2008-2010 рр.

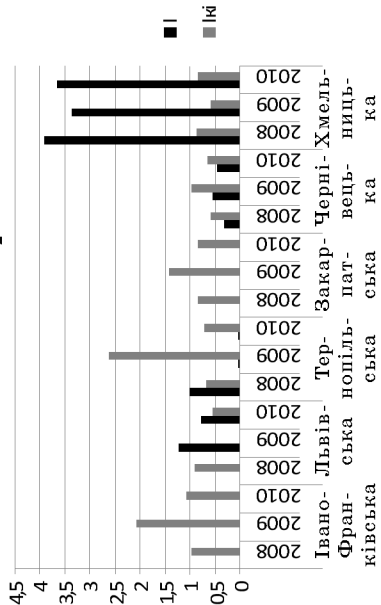
ІЗА для пилу



ІЗА для SO<sub>2</sub>



ІЗА для NO<sub>2</sub>



ІЗА для CO

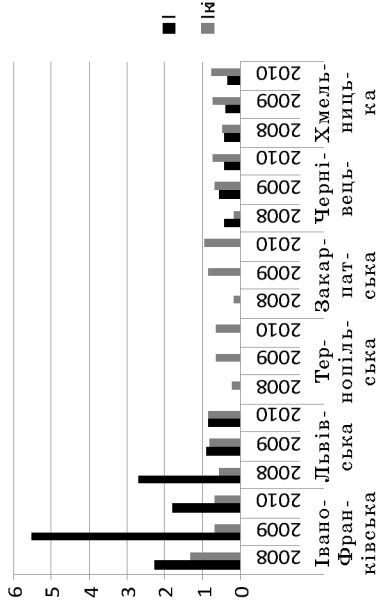


Рис. 2. Динаміка зміни ІЗА для західних регіонів в 2008-2010 рр.



**Висновки.** В роботі був виконаний загальний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря північно-західних регіонів України. Було проаналізовано динаміку викидів ЗР в атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами, а також розрахований ІЗА основними ЗР.

На основі результатів досліджень, отриманих в даній роботі та раніше по регіонах, планується побудувати карти з характеристикою внеску кожного регіону в загальний рівень забруднення атмосферного повітря.

### *Література*

1. Старчук І. О., Чугай А. В. Методичні основи оцінки забруднення атмосферного повітря / Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Мат. IV Рег. наук. конф. студ., магістр., асп. та мол. вчених. — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2011. — С. 85-87.
2. Чугай А. В., Старчук І. О. Порівняльний аналіз розрахунку ІЗА за різними методиками / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2011. — № 2(13). — С. 34-41.
3. Старчук І. О., Чугай А. В. Оцінка якості атмосферного повітря деяких регіонів України / Екологічні проблеми промислових регіонів. Мат. I Всеукр. молодіжної наук.-практ. конф. — Рубіжне: ІХТ СНУ ім. В. Даля, 2012. — С. 118-122.
4. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 116 с.
5. Екологічний паспорт Житомирської області за 2010 р. — Житомир, 2010. — 116 с.
6. Екологічний паспорт Київської області за 2010 р. — К., 2011. — 93 с.
7. Екологічний паспорт Чернігівської області за 2010 р. — Чернігів, 2011. — 157 с.
8. Сумська область. Екологічний паспорт регіону за 2010 р. — Суми, 2011. — 105 с.
9. Екологічний паспорт Волинської області за 2010 р. — Луцьк, 2010. — 103 с.
10. Рівненська область. Екологічний паспорт регіону за 2010 р. — Рівне, 2011. — 99 с.
11. Екологічний паспорт Львівської області за 2010 р. — Львів, 2011. — 133 с.

12. Івано-Франківська область. Екологічний паспорт регіону за 2010 р. — Івано-Франківськ, 2010. — 144 с.
13. Екологічний паспорт Тернопільської області за 2010 р. — Тернопіль, 2011. — 120 с.
14. Екологічний паспорт Хмельницької області за 2010 р. — Хмельницький, 2011. — 100 с.
15. Чернівецька область. Екологічний паспорт регіону за 2010 р. — Чернівці, 2011. — 103 с.
16. Екологічний паспорт Закарпатської області за 2010 р. — Ужгород, 2011. — 90 с.

*М. В. Дахно,  
В. Г. Ільїна*

## **ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ (на прикладі м. Одеса)**

Дослідження геохімії селитебних (урбанізованих) ландшафтів у нашій країні і за кордоном ростуть дуже швидко і практично сформувалися в самостійний науковий напрямок. У зв'язку з сильним техногенним забруднення природного середовища, промислові міста частіше стають об'єктом екологічних оцінок. Новизна цього наукового напрямку вимагає особливої уваги до розробки її теоретичних основ, методології. Такою методологією є геохімія ландшафту. Велике значення мають і конкретні методи цієї науки, її понятійний апарат. Як і у природних ландшафтів, у містах необхідно вивчати біологічний кругообіг атомів, водну і повітряну міграцію. Потрібно врахувати при цьому, що міста складаються з різноманітних ландшафтних систем — селитебних, рекреаційних, промислових та інших, що відіграють відповідну функціональну роль.

Аналіз геохімії міст необхідно вести в трьох аспектах: вивчення міграції хімічних елементів, енергетичної характеристики цих процесів, характеристики інформації. Важливим є аналіз ступеня рівноваги міських ландшафтів. Місто — різно неврівноважена система, більш неврівноважена, ніж природні ландшафти. Міський ландшафт особливо багатий на вільну енергію, для міста характерні зворотні зв'язки, причому позитивні явно переважають над негативними. Це визначає швидкість розвитку ландшафту, часто в небажаному напрямку. Одне із завдань оптимізації міських ландшафтів — поси-

лення зворотних зв'язків, що ведуть до самоорганізації. При вивченні геохімії міст необхідно широко використовувати узагальнений принцип Ле-Шательє, принцип централізації [1].

Для виявлення закономірностей вказаних процесів необхідне вивчення хімічного складу депонуючи середовищ (ґрунти, донні відклади, сніговий покрив, рослинність), а також природних факторів забруднення і самоочищення ландшафтів. Оцінка ступеня забруднення компонентів міського середовища повинна проводитись відносно фонових аналогів, з урахуванням фонової і радіальної ландшафтно-геохімічної структури.

Морфологічні особливості аномалій зумовлені в значній мірі ландшафтними умовами території. Так, в аерогенних аномаліях морфологія ореолу визначається розою вітрів: він може бути витягнений у напрямку переважаючого вітру. Розміри аномалій корелюються з інтенсивністю викидів. При оцінці ступеня небезпеки забруднення важливо враховувати ландшафтну структуру території.

Важливу роль у формуванні екологічної ситуації (забруднення і самоочищення) ландшафтів міст відіграють природні й антропогенні фактори. Серед кліматичних факторів виділяються дві групи: 1) які визначають інтенсивність метаболізму продуктів техногенезу (сума сонячної радіації, величина ультрафіолетового випромінювання, температура й озоновий режим атмосфери (озон сприяє окисленню); 2) які визначають інтенсивність виносу й акумуляції продуктів техногенезу (середньорічна швидкість вітру, повторюваність штилів, кількість днів з туманом; кількість опадів).

Серед головних факторів геолого-геоморфологічної групи виділяється такі: ступінь розчленованості території і напрямок нахилу поверхні, які визначають інтенсивність і характер перерозподілу продуктів техногенезу у водному потоці; глибина підземних вод і ступінь їх захищеності водонапірними горизонтами: гранулометричний і мінералогічний склад порід, їхні хімічні властивості і т.д. [2]

Одним із головних факторів, які зумовлюють стійкість ландшафту до педохімічних забруднень, є буферність ґрунту. Рухливість біохімічно-активних забрудників визначається в основному поглинаючою здатністю ґрунту (що залежить від його механічного складу і вмісту гумусу), лужно-кислотними й окисно-відновними умовами. Основні природні фактори, які визначають характер самоочищення ландшафтів, виділено в табл. 1.

Таблиця 1.

Систематика факторів самоочищення різних природних середовищ

Атмосфера	Поверхневий і ґрунтові води	Ґрунти
Температура повітря	Температура води	Температура верхнього шару ґрунту
Сонячна радіація	Сонячна радіація	Сонячна радіація
Кількість опадів	Кількість опадів	Кількість опадів
Вітер	Швидкість течії	Характер та інтенсивність біологічного кругообігу
Кількість штилів	Окисно-відновні й лужно-кислотні умови	Окисно-відновні ( <i>Eh</i> ) і кислотні ( <i>pH</i> ) умови
Температурні інверсії в приземному шарі атмосфери	Механічний і мінералогічний склад ґрунту і ґрунтоутворюючих порід	Вміст гумусу і його якісний склад
Фотосинтетична активність біоценозів	Характер залягання ґрунтових вод	Механічний склад ґрунту
Висота і густина деревостою	Біохімічна активність живої речовини	

Оцінка геохімічного навантаження на ландшафтне середовище міста. Це навантаження сформоване джерелами забруднення (викиди, стоки, тверді матеріали, відходи). Фактичне навантаження на середовище визначити поки що важко.

Усі види джерел хімічних елементів вивчаються синхронно для одних і тих же урбанізованих територій. Усі оцінки виражаються в трьох формах: 1) масі хімічного елемента, яка надходить на одиницю площі за одиницю часу; 2) масі хімічного елемента, яка припадає на одну людину в той самий період; 3) коефіцієнта відносного збільшення навантаження в урбанізованій зоні, в порівнянні з фоновим навантаженням (*Kc*) [3].

Коефіцієнт концентрації елемента визначається відношенням його реального вмісту в природному компоненті до його фонового вмісту, кларк концентрації — по відношенню до кларку літосфери. СПЗ дорівнює сумі коефіцієнтів концентрації хімічних речовин. Число елементів, які підсумовуємо, залежить від їхнього екологічного значення, від результатів аналізу та ін.

Нижче наводимо формули розрахунку ступеня концентрації та інтенсивності забруднення природних компонентів і ландшафту в цілому.

Коефіцієнт концентрації хімічного елемента ( $i$ ):

$$Kci = Ci / C\phi , \quad (1)$$

де  $Ci$  — концентрація елемента в досліджуваному ландшафтному компоненті;  $C\phi$  — його природний фон (концентрація).

Кларк (це середній вміст елемента в земній корі, виражається в % ваги) концентрації елемента:

$$Kki = Ci / Ki , \quad (2)$$

Сумарний показник забруднення природного компонента:

$$Zcj = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1) , \quad (3)$$

де  $j$  — компонент ландшафту,  $n$  — загальна кількість врахованих хімічних елементів (сумуються значення  $Kci \geq 1$ )

Сумарний показник кларків концентрації елементів у природному компоненті:

$$Zkj = \sum_{i=1}^n Kki - (n-1) \quad (4)$$

Сумарний показник забруднення ландшафту ( $Zcl$ ) хімічними елементами:

$$Zcl = \sum_{j=1}^m Zcj , \quad (5)$$

де  $l$  — ландшафт,  $j$  — компонент ландшафту;  $m$  — кількість врахованих ландшафтних компонентів (як правило, чотири: ґрунти, повітря, вода, біомаса).

З гігієнічних позицій небезпечність забруднення ландшафту визначається рівнем можливого негативного впливу цього забруднення на середовище (яке утворюють повітря, води, ґрунти, харчові продукти) і безпосередньо на людину. Основним критерієм гігієнічної оцінки небезпечності забруднення є гранично допустимі (нешкідливі для людини) концентрації хімічних речовин в компонентах ландшафту ( $ГДК$ ). Цей показник оцінюється кількісно. Для оцінки небезпечності рівня забруднення для здоров'я населення використовується коефіцієнт небезпечності елемента ( $Кнб$ ), що визначається відношенням вмісту речовини в компоненті до його  $ГДК$ :

$$Кнб = Ci / ГДК \quad (6)$$

Сумарний показник небезпечності забруднення визначається шляхом підсумовування показників  $Кнб$ .

Для оцінки екологічної ситуації використовуються показник інтенсивності забруднення природного компонента ( $P_j$ ) й інтегральний показник екологічної небезпечності ландшафту умовних одиниць —  $I_{нб}$  (Гуцуляк, 1994). Формули розрахунку:

$$P_j = \sum_{i=1}^n (Kci - Mi) \quad (7)$$

$$I_{нб} = \sum_{j=1}^m (P_j - T_j), \quad (8)$$

де  $Kci$  — коефіцієнт концентрації хімічного елемента;  $Mi$  — значення індексу небезпечності (токсичності) хімічного елемента у відповідності до класу небезпечності (4,1 і більша — I кл.; 2,6-4,0 — II кл.; 0,5-2,5 — III кл.; менше 0,5 — IV кл.);  $T_j$  — транслокаційний показник шкідливості, виражений в умовних одиницях (для ґрунтів — 2, повітря — 3, ґрунтових вод — 4, біомаси — 5);  $m$  — кількість компонентів,  $j$  — компонент ландшафту;  $n$  — кількість хімічних елементів, що враховуються.

Показники  $P_j$  і  $I_{нб}$  є головними в оцінці екогеохімічного стану урбанізованих територій [4].

Використання запропонованих формул дозволяє враховувати синергічну дію хімічних елементів-забруднювачів та екологічну значимість компонентів ландшафту.

Отже, для оцінки екологічної ситуації важливим є розроблений інтегральний показник небезпечності екологічної ситуації в ландшафті, який базується на спряженому аналізі і підсумуванні часткових показників антропогенної дії. Цей аналіз враховує транслокаційний показник шкідливості і синергічну дію властивих їм елементів.

Загальну оцінку еколого-геохімічної ситуації в ландшафтних комплексах у зв'язку із забрудненням пропонується провести за чотирибальною системою і за такими критеріями: 1 — сприятлива (забруднення відсутнє, практично без зміни ландшафтного середовища); 2 — відносно сприятлива (забруднення допустиме, вміст речовин перевищує фонове, але не вище  $ГДК$  в усіх компонентах ландшафту — ґрунтах, водах, атмосферному повітрі, зміни в ландшафтні незначні); 3 — відносно несприятлива (забруднення помірно небезпечне, вміст хімічних речовин перевищує  $ГДК$  у ґрунтах, незначні зміни гідрологічних процесів); 4 — несприятлива (забруд-

нення небезпечне, вміст хімічних речовин перевищує ГДК в ґрунтах і повітрі; зміна гідрохімічних процесів); 5 — надзвичайно несприятлива (забруднення надзвичайно небезпечно; вміст хімічних речовин перевищує ГДК у всіх середовищах — ґрунтах, повітрі, воді, біоті; змінений тип водообміну і напрямку гідрохімічних процесів). Можливості господарського використання ландшафтів з вищевказаними ситуаціями наводяться в табл. 2.

Таблиця 2.

Функціональне використання ландшафтних комплексів з різними показниками еколого-геохімічної ситуації

№ з/п	Оцінка ЕГС	Характеристика забрудненості	Можливості використання території
1	Сприятлива (незабруднена, природний фон)	Забруднення відсутнє	Під будь-які культури
2	Відносно сприятлива (допустима)	Вміст хімічних речовин перевищує фоновий, але не вище ГДК у всіх компонентах ландшафту (ґрунти, води, атмосферне повітря)	Під будь-які культури при умові контролю якості с/г рослин
3	Помірно-несприятлива (помірно-небезпечна)	Вміст хімічних речовин перевищує ГДК у ґрунтах	Під окремі культури при умові контролю якості с/г рослин
4	Несприятлива (небезпечна)	Вміст хімічних речовин перевищує ГДК у ґрунтах	Під технічні культури, обмежено під с/г культури
5	Надзвичайно несприятлива (надзвичайно небезпечна)	Вміст хімічних речовин перевищує ГДК у всіх середовищах (ґрунти, повітря, води)	Під технічні культури, лісозахисні смуги, парки

Критерієм оцінки ЕГС з позиції екології людини служать ті властивості природного середовища, які мають як позитивний, так і негативний вплив на умови праці та відпочинку, комфортність, медико-географічну обстановку (передумови захворювань, місцеві можливості для їх лакування), місцеві особливості харчування, вимоги до гігієни одягу і житла. При цьому повинні враховуватися і соціально-економічні фактори (комплексна медико-екологічна оцінка ландшафтних одиниць потребує подальшої розробки) [4].

Ландшафт (ПТК) — природно-історична основа життєдіяльності людини. ПТК у цілому виступає як фактор екологічних умов, ком-

фортності, виробничої діяльності людини. Оптимізуючи функції ПТК залежать від величин ресурсного потенціалу, комфортності й екологічного стану, лімітуючи — від несприятливих його процесів.

Основними чинниками формування фонових характеристик екологічного стану природних комплексів території Одеської області є: особливо водоносних горизонтів; розчленованість і дренажність літогенної основи; характер ґрунтів, розвинутих на поверхні, біологічних процесів, які протікають у них: склад і режим ґрунтових, поверхневих і глибинних вод; кліматичні умови, які зумовлюють сезонні зміни в співвідношенні тепла й вологи, в кількості і рівні ґрунтових вод; ландшафтна структура і геохімічне спряження ПТК; господарська діяльність людини. Говорячи про вплив місцевих кліматичних умов, відзначимо, що порівняно високі літні температури повітря (середня липнева + 25°) і недостатня кількість опадів (біля 200-300 мм) обумовлюють випаровуваність і аерацію ґрунтових вод (особливо залягаючи на глибині 2-4 м), промивний (пермацидний) і напівпромивний (імпермацидний) водний режим ґрунтів.

З точки зору здатності води бути середовищем міграції речовин, важливе значення мають її окисно-відновні і кислотно-лужні умови, іонний склад і мінералізація. Зональні чинники визначили карбонатний фон розвитку ландшафтів (у лісостеповій зоні), слабку рухливість більшості мікроелементів у ландшафтах — отже, і слабка геохімічна контрастність цих ландшафтів. Величина коефіцієнта місцевої міграції для основної групи елементів не перевищує 1,2-1,7 та 0,7-0,8 [3].

До основних природних компонентів, які відіграють особливу роль у формуванні геохімічних властивостей ландшафтів, належать покривні відклади, ґрунтова і поверхнева вода, рослинність.

Неоднорідність регіональної геохімічної структури території зв'язана, перш за все, з літологічною спеціалізацією гірських порід і ґрунтів, радіальною і латеральною геохімічною диференціацією елементів. Облік указаної спеціалізації порід і ґрунтів особливо необхідний в екологічних дослідженнях розчленованих територій. Регіональні кларки валового вмісту мікроелементів у ґрунтах характеризують їх загальний фон. Зіставляючи регіональні кларки елементів і кларки літосфери, одержимо відносну геохімічну спеціалізацію ґрунтів досліджуваної території (*Кк* — кларки концентрації) (табл. 3). Для екологічних цілей розраховані коефіцієнти концентрації елементів відносно фонового вмісту — *Кс* (табл. 4). За кларка-



ми концентрацій вивчених елементів у ґрунтах території Одеської області виділяються такі спеціалізації (цифри — кларки концентрації): 1) *Mo* — 1,22; 2) *Zn* — 1,1; *Pb*, *Sn* — 1,2; *Cr* — 0,8; 3) *Cu* — 0,7; *Mn*, *Ni* — 0,6; *Co* — 0,5 та ін.[4].

Як видно, зі складу елементів, що концентруються, ґрунти області в цілому мають молібденову і цинково-молібденову, в меншій мірі — свинцеву спеціалізацію, які відображають металогенічні особливості місцевих слабо кислих ґрунтів. Від’ємні аномалії з досліджених елементів формують кобальт, нікель і марганець.

На основі результатів аналізу (емісійний спектральний) популу рослин підраховані середні значення, дисперсія, коефіцієнт концентрації для всієї рослинності й окремо для деревної і трав’янистої (табл. 3).

Таблиця 3.

Вміст мікроелементів в чорноземах Одеської області

Елемент	Межі коливань, %	Середній вміст	Кларк літосфери, за Виноградовим	Кларк концентрації
<b>м. Одеса</b>				
<i>Pb</i>	$1\text{-}5 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$1,60 \cdot 10^3$	1,25
<i>Cr</i>	$4\text{-}6 \cdot 10^3$	$5,3 \cdot 10^3$	$1,30 \cdot 10^3$	1,00
<i>Mn</i>	$7,5\text{-}10 \cdot 10^2$	$7,5 \cdot 10^2$	$8,00 \cdot 10^2$	0,13
<i>Ni</i>	$2\text{-}5 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^3$	$4,80 \cdot 10^3$	0,17
<i>Mo</i>	$0,5\text{-}4 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^4$	$1,00 \cdot 10^4$	1,70
<i>V</i>	$1\text{-}6 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$	$7,00 \cdot 10^3$	1,10
<i>Ti</i>	$2,5\text{-}4 \cdot 10^1$	$2,5 \cdot 10^3$	$4,00 \cdot 10^1$	0,16
<i>Co</i>	$1 \cdot 10^4$	$1,1 \cdot 10^4$	$0,11 \cdot 10^4$	8,50
<i>Cu</i>	$2\text{-}6 \cdot 10^3$	$3,9 \cdot 10^3$	$3,70 \cdot 10^3$	0,10
<i>Ag</i>	$3\text{-}10 \cdot 10^6$	$6,0 \cdot 10^6$	$7,00 \cdot 10^6$	1,30
<i>Zn</i>	$1\text{-}25 \cdot 10^3$	$7,6 \cdot 10^3$	$6,30 \cdot 10^3$	0,10
<i>Sr</i>	$1\text{-}5 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$2,40 \cdot 10^2$	0,14
<b>Одеська область</b>				
<i>Cr</i>		$3,0 \cdot 10^2$	$0,80 \cdot 10^2$	3,75
<i>Ni</i>		$7,0 \cdot 10^3$	$5,80 \cdot 10^3$	1,20
<i>Mn</i>		$9,0 \cdot 10^4$	$1,00 \cdot 10^4$	9,00
<i>Cu</i>		$7,0 \cdot 10^3$	$4,70 \cdot 10^3$	1,50
<i>Cd</i>		$0,5 \cdot 10^2$	$3,40 \cdot 10^2$	0,68

На досліджуваній території виділяються дві основні геохімічні обстановки у водоносних горизонтах — окисна і глеєва. Кисневий

склад вод визначає можливість існування аеробних бактерій, які інтенсивно окислюють органічні речовини. Досліди показали, що у деревної і трав'янистої рослинності найвищі середні показники вмісту спостерігаються для *Ba*, *Sn*, *Pb* (табл. 4) і послідовність розподілу мікроелементів за їх значенням зберігаються для всіх груп.

Таблиця 4.

Регіональний біогеохімічний фон і світові кларки  
попелу рослин,  $n \cdot 10^{-3} \%$  (мг/кг)

Елементи	Світові кларки	Степова зона		Одеська область (фон)	м. Одеса, середній вміст
		деревна	трав'яниста		
<i>Ba</i>	45(450)	69,00	70,00	53,3(533)	56,4(564)
<i>Zn</i>	100(1000)	26,50	17,50	8,0(80)	12,7(127)
<i>Pb</i>	5,0(50)	1,70	1,30	4,0(40)	5,17(51,7)
<i>Zr</i>	15(150)	3,10	1,90		
<i>V</i>	3,0(30)	2,60	1,70		1,1/11/
<i>Mn</i>	480(4800)	761,00	250,00	53,3(533)	84,3(843)
<i>Cr</i>	3,5(35)	3,70	2,50	3,0(30)	3,1(31)
<i>Co</i>	2,0(20)	-	-	0,28(2,8)	0,3(3)
<i>Mo</i>	1,2(12)	0,17	0,12	0,2(2)	0,24(2,4)
<i>Ti</i>	65(650)	32,00	17,00		
<i>Ni</i>	4,0(40)	29,00	1,90	1,5(15)	1,4(14)
<i>Sr</i>	80(800)	48,00	24,00	40(400)	6,0(600)
<i>Cu</i>	20(200)	7,60	4,60	3,3(33)	3,4(34)

Регіональна біогеохімічна диференціація виражається в понижених концентраціях (у порівнянні з глобальними кларками рослин) більшості мікроелементів — *Mn*, *Zn*, *Ni*, *Co*, *Cu*, *Sr* та ін. Біогеохімічний фон, який дорівнює або слабо перевищує кларки, утворюють *Pb*, *Cr*, *Ag*. Виділяється відносно підвищеним вмістом барій, він біофільний для деревної рослинності.

Інтенсивність нагромадження елементів рослинами виражається коефіцієнтом біологічного поглинання ( $A_x$ ). У найбільшій кількості рослини поглинають *Pb*, *Ni* ( $A_x$  — 10 п), *Cu*, *Zn*, *Mo* ( $A_x$  — 1 п).

Ці елементи можна назвати елементами високої біологічної активності. Меншу біологічну активність мають *Cr*, *Sr*, *Mn* ( $A_x < 1$ ).

### *Література*

1. Авессаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. Учеб.-метод. пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — 108 с.
2. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 252 с.
3. Беспамятов Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. — Л.: Химик, 1985.
4. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу. — Львів: Простір, 1998. — 356 с.

*Л. Недострелова*

### **СИНОПТИЧНІ УМОВИ УТВОРЕННЯ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Вступ.* Україна є одним з районів зі складним характером атмосферних процесів і умов погоди. Територія держави знаходиться на стику циркуляційних систем помірних і субтропічних широт. Відомо [1], що на Україну часто переміщуються повітряні маси з північних районів Атлантики і арктичних морів, рідше з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря. Однак, найбільшу повторюваність має континентальне повітря. Воно формується над великими рівнинами материка Євразії з поступаючих сюди мас арктичного і континентального помірної повітря. При наявності малоградієнтних областей підвищеного тиску територія України може служити осередком формування континентального помірної повітря взимку, а влітку — континентального тропічного повітря [2].

Перенесення повітряних мас на Україну відбувається при різних циркуляційних процесах. Вони відрізняються різноманіттям форм і сезонними особливостями, що значною мірою зумовлює часту зміну і складність погодних умов.

У ряді досліджень [3] автори виділяють три характерні особливості циркуляції на Україні:

1. Ослаблення активності атмосферних процесів.
2. Різноманіття і складність сезонних змін атмосферної циркуляції.
3. Ослаблення циклонічної і посилення антициклонічної діяльності.

Дослідження циклонічної діяльності над територією України [2; 4]. дозволили розділити всі циклони на 4 групи: пірнаючі, західні, південні, стаціонарні.

- I. Пірнаючі циклони переміщуються на південь ЄЧС під низхідною гілкою ВФЗ, розташованої над Західною Європою. Чернова В. Ф. [5] всі циклони такого виду розділила на три типи:
  1. Циклони переміщаються з північного заходу через Скандинавію, Прибалтику, на центральні райони і південний схід ЄЧС. Зазвичай вони зароджуються над Норвезьким морем, а потім, огинаючи гребінь антициклону над Західною Європою, зміщуються до південного сходу на центр ЄЧС. Для структури висотного поля першого виду траєкторій характерна орієнтація улоговини холодного циклону з центром над Баренцевим морем або крайньою північчю ЄЧС далеко на південь — на Чорне море.
  2. При зсуві циклонів з Баренцева моря на північ і східні райони ЄЧС баричне поле характеризується наявністю висотного антициклону над півднем Скандинавії, Балтійським морем, Польщею. Область низького тиску займає Нову Землю, схід ЄЧС і Урал.
  3. Циклони переміщуються з Карського моря на схід ЄЧС, при цьому висотний антициклон розташовується над північчю Скандинавії, Фінляндією, Баренцевим морем, а вісь висотної улоговини орієнтована з нижньої течії Обі на середній Урал.

З пірнаючими циклонами пов'язані різкі й значні зміни погоди, що обумовлені великими швидкостями їх переміщення (30-50 км/год) і пов'язаними з ними ділянками теплих і холодних фронтів, фронтів оклюзії. Погіршення погоди зазвичай виражається в посиленні вітру, опадах, різкій зміні температури. Ці циклони над районами ЄЧС взимку часто викликають хуртовинну діяльність.

II. До західних відносяться ті циклони, які зароджуються над Північною Атлантикою і потім, відповідно до структури висотного термобаричного поля, переміщуються із заходу на схід уздовж помірних широт (близько 50° пн.ш.).

Висотне баричне поле в цих випадках характеризується наявністю великої смуги зниженого тиску на півночі ЄЧС (від Прибалтики до Карського моря) і підвищеного тиску на півдні ЄЧС. ВФЗ проходить в широтному напрямку вздовж помірних широт і характеризується великими контрастами тиску і температури.

Найчастіше західні циклони приходять на ЄЧС взимку. Вони приносять вологу, посилення вітру, відлиги, тумани, ожеледь.

III. Південні циклони виникають у зоні 30-45° пн.ш., а потім переміщуються на північ — на територію Європи та Азії [6].

Для виникнення цих циклонів необхідно, щоб відбулося меридіональне перетворення термобаричного поля і здійснилася тривала адвекція холоду в райони Середземного моря, внаслідок чого зазвичай відбувається загострення ВФЗ. Одночасно на ЄЧС з півдня спрямований гребінь тепла. Другий гребінь орієнтований на Британські острови і Норвезьке море. Циклони виникають під передньою частиною висотної улоговини, орієнтованої з півночі Європи на Середземне, Чорне моря, Кавказ, за наявності умов для падіння тиску. На виникнення південних циклонів також впливає орографія. Вони часто утворюються з підвітряного боку південних відрогів Альп, Аппенінських гір [7].

Залежно від району виникнення південні циклони отримали різні назви: середземноморські, північноафриканські, чорноморські, каспійські.

Південні циклони за своїми масштабами, характером переміщення та розвитку обумовлюють значні опади, взимку — завірюхи, ожеледь, тумани; влітку — грози.

IV. Стаціонарні (малорухомі) циклони тривалий час стаціонують в певному географічному регіоні.

Якщо стаціонарний циклон є великим і високим, то його називають «центральною». Більшість таких циклонів, що формуються над континентом, є центральними.

Пономаренко І. М. [8] запропонував типізацію основних шляхів переміщення антициклонів над півднем ЄЧС. Ця класифікація передбачає поділ антициклонів на 4 групи, 10 видів. Поділ на групи зроблено в залежності від напрямку ведучого потоку в тропосфері, а підрозділ на види — залежно від положення ВФЗ.

*I група.* Північно-західні траєкторії. Сюди віднесені антициклони, що рухаються з північного заходу. По Мультановському Б. М. [9] основним районом їх виникнення є Північна Америка і Гренландія. Однак, близько 65 % антициклонів цієї групи, що проходять через південні райони ЄЧС, виникають також над Норвезьким морем, Центральною Європою, західними районами ЄЧС.

*II група.* Західні траєкторії. Антициклони цієї групи зміщуються із заходу. Раніше вважалося, що це ядра високого тиску, що відокремлюються від Азорського антициклоніону. Однак, дослідження [10] показали, що 40 % таких антициклонів виникають над Центральною Європою і Північним Кавказом під впливом гірських масивів.

*III група.* Південно-західні траєкторії. Антициклони цієї групи в основному виникають над Середньо-Дунайською низовиною або Середземним і Чорним морями при переважному впливі місцевих факторів. Переміщення їх здійснюється з південного заходу на північний схід.

*IV група.* Ультраполярні траєкторії. Мультиановским були виділені 4 типи переміщення таких антициклонів в холодну пору року — з Нової Землі на Азовське море; з Нової Землі на Балкани; з Півночі Скандинавії на Італію; з Західного Сибіру на південь ЄЧС. В теплу пору — з Карського моря на Нижню Волгу та з Нової Землі на басейн Дунаю.

*Вихідні дані та аналіз отриманих результатів.* Огляд синоптичних карт за період з 1996 по 2007 роки дає можливість визначити синоптичні ситуації, які сприяють утворенню та зберіганню снігового покриву на території Одеської області. Результати досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

Синоптичні ситуації, що сприяють утворенню і зберіганню снігового покриву на території Одеської області

Роки	Zn				Az				
	пірнаючі	Зх	Пд	стаціонарні	Пн-Зх	Зх	Пд-Зх	УП	стаціонарні
1996	1	1	4	-	4	4	-	-	-
1997-1998	1	1	3	-	2	-	1	-	-
1998-1999	-	1	2	1	1	1	1	1	2
1999-2000	2	2	1	1	-	1	-	-	-
2001(п)	-	1	2	-	1	-	-	-	-
2001(к)	-	-	1	1	-	-	-	-	2
2002-2003	2	3	7	4	2	7	-	1	2
2004(п)	-	1	3	-	1	1	-	-	-
2004-2005	3	3	1	-	-	-	1	-	2
2005-2006	-	2	5	-	-	-	-	-	3
2006(к)	-	-	-	-	1	-	-	-	-
2007(п)	1	1	-	-	-	1	-	-	1
2007(к)	1	1	-	-	-	-	-	-	1
Всього	11	17	29	7	12	15	3	2	13

З табл. 1 видно, що за досліджений період пірнаючих циклонів спостерігалось всього 11 випадків, найбільша кількість (3) спосте-

рігалась в зимовий період 2004-2005 років. Західних циклонів всього було зафіксовано 17 випадків, найбільша кількість (3) таких процесів спостерігалась в 2002-2003 роках та в 2004-2005 рр. Південні циклони мають найбільшу повторюваність за період дослідження — 29 випадків, найбільше спостерігаються в 2002-2003 рр. (7). Кількість стаціонарних циклонів складає 7 випадків, найбільше спостерігаються в 2002-2003 роках (4).

Північно-західних антициклонів всього було зафіксовано 12 випадків, найбільша кількість таких синоптичних ситуацій (4) спостерігається в 1996 році. Західні антициклони мають найбільшу повторюваність — 15 випадків за розглянутий період, найбільша кількість (7) спостерігається в зимовий період 2002-2003 років. Південно-західних антициклонів всього 3 випадки, спостерігались в 1997-1998, 1998-1999 та 2004-2005 роках. Ультраполярних антициклонів спостерігається 2 випадки в 1998-1999 та 2002-2003 роках. Стаціонарні антициклони мають повторюваність 13 випадків і займають друге місце після західних. Найбільша кількість стаціонарних процесів спостерігається зимою 2005-2006 років (3).

Аналіз часового розподілу синоптичних ситуацій можна зробити за допомогою табл. 1. В 1996 році найбільше спостерігаються північно-західні (4) та західні (4) антициклони, а також південні циклони (4). В 1997-1998 роках має місце найбільша кількість південних циклонів (3). Для зимового періоду 1998-1999 років характерні південні циклони (2) та стаціонарні антициклони (2). В 1999-2000 рр. найбільше спостерігаються пірнаючі (2) та західні (2) циклони, а також один західний антициклон. На початку 2001 року найбільша кількість південних циклонів (2), в кінці 2001 року стаціонарних антициклонів (2). В 2002-2003 роках найбільша кількість спостерігається південних циклонів (7) та західних антициклонів (7). На початку 2004 року найбільше спостерігаються південні циклони (3). В 2004-2005 роках більше спостерігались пірнаючі (3) та західні (3) циклони. В 2005-2006 роках найбільше південних циклонів (5). На кінець 2006 року спостерігався тільки один випадок північно-західного антициклону. На початку 2007 року спостерігаються пірнаючі (1) та західні (1) циклони, західні (1) та стаціонарні (1) антициклонів, а на кінець 2007 року — пірнаючі (1) та західні (1) циклони, а також стаціонарні антициклони (1). За досліджений період спостерігалася найбільша кількість південних (29) та західних (17) циклонів, а також західних (15) і стаціонарних (13) антициклонів.

З табл. 2 видно, що за 1996 рік спостерігалось всього 14 синоптичних ситуацій, з яких 6 циклонів і 8 антициклонів. В 1997-1998 роках всього було 8 процесів, з них 5 циклонів та 3 антициклона. За 1998-1999 роки спостерігалось всього 10 ситуацій, з них 4 циклона і 6 антициклонів. В 1999-2000 роках всього спостерігалось 7 випадків, з них 6 циклонів та 1 антициклон. На початку 2001 року спостерігалось всього 4 циклона та антициклона, з них 3 циклона і 1 антициклон, а на кінець 2001 року всього має місце 4 випадки, з них 2 циклона та 2 антициклона. Найбільша кількість (28) синоптичних процесів спостерігалась в 2002-2003 роках, з них 16 циклонів і 12 антициклонів. На початку 2004 року всього було 6 ситуацій, з них 4 циклона та 2 антициклона.

Таблиця 2.

Часовий розподіл циклонів і антициклонів  
за період з 1996 по 2007 рр.

Роки	Zn	Az	Всього
1996	6	8	14
1997-1998	5	3	8
1998-1999	4	6	10
1999-2000	6	1	7
2001(п)	3	1	4
2001(к)	2	2	4
2002-2003	16	12	28
2004(п)	4	2	6
2004-2005	7	3	10
2005-2006	7	3	10
2006(к)	—	1	1
2007(п)	2	2	4
2007(к)	2	1	3
Всього	64	45	109

В 2004-2005 роках спостерігалось всього 10 випадків, з них 7 циклонів та 3 антициклона, така ж ситуація була і в 2005-2006 роках. На кінець 2006 року спостерігався лише 1 антициклон. На початку 2007 року всього спостерігалось 4 синоптичні процеси, з них 2 циклона та 2 антициклона, а на кінець 2007 року спостерігалось 3 ситуації, з них 2 циклона та 1 антициклон.

Найбільша кількість циклонів та антициклонів (28) спостерігалась в 2002-2003 роках, а найменша (1) в зимовий період в кінці 2006 року.



За досліджуваній період спостерігалось 109 синоптичних ситуацій, з них 64 циклона і 45 антициклонів.

**Висновки.** Взагалі за досліджуваній період спостерігалось 109 синоптичних ситуацій, які сприяли утворенню і зберіганню снігового покриву на території Одеської області, з них 64 циклона і 45 антициклонів. Найбільша кількість синоптичних процесів спостерігалась в зимовий період 2002-2003 рр. — 28 випадків; з них: 16 циклонів і 12 антициклонів. Найменша кількість синоптичних процесів спостерігалась в зимовий період 2006 р. — 1 випадок (антициклон). Всього за досліджуваній період спостерігалось циклонів: 29 — південних, 17 — західних, 11 — пірнаючих, 7 — стаціонарних; антициклонів: 15 — західних, 13 — стаціонарних, 12 — північно-західних, 3 — південно-західних, 2 — ультрараціональних.

### *Література*

1. Боровская Г. А. Количественные характеристики внутренней структуры АПС для типовых синоптических ситуаций на Украине. Дисс. ... канд. наук. — Одесса, 1992. — 210 с.
2. Чернова В. Ф. Ныряющие циклоны и струйные течения // Труды ГМЦ. — 1968. — Вып. 22. — С. 17-22.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — Часть II, Вып. I. — С. 106- 255.
4. Ромов А. И. К теории орографического циклогенеза // Труды УкрНИИ Госкомгидромета. — 1985. — Вып. 204. — С. 3-11.
5. Чернова В. Ф. Некоторые сведения о ныряющих циклонах // Труды ЦИП. — 1959. — Вып. 83. — С. 39- 44.
6. Колесникова А. П. Синоптические условия перемещения ныряющих циклонов и особенности обуславливаемых ими штормовых ветров на Черном море // Труды ОГМИ. — 1961. — Вып. 23. — С. 47-56.
7. Пономаренко И. Н. Черноморская депрессия и условия перемещения южных циклонов // Труды УкрНИГМИ. — 1964. — Вып. 43.
8. Пономаренко И. Н. Синоптические условия перемещения антициклонов по Украине и юго-востоку Европейской части СССР и их основные погодные характеристики // Труды УкрНИГМИ. — 1956. — Вып. 5. — С. 186-209.
9. Мультиановский Б. П. Синоптические условия перемещения антициклонов по Украине. — М.: Наука, 1982. — 320 с.

10. Кулаковская М. Ю. Синоптические условия перемещения антициклонов на юго-восток Европейской территории СССР с отрогами на Украину (холодное полугодие) // Труды УкрНИГМИ. — 1960. — Вып. 21. — С. 30-36.

*Г. П. Івус,  
Н. С. Єрмоленко*

### **ВИЗНАЧЕННЯ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО РОЗПОДІЛУ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПОСУХ В УКРАЇНІ В РІЗНІ ПЕРІОДИ**

Посуха є екологічною катастрофою, яка все більше привертає увагу захисників навколишнього середовища, метеорологів, гідрологів, екологів та інших вчених. Посуха виникає практично у всіх кліматичних зонах і головним чином пов'язана зі скороченням кількості опадів. Висока температура повітря, сильний вітер, низька відносна вологість, інтенсивність та тривалість опадів, дата початку та закінчення посушливого періоду грають істотну роль у формуванні екстремально посушливих умов. Але слід зазначити, що достатньо важко визначити час настання, ступінь тяжкості, тривалість та час закінчення посухи, оскільки причини її виникнення є дуже складними і залежать не тільки від атмосферних, а й від гідрологічних процесів.

На умови формування посух суттєво впливають зміни клімату. Згідно з результатами дослідження Міжурядової групи експертів по змінам клімату [2], інструментальні спостереження показують, що за останні 157 років глобальна приземна температура повітря збільшилась з деякими регіональними відхиленнями. В середньому по всій земній кулі потепління в ХХ сторіччі відбувалося в двох фазах — у 1910-1940-х роках (0,35 °С), і більш сильно, починаючи з 1970-х до теперішнього часу (0,55 °С). Але слід зазначити, що умови виникнення посух у великій мірі залежать не лише від змін температурного фону, але й від режиму зволоження. Зокрема в дослідженнях, що здійснювалися для території України [4], зазначено, що в останні 45 років спостерігається тенденція збільшення вологості ґрунту в верхньому однометровому шарі. Тому були зроблені чисельні спроби розробити нові індекси посухи або вдосконалити існуючі, які б при обчисленні періодів посух враховували не тільки дані температури, а й інші метеорологічні, гідрологічні та агрометеорологічні величини та параметри. З цією метою був сформований новий індекс посухи — стандартизований індекс опадів та сумарного випаровування (SPEI) [6]. У зв'язку з тим, що

порівняння характеристик посух для різних періодів часу по території України не проводились, *метою* цієї роботи є дослідження просторово-часового розподілу посух для різних періодів та регіонів.

Для проведення порівняльного аналізу просторово-часових характеристик посух в різні проміжки часу використовувався індекс посухи — стандартизований індекс опадів та сумарного випаровування. Індекс SPEI розрахований за даними температури повітря та опадів з кроком сітки  $0,5^\circ$  для усієї земної кулі за період 1901-2006 рр. і враховує масштаби часу від 1 до 48 місяців.

Стандартизований індекс опадів та сумарного випаровування сформовано на основі стандартизованого індексу опадів (SPI) з залученням потенціального сумарного випаровування [4], що дозволило скомбінувати опади та температуру. Процедура визначення SPEI базується на першочерговому визначенні стандартизованого індексу опадів. Таким чином, SPI обчислюється за середньомісячними значеннями опадів, а SPEI використовує середньомісячні різниці між опадами та потенціальним сумарним випаровуванням. Останнє являє собою простий кліматичний баланс вологи для різних масштабів часу [3].

Перший етап — розрахунок потенціального сумарного випаровування  $PE$  — є складним, тому що потребує багатьох параметрів, таких як температура поверхні ґрунту, вологості повітря, радіації, що надходить до ґрунту, тиску водяної пари, потоків прихованого та відчутного тепла між ґрунтом та атмосферою тощо. Але в результаті досліджень виявлено, що з метою залучення  $PE$  до індексу посухи можна використовувати найпростіший метод і це не позначиться істотно на отриманих індексах. Тому в [6] запропоновано для визначення  $PE$  (у мм) застосувати метод Торнвейта [5], за яким  $PE$  залежить тільки від температури, а саме

$$PE = 16K \left( \frac{10T}{I} \right)^m, \quad (1)$$

де  $T$  — середньомісячна температура ( $^\circ\text{C}$ );  $m$  — коефіцієнт ( $m = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} I + 0,492$ );  $I$  — індекс теплоти, який розраховується як сума 12 середньомісячних величин індексу  $t$ , а останній одержується з середньомісячних температур за формулою

$$t = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,514}, \quad (2)$$

$K$  — поправковий коефіцієнт, що обчислюється як функція широти та місяця

$$K = \left( \frac{N}{12} \right) \left( \frac{NDM}{30} \right), \quad (3)$$

де  $NDM$  — кількість днів у місяці, а  $N$  — максимальна тривалість сонячних годин, яка визначається за допомогою

$$N = \frac{24}{\pi} \varpi_s, \quad (4)$$

де  $\varpi_s$  — годинний кут сходу сонця, який обчислюється за виразом

$$\varpi_s = \arccos(-\tan \varphi \tan \delta), \quad (5)$$

де  $\varphi$  — широта у радіанах;  $\delta$  — сонячне схилення у радіанах, отримане, як

$$\delta = 0,4093 \sin \left( \frac{2\pi J}{365} - 1,405 \right), \quad (6)$$

де  $J$  — середній юліанський день місяця.

Після того, як одержані дані про потенційне сумарне випарування, для кожного  $i$ -го місяця розраховуються різниці ( $D_i$ ) між опадами  $P_i$  та  $PE_i$

$$D_i = P_i - PE_i, \quad (7)$$

забезпечуючи просту міру надлишку або дефіциту вологи для певного місяця.

Обчислені величини  $D_i$  для SPEI (або  $P_i$  для SPI) підсумовуються на різних часових масштабах за такою процедурою. Різниця  $D_{i,j}^k$  для даного місяця  $j$  та року  $i$  залежить від вибраного часового масштабу. Наприклад, накопичена різниця для одного місяця у певний рік  $i$  з 12-місячним часовим масштабом одержується за допомогою виразу

$$\begin{aligned} X_{i,j}^k &= \sum_{l=13-k+j}^{12} D_{i-1,l} + \sum_{l=1}^j D_{i,l}, & j < k; \\ X_{i,j}^k &= \sum_{l=j-k+1}^j D_{i,l} & j \geq k, \end{aligned} \quad (8)$$

де  $D_{i,l}$  — різниця  $P_i - PE_i$  у перший місяць року  $i$  у міліметрах.

Для розрахунку SPI на різних часових масштабах використовується розподіл ймовірностей з гамма сім'ї (двопараметричний гамма-розподіл або трипараметричний розподіл Пірсона III-го типу), тому що частоти опадів, накопичених на різних часових масштабах, добре моделюються за допомогою цих статистичних розподілів. SPI може бути розрахований з використанням двопараметричного розподілу, а для SPEI потрібний трипараметричний розподіл. Найбільш придатний розподіл для моделювання  $D_i$  на різних часових масштабах є лог-логістичний розподіл, визначений Вісенте-Серрано та ін. [6], які застосовували дані з одинадцяти станцій спостереження з різними кліматичними умовами. Середнє значення SPEI дорівнює нулю, а середньоквадратичне відхилення — одиниці. Цей індекс є стандартизованою величиною і може бути порівняний з аналогічними величинами в різних пунктах та за інший проміжок часу. Категорії посух для різних величин SPEI визначені у табл. 1.

З усієї бази розрахованих індексів для даного дослідження вибрані SPEI лише за два періоди — 1901-1930 рр. та 1976-2005 рр., з масштабами часу 1, 3, 6, 9, 12, 24 місяці для шести міст України, що знаходяться в різних регіонах країни.

Таблиця 1.

Критерії посухи за стандартизованим індексом опадів та сумарного випаровування

Значення SPEI	Категорія посухи
$-0,99 \leq \text{SPEI} < 0$	Слабка
$-1,49 \leq \text{SPEI} < -1$	Помірна
$-1,99 \leq \text{SPEI} < -1,5$	Інтенсивна
$\text{SPEI} \leq -2$	Екстремальна

**Основні результати.** За результатами обчислення стандартизованого індексу опадів та сумарного випаровування підрахована кількість місяців з екстремальною посухою в деяких регіонах України за тридцятирічний період — 1901-1930 рр., що був поділений на десятиріччя для детальнішого аналізу просторово-часового розподілу посух на більш коротких проміжках часу (табл. 2).

Як видно з табл. 2, максимальна кількість місяців з екстремальною посухою спостерігається в південних та центральних областях, а саме в Кіровоградській та Миколаївській, на відміну від східних та західних, де ця кількість значно менша. Практично в

усіх регіонах найбільша кількість місяців з екстремальною посухою реєструвалась для масштабу часу 24 місяці. Слід також зазначити, що третє десятиріччя, тобто 1921-1930, було найпосушливішим для всіх регіонів, оскільки саме на цей період припадає найбільша частка екстремально посушливих місяців [1].

Подібні розрахунки проведені для ще одного тридцятирічного періоду — 1976-2005 рр., результати яких представлені в табл. 3.

Таблиця 2.

Кількість місяців з екстремальною посухою в період 1901-1930 рр.

Пункт	Період	Масштаби часу, міс					
		1	3	6	9	12	24
Одеса	1901-1910	1	0	0	1	0	0
	1911-1920	0	0	0	0	0	0
	1921-1930	5	5	11	13	17	19
	<b>Заг. кількість</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>19</b>
Миколаїв	1901-1910	3	3	1	2	1	12
	1911-1920	1	1	0	0	0	0
	1921-1930	2	3	7	12	11	14
	<b>Заг. кількість</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>26</b>
Кіровоград	1901-1910	1	2	2	0	1	11
	1911-1920	1	0	0	0	0	0
	1921-1930	3	2	6	7	11	11
	<b>Заг. кількість</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>22</b>
Львів	1901-1910	0	0	0	1	0	0
	1911-1920	4	3	1	2	1	0
	1921-1930	2	1	1	3	2	2
	<b>Заг. кількість</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
Харків	1901-1910	1	1	1	0	0	0
	1911-1920	0	1	0	0	0	0
	1921-1930	3	3	6	6	7	9
	<b>Заг. кількість</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>

Розподіл кількості місяців з екстремальною посухою в період 1976-2005 рр. по території України практично співпадає з попереднім досліджуваним періодом; також максимальна кількість відмічається в центральних та південних районах, а мінімальна — в східних та західних. Але головна відмінність даного періоду полягає у значно меншій загальній кількості місяців з екстремальною посухою. А найбільша кількість екстремально посушливих місяців зареєстрована для масштабу часу 1 місяць. Відмінність між

цими періодами є досить великою і свідчить про переважання в декілька разів кількості посух саме в 1901-1930 роках. Протягом 1976-2005 років максимальна кількість місяців з екстремальною посухою припадає на друге десятиріччя, тобто 1986-1995 рр. Лише у Львові більш за все випадків з екстремальними посухами спостерігалось в період 1976-1985 рр.

Таблиця 3.

Кількість місяців з екстремальною посухою в період 1976-2005 рр.

Пункт	Період	Масштаби часу, міс					
		1	3	6	9	12	24
Одеса	1976-1985	0	1	0	2	0	0
	1986-1995	2	4	2	0	0	0
	1996-2005	1	1	0	0	0	0
	<b>Заг. кількість</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Миколаїв	1976-1985	1	1	0	1	0	0
	1986-1995	3	0	3	1	0	0
	1996-2005	1	1	0	0	0	0
	<b>Заг. кількість</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Кіровоград	1976-1985	3	3	0	0	0	0
	1986-1995	3	3	2	1	0	0
	1996-2005	3	0	0	0	0	0
	<b>Заг. кількість</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Львів	1976-1985	1	3	3	6	4	0
	1986-1995	1	1	0	0	0	0
	1996-2005	1	1	0	0	0	0
	<b>Заг. кількість</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Харків	1976-1985	2	0	0	0	0	0
	1986-1995	0	0	0	0	0	0
	1996-2005	1	0	1	1	0	0
	<b>Заг. кількість</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таким чином, кількісні розрахунки показують, частота виникнення посух та їх тривалість була значно більшою на початку ХХ сторіччя, ніж в кінці, а твердження про збільшення вологості ґрунту в останні роки, що може призвести до зменшення кількості посух, може мати практичне підтвердження.

Для детальнішого аналізу окремо побудовані графіки розподілу індексу SPEI в періоди дослідження. На прикладі міст Харків та Миколаїв розглянемо розподіл індексу в масштабах часу 1 та 12 місяців.

На рис. 1 представлений SPEI по місту Харків з масштабом часу 1 місяць для двох тридцятирічних періодів, з якого видно, що в обох випадках періоди посух мають дещо поодинокий характер, але інтенсивність екстремальної посухи все ж таки значно більша протягом 1901-1930 рр., з максимумом в листопаді 1926 р., коли  $SPEI = -3,15$ . Для періоду 1976-2005 рр. найбільша інтенсивність посухи зафіксована в листопаді 1978 року ( $SPEI = -2,58$ ).

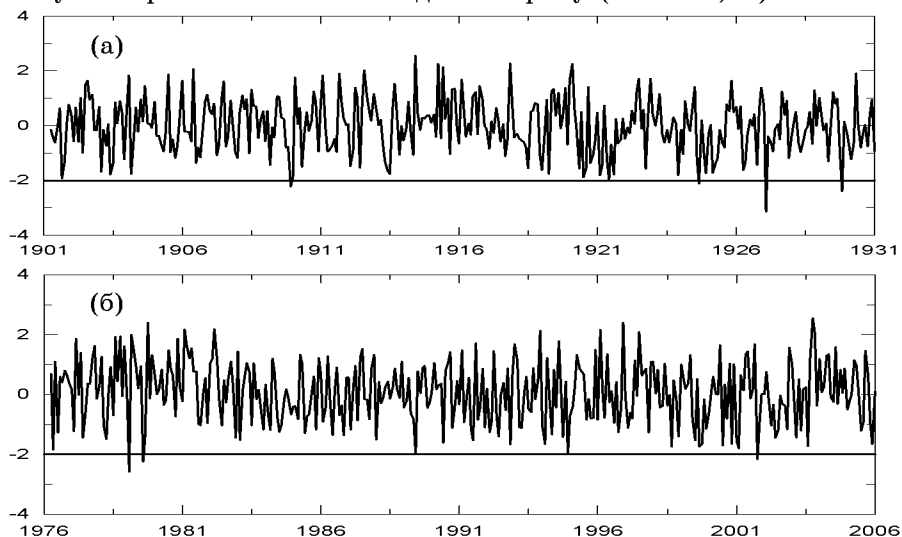


Рис. 1. Розподіл індексу SPEI (по вертикалі) в м. Харків з масштабом часу 1 місяць: (а) з 1901 по 1930 рр.; (б) з 1976 по 2005 рр.

У випадку розподілу індексу з масштабом часу 12 місяців спостерігаються зовсім інші результати. Так, в період 1976-2005 в місті Харків з даним масштабом часу екстремальних посух не фіксувалось взагалі, а з 1901 по 1930 рр., навпаки, було вже декілька випадків з екстремальною посухою. Таким чином, максимальна тривалість посухи за дане тридцятиріччя становила чотири місяці — з лютого по травень 1925 р. Мінімальне значення  $SPEI = -2,57$  (рис. 2), що відповідає максимальній інтенсивності, зафіксоване в квітні 1925 р. [1].

На рис. 3 та 4 наведено індекс SPEI по м. Миколаїв також для масштабів часу 1 та 12 місяців в рамках досліджуваних періодів. Розподіл індексу посухи в місті Миколаїв подібний розподілу в м. Харків, коли з масштабами часу 1 місяць протягом обох



розглянутих періодів мали місце досить інтенсивні, але нетривалі посухи. Найбільша інтенсивність посухи в перший досліджуваний період реєструвалась в листопаді 1926 р., коли  $SPEI = -2,63$ , а в 1976-2005 рр. максимум відзначався в березні 1990 р. ( $SPEI = -2,74$ ). Хоча в період 1901-1930 в Миколаєві для масштабу часу 12 місяців спостерігалось вже декілька екстремальних посух, найбільш масштабна з них тривала з травня 1921 р. по лютий 1922 р. з критичними значеннями  $SPEI$  біля  $-2,94$  в серпні 1921 р., проте в період 1976-2005 рр. для масштабу 12 місяців екстремальних посух не спостерігалось взагалі.

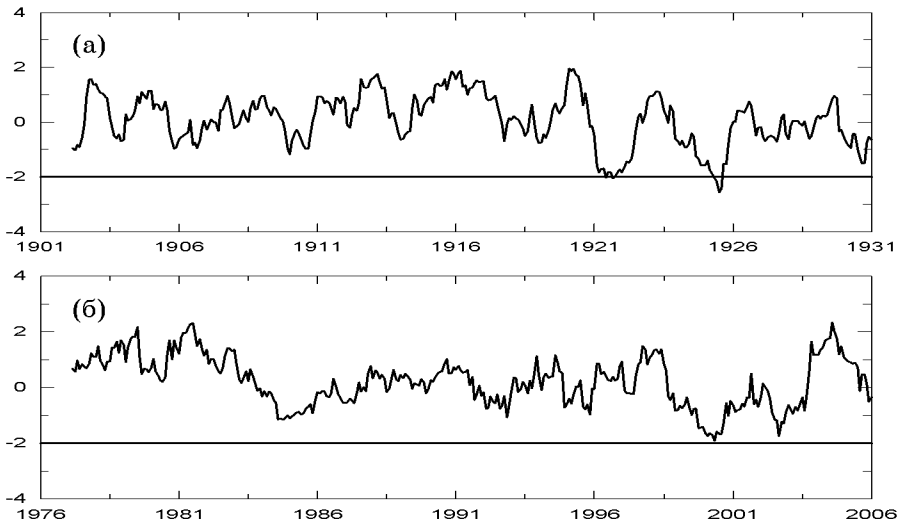


Рис. 2. Розподіл індексу  $SPEI$  (по вертикалі) в м. Харків з масштабом часу 12 місяців: (а) з 1901 по 1930 рр.; (б) з 1976 по 2005 рр.

**Висновки.** Під час визначення просторово-часового розподілу характеристик посух в різні проміжки часу на території України за допомогою стандартизованого індексу опадів та сумарного випаровування виявлено, що найбільшу частоту, інтенсивність та тривалість екстремальні посухи мали на початку ХХ сторіччя, з максимумом в 1921-1930 рр. Так, абсолютний максимум інтенсивності екстремальної посухи був зафіксований в листопаді 1926 р. ( $SPEI = -3,15$ ), а найбільш тривала посуха спостерігалась з лютого по травень 1925 року. По території країни частіше всього вони формувались в південних та центральних областях України. При цьому зменшення кількості

посух в кінці сторіччя пояснюється збільшенням в останні роки рівня вологості ґрунту, яка враховується при обчисленні SPEI.

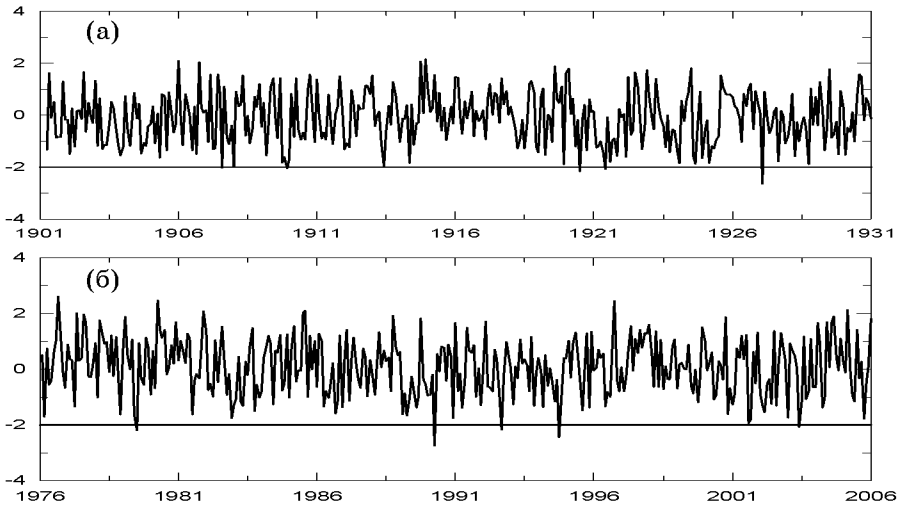


Рис. 3. Розподіл індексу SPEI (по вертикалі) в м. Миколаїв з масштабом час 1 місяць: (а) з 1901 по 1930 рр.; (б) з 1976 по 2005 рр.

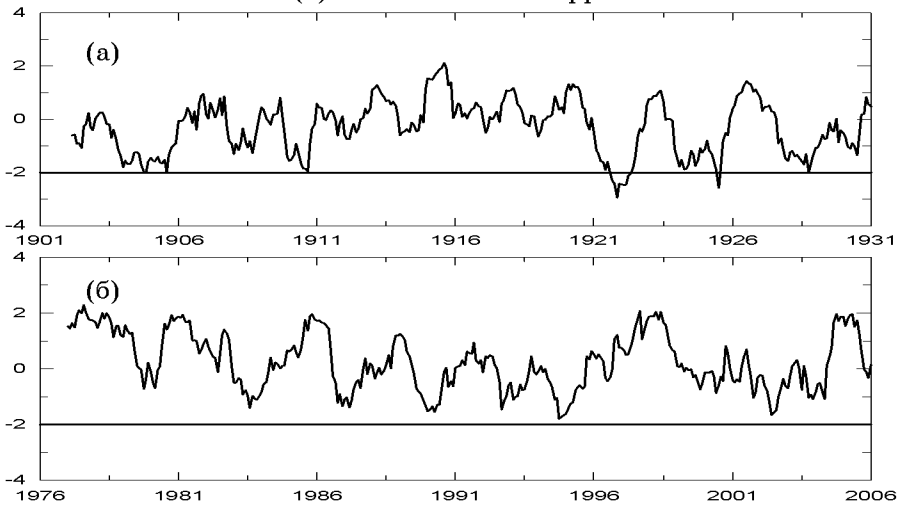


Рис. 4. Розподіл індексу SPEI (по вертикалі) в м. Миколаїв з масштабом часу 12 місяців: (а) з 1901 по 1930 рр.; (б) з 1976 по 2005 рр.

### *Література*

1. Адамов П. Н., Аннинская Е. К. и др. Опыт предварительного синоптического анализа основных 8 катастрофических засух за последнее сорокалетие (1891, 1893, 1901, 1906, 1911, 1921, 1924, 1931). Часть I. — М.: Изд. Центр. упр-я единой гидрометеорологической службы Союза ССР, 1933. — С. 44-47.
2. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / S. Solomon et al. (eds.) Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. — Cambridge University Press, 2007. — 996 p.
3. McKee T. B., Doesken N. J., Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales // Proceedings of Eighth Conference on Applied Climatology. — Anaheim (USA), 1993. — P. 179-184.
4. Robock A., Mu M., Vinnikov K., Trofimova I. V., Adamenko T. I. Forty-five years of observed soil moisture in the Ukraine: No summer desiccation (yet) // Geophysical Research Letters. — 2005. — Vol. 32.
5. Thornthwaite C. W. An approach toward a rational classification of climate // Geographical Review. — 1948. — Vol. 38, Iss. 1. — P. 55-94.
6. Vicente-Serrano S. M., Beguería S., López-Moreno J. I. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index // Journal of Climate. — 2010. — Vol. 23, Iss. 7. — P. 1696-1718.

*Н. М. Міщенко*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ПІДІНВЕРСІЙНОГО РУХУ ПОВІТРЯ В АНТИЦИКЛОНІ**

Відомо [1], що в областях антициклонів розвиваються впорядковані низхідні рухи повітря, які є причиною виникнення так званих інверсій осідання. Зазначеним інверсіям притаманні найбільші потужності, інтенсивності та просторово-часові масштаби існування серед інших типів. В області інверсій відбувається низка процесів, які мають погодуутворювальне значення для процесів мезометеорологічного масштабу. В першу чергу, це стосується факту тривалого на властивих для мезомасштабу відрізках часу перенесення водяної пари у підінверсійному шарі, який стає можливим внаслідок

того, що інверсія виступає в якості своєрідного затримуючого шару. Це підтверджується розрахунками числа Річардсона для шарів повітря у під- та інверсійних шарах. Дослідження [2] стосовно виникнення та еволюції струминних течій граничного шару в антициклонах виявили, що струминноподібні профілі вітру найчастіше виникають за умови наявності інверсій, а їх ось співпадає з рівнем максимальної інтенсивності адвекції температури та вологи. Очевидно, що у разі сприятливих умов зазначений процес може чинити істотний вплив на формування мезомасштабних конвективних систем.

З метою з'ясування структури поля швидкостей, що зумовлює підінверсійний рух повітря, змодельємо цей процес для випадку підвищення висоти нижньої межі інверсії. Це зроблено з точки зору можливості генерації висхідних рухів повітря, які б могли служити початковим імпульсом для розвитку конвекції. Для цього нижня межа розрахункового домену ототожнюється з землею поверхнею, а верхня відповідає нижньому шару інверсії, який підвищується за напрямком руху повітря вздовж осі  $x$ .

Отже, завдання полягає у отриманні характеристик поля швидкостей всередині розрахункової області та дослідженні зміни її складових (насамперед вертикальної складової) вздовж траєкторій руху повітря.

Дискретизацію по простору, як і в попередньому випадку, здійснюємо за допомогою розрахункової сітки, грані комірок якої паралельні координатним площинам декартової системи координат, що використовується у розрахунку

У якості граничних умов, на межах розрахункового домену приймаємо умову просковзання середовища для вектору швидкості. На верхній, нижній, передній і бокових гранях розрахункового домену встановлюємо граничну умову «стінка без прилипання» (adiabatic wall), на правій грані домену — «вільний вихід». Початкові умови взяті для випадку блокування зонального потоку Сибірським антициклоном 26.01.2005 р. і є наступними: термодинамічні параметри —  $p = 1013,25$  гПа (тиск на периферії антициклону);  $T = 273,0$  К; лінійний масштаб турбулентності  $I_t = 0,01$  %;  $L_t = 0,003$  м, значення вхідної швидкості потоку вздовж осі  $x$  (ліва грань домену) виставляємо  $12 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , вертикальною та меридіональними компонентами швидкості нехтуємо, профіль швидкості на вході у домен приймаємо рівномірним.

Враховуємо гідростатичний тиск, що здійснює повітря на одиницю площі і який направлений по нормалі до поверхні, на яку він діє (рис. 1).

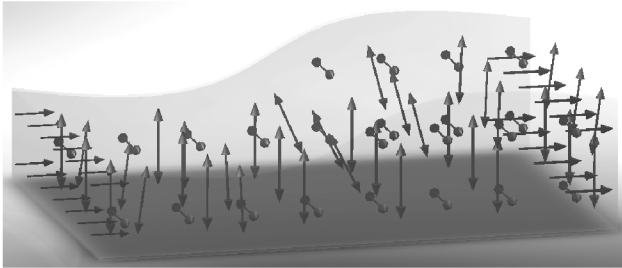


Рис. 1. Розподіл гідростатичного тиску по області розрахунку

На рис. 2 зображена серія вертикальних перерізів значень швидкості руху повітря вздовж напрямку руху (осі  $x$ ). На вході домену представлений рівномірний профіль швидкості, який не створює будь-яких неоднорідностей у потоці. Проте в області підвищення нижньої межі інверсії поступово виникає від'ємний вертикальний зсув швидкості вітру. Значення швидкості біля нижньої межі інверсії сягають майже нульових значень. Загальний вид горизонтальних перерізів поля швидкості повністю підтверджує вищезазначені міркування. Отриманий розподіл швидкості вітру по вертикалі сприяє утворенню вихрових структур з квазігоризонтальною віссю обертання, і, як наслідок, зумовлює виникнення вертикальної складової руху, яка у початкових умовах нашої задачі дорівнювала нулю.

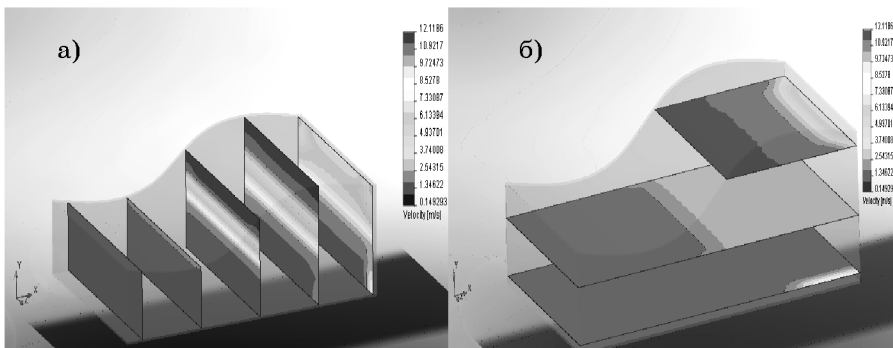


Рис. 2. Розподіл швидкості повітря у розрахунковому домені:  
а) вертикальні перерізи; б) горизонтальні перерізи.

Розподіл складових швидкості вздовж траєкторії руху повітря на нижній межі інверсії представлений на рис. 3, свідчить, що у місті збільшення висоти підінверсійного шару спостерігається повздовжній горизонтальний зсув швидкості (3-а), вертикальної складової руху за рахунок вертикального зсуву швидкості (3-б) та поперечного горизонтального зсуву швидкості (3-в). Величина вертикальної складової швидкості сягає майже  $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , що перебільшує характерні величини впорядкованих вертикальних рухів майже на порядок.

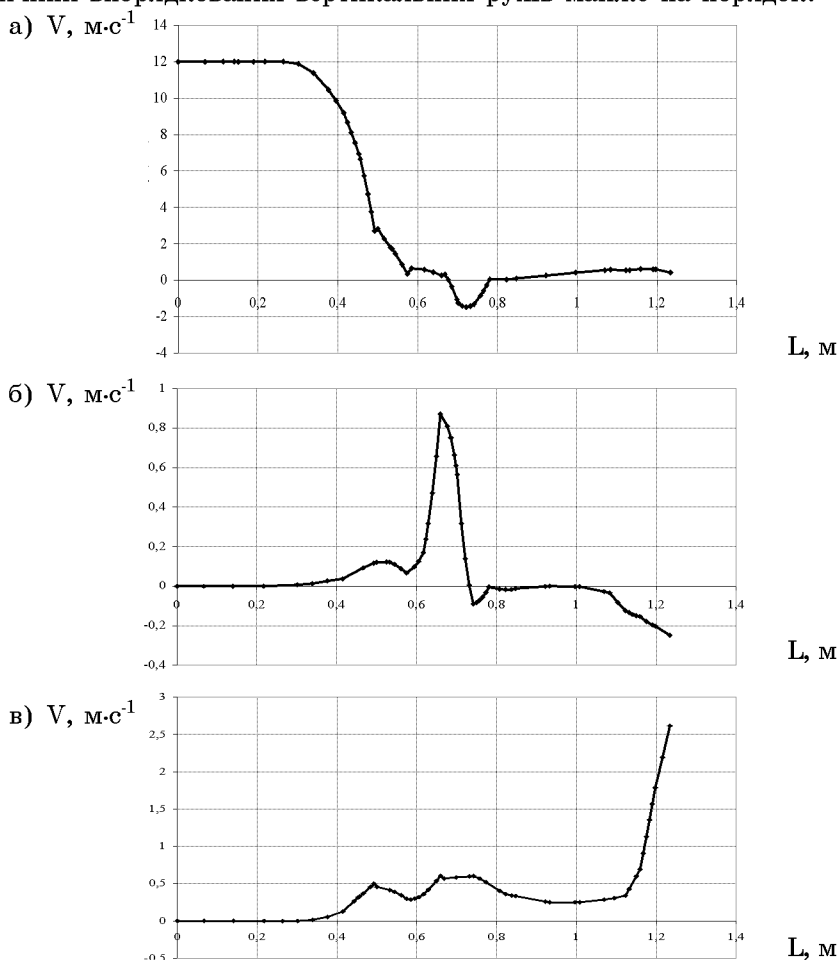


Рис. 3. Розподіл швидкості вздовж осі  $x$  (а),  $y$  (б) та  $z$  (в)

Конфігурація ізоповерхні вертикальної швидкості  $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  представлена на рис. 3(а), з якого видно, що її розташування добре узгоджується з максимумом вертикальної швидкості на рис. 3(б).

Аналіз вертикального перерізу поля вихору швидкості вздовж розрахункового домену (рис. 4) показує, що область, де відбувається збільшення висоти підінверсійного шару, позначається виникненням області завихрення у вертикальній площині з найбільшими її значеннями.

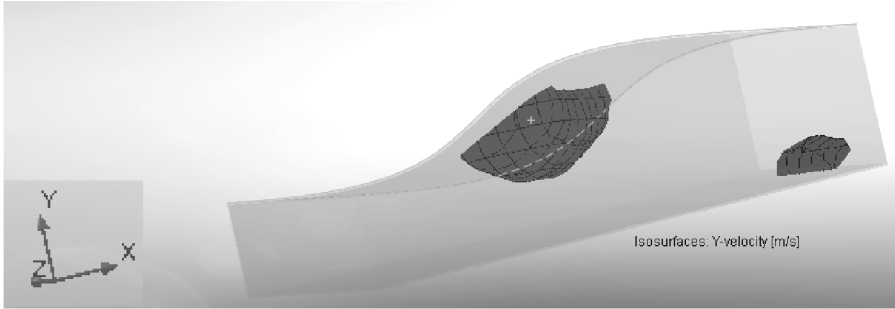


Рис. 4. Ізоповерхня вертикальної швидкості  $0,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$

Подальше перенесення повітря характеризується наявністю вихрової циркуляції проти часової стрілки у вертикальній площині, інтенсивність якої зменшується по мірі віддалення від місця збільшення висоти нижньої межі інверсії (рис. 5).

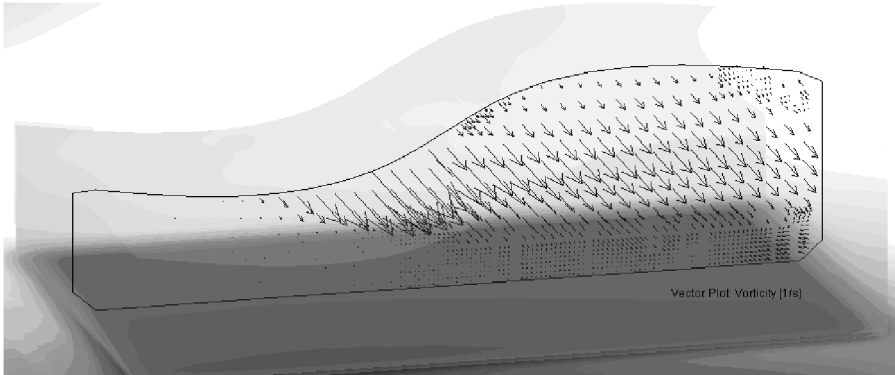


Рис. 5. Розподіл вектору вихору швидкості ( $\Omega$ ) у вертикальній площині

**Висновки.** Таким чином, можна зазначити, що рух повітря у підінверсійному шарі у випадку збільшення висоти нижньої межі

інверсії викликає генерацію вихрових структур з квазігоризонтальною віссю обертання, що приводить до створення додаткового імпульсу тепла і вологи у вертикальній площині. Тобто такий процес може стати спусковим механізмом для виникнення внутрішньомасової конвекції у антициклонічних полях.

### *Література*

1. Волеваха В. А. Анализ блокирующих процессов, приводящих к засушливым явлениям на Украине / В. А. Волеваха, И. В. Кошеленко // Труды УкрНИГМИ. — 1969. — Вып. 83. — С. 50-60.
2. Ивус Г. П. Некоторые параметры аномальных метеорологических условий / Г. П. Ивус, Э. В. Ивус, А. Б. Семергей-Чумаченко // Метеорология, климатология и гидрология. — 1998. — Вып. 35. — С. 113-120.

УДК 551.509.3:504.3

*Г. П. Івус,  
А. Б. Семергей-Чумаченко,  
К. В. Діян*

### **НИЗЬКОТРОПОСФЕРНІ СТРУМЕНІ НАД ОДЕСОЮ ВОСЕНИ 2001-2010 РР.**

Забезпечення безпеки економічної та іншої діяльності сучасного суспільства в нижньому двокілометровому шарі атмосфери, необхідність моніторингу рівня забруднення повітря і забезпечення захисту населення у випадках техногенних і природних катастроф роблять актуальною проблему дослідження режиму температурно-вітрових аномалій. Однією з вказаних аномалій є струминна течія нижніх рівнів (СТНР), тобто пік швидкості вітру більший або рівний  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  у межах граничного шару атмосфери, якщо зменшення швидкості вітру в 300-метрових шарах вище та нижче рівня максимуму не менше ніж на  $4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  [1]. Як відомо [1; 2], низькі струмені утворюються у різноманітних аеросиноптичних умовах, тому ретельний аналіз фізичних механізмів їх виникнення та погодних явищ, що супроводжують СТНР, є одним з важливих етапів вивчення цього феномена.

Для дослідження режиму формування осінніх низькотропосферних течій над Одесою використані дані радіозондування над ст. Одеса-ГМО у вересні, жовтні та листопаді 2001-2010 рр. у



строк 00 UTC та синоптичні карти (приземна, АТ-925, 850, 700) з архіву пакета АРМСин. Протягом вказаного десятиріччя восени виконано 513 радіозондувань, що становило лише 56 % від нормативної кількості аерологічних спостережень (табл. 1).

Аналіз аерологічної інформації за десятирічний період дозволяє зробити висновки щодо зміни забезпеченості даними з року в рік. Як видно з рис. 1, найкращою за осінній період у 2001-2010 рр. вона виявлялася протягом всіх місяців у 2001-2002 рр. — радіозонди випускалися у 80-90 % днів, а максимум припадав на листопад — 87 і 97 %. Також якісне інформаційне забезпечення відзначалося у листопаді 2009-2010 рр. — 90-93 %.

Таблиця 1.

Забезпеченість вихідною аерологічною інформацією на ст. Одеса-ГМО та повторюваність наявності швидкості  $\geq 15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  та низьких течій восени 2001-2010 рр.

Місяці	Кількість					
	радіозондів		$V \geq 15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$		СТНР	
	к.в.	%	к.в.	%	к.в.	%
Вересень	142	47	24	17	17	12
Жовтень	168	54	38	23	27	16
Листопад	203	68	65	32	46	23
Осінь	513	56	120	23	90	18

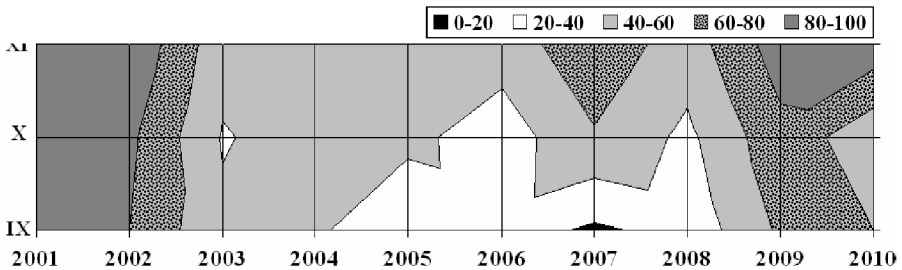


Рис. 1. Забезпеченість (%) даними радіозондування на ст. Одеса-ГМО восени 2001-2010 рр. з року у рік.

Профілі вітру 513 радіозондів виявили 120 випадків (табл. 1), коли швидкість вітру у нижній тропосфері досягала та перевищувала  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , з них 90 можна віднести до низькотропосферних течій, при яких вертикальний профіль швидкості вітру відповідав визначенню явища. Таким чином, повторюваність СТНР восени

2001-2010 рр. становила 18 %, коливаючись від 11 до 23 %, з максимумом у листопаді (23 %), що перевищує її багаторічне нічне значення — 7 % [1].

По роках формування СТНР розподілялося нерівномірно (рис. 2), найчастіше низькі струмені спостерігалися у вересні 2008 р. — 50 % від кількості зондувань, але в цьому місяці було випущено лише 8 радіозондів, тому цей максимум не є інформативним. Також 33 % випадків у вересні 2006 р. склалися лише з трьох течій.

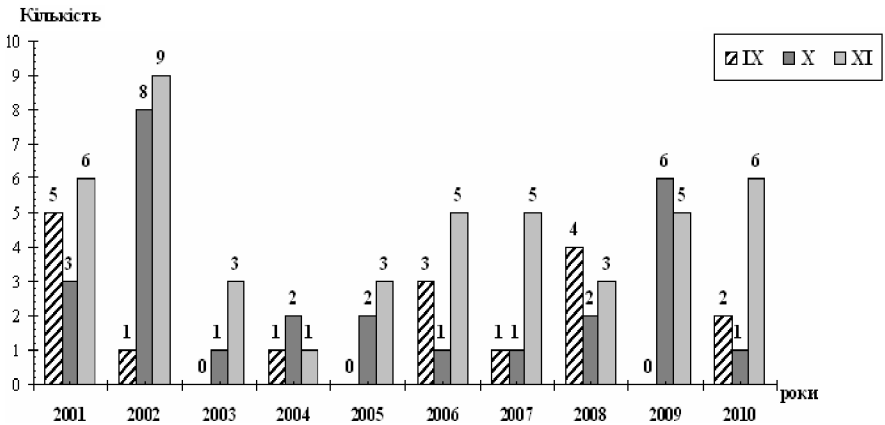
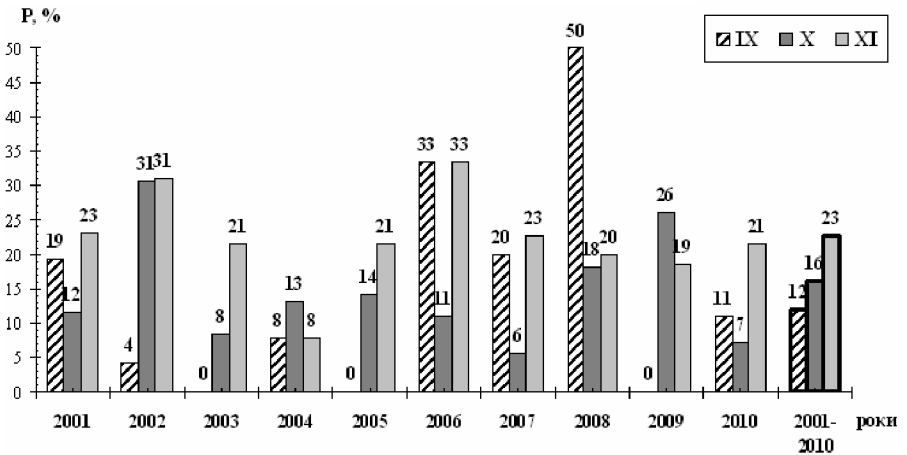


Рис. 2. Повторюваність струминних течій нижніх рівнів над Одесою у восени 2001-2010 рр.

У вересні та жовтні у деякі роки спостерігалось лише по одному випадку СТНР: у вересні 2002, 2004 і 2007 рр. та у жовтні 2003, 2006 і 2010 рр. Низькі струмені взагалі не спостерігалися у вересні з 2003, 2005 і 2009 рр., що, можливо, пов'язано з відсутністю щоденних радіозондувань та меншою активністю формування СТНР у тепле півріччя. В цілому за сезон 2001-2010 рр. низькі струмені переважно утворювалися у листопаді — 46 випадків або 56 % від загального числа осінніх СТНР. Активність формування явища у вересні та жовтні практично однакова — 11 і 12 % від загального числа радіозондувань за місяць або 17 і 19 випадків відповідно.

Інтенсивність низькотропосферних струменів восени (рис. 3а) практично не змінилася у порівнянні з 1975-1995 рр. [1] та становила  $19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , але значення швидкості вітру на осі струменя 6 листопада 2009 р. перевищувало на  $2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  багаторічні дані ( $33 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) і досягало  $35 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . В середньому, восени 2001-2010 рр. інтенсивність СТНР становила  $18-19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , з незначним її зменшенням у жовтні, імовірно, за рахунок переважання антициклонічної циркуляції (табл. 2). По роках більш інтенсивні СТНР виявилися у листопаді. Отже протягом десятирічного періоду дослідження середньосезонна швидкість вітру на осі СТНР незначно знизилася у порівнянні з 1975-1995 рр. — з 20 до  $19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Відносно просторового розташування СТНР над Одесою виявлено, що вони у 2001-2010 рр. (рис. 3б) спостерігалися вище на 200-300 м, ніж у 1975-1995 рр. З року у рік висота осі струменя змінювалася від 820 до 2400 м, складаючи в середньому за сезон 960 м. Більш високими виявилися низькі течії у вересні (1000 м). Незначно нижче розташовувалися жовтневі СТНР, особливо з 2001 по 2004 рр. Струмені, що утворювалися у листопаді, практично не виявляли різких стрибків у висоті по роках.

Середня потужність СТНР восени (670 м) також перевищувала багаторічні показники (540 м): її середньомісячні величини набирали значень від 250 до 1100 м (рис. 3.в), але найчастіше змінювалися у межах 520-900 м; лише у 11 випадках потужність низьких струменів складала більш ніж 1000 м. У листопаді середня потужність СТНР практично не відрізнялася від багаторічних значень і становила 570 м.

Враховуючи відмінність розподілу параметрів СТНР від нормального [1], доцільно використовувати поряд з середніми значеннями модальні. Так, якщо в середньому швидкість вітру на осі струменя над Одесою становила  $18-19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , то її найбільш імовірні значен-

ня були  $16 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  протягом всього сезону, тобто менш інтенсивні струмені формувалися частіше. Така ж закономірність характерна для потужності та інтенсивності явища.

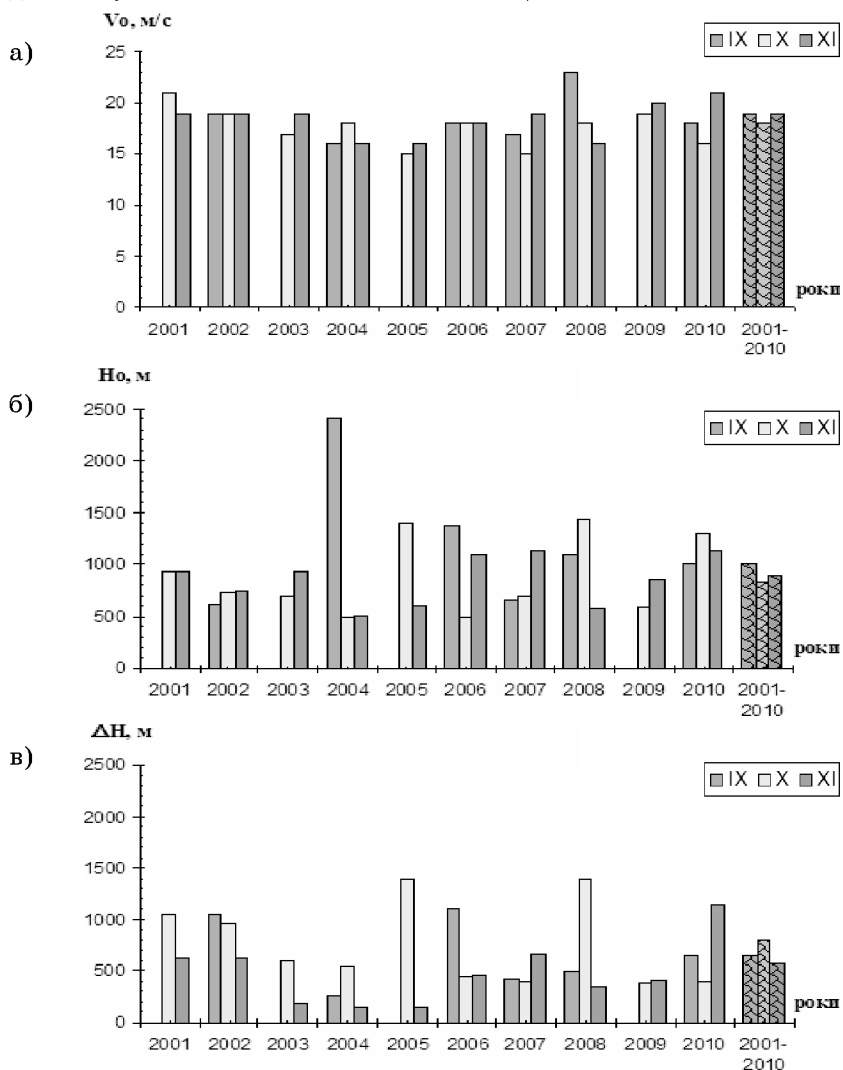


Рис. 3. Середні значення інтенсивності ( $V_0, \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ), висоти осі ( $H_0, \text{ м}$ ) і потужності ( $\Delta H, \text{ м}$ ) низькотропосферних струменів над Одесою восени 2001-2010 рр.

Виходячи із загально-фізичної залежності між швидкістю потоку та його потужністю, яка виражена у рівнянні Бернуллі, слід очікувати наявність зворотного лінійного зв'язку між  $V_0$  та  $\Delta H$ . Але, як показано на рис. 4, у вересні та листопаді при СТНР виявлена незначна пряма залежність інтенсивності від потужності внаслідок того, що підвищення інтенсивності та потужності часто визначені одними синоптичними процесами. Інакше кажучи, потужні струмені характеризувалися відносно значною інтенсивністю. У жовтні ця залежність була меншою (лінія тренда практично паралельна горизонтальній осі).

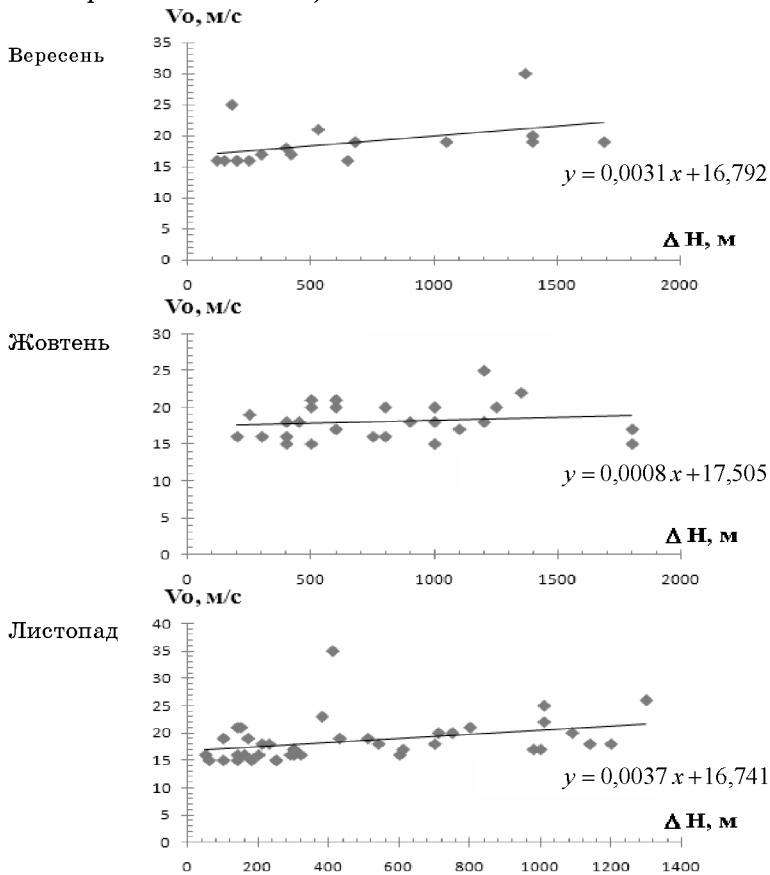


Рис. 4. Залежність між інтенсивністю СТНР та її потужністю над Одесою восени 2001-2010 рр.

Напрямок вітру також є важливою характеристикою вітрових аномалій. Так, над рівнинною частиною України переважають струмені західних напрямків [1]. Над Одесою найчастіше формуються північно-західні струмені (44 і 50 %, відповідно).

Як видно з рис. 5, над Одесою восени 2001-2010 рр. переважали південно-західні та північно-західні течії — 30 та 23 % відповідно. В цілому, на західні румби (ПдЗх і ПнЗх) припадало 64 %, тобто більше половини СТНР за сезон, незважаючи на відносно невелику частку західного напрямку (11 %). Менш за все струмені набували південно-східного напрямку (4 %). В цілому за сезон розподіл вітру за румбами на осі СТНР практично співпадав з розподілом на рівні 850 гПа.

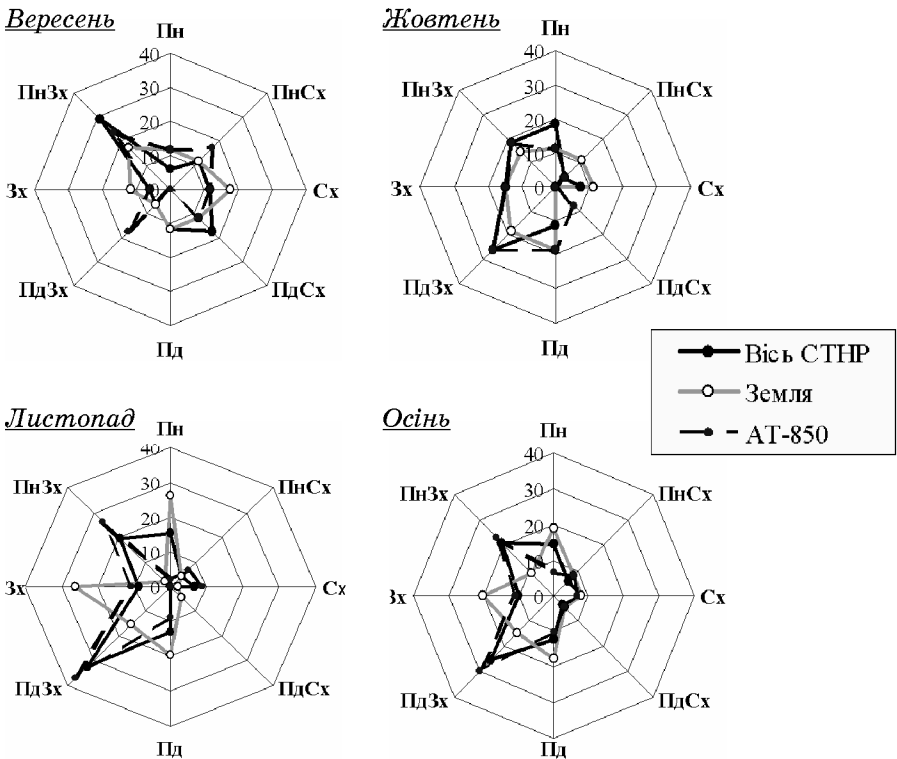


Рис. 5. Напрямок вітру за румбами на осі СТНР, біля землі та на рівні 850 гПа над Одесою восени 2001-2010 рр.

Над Одесою біля землі за кліматичними показниками [4] переважав вітер північно-західних і західних напрямків. За наявності СТНР біля землі також мав перевагу західний вітер (20 %), але повторюваність північного та південного напрямків (19 і 18 %, відповідно) була однакова з ним. Взагалі частка західного сектора становила 43 %, тобто менше ніж на осі СТНР. Але по окремих місяцях розподіл вітру за румбами виявився різним, тому що циркуляційні процеси, які визначають режим вітру восени, можуть бути різними, оскільки жовтень та листопад відносяться до холодного півріччя, а вересень — до теплого. Аналіз роз вітру для осінніх місяців на Одесою восени 2001-2010 рр. виявив, що переважно (20-30 %) СТНР утворювалися північно-західних і південно-західних напрямків, але по окремих місяцях є особливості. Як видно з рис. 5, рози вітру для листопаду та всього сезону майже однакові, можливо, через найбільшу повторюваність СТНР саме у цьому місяці.

Для більш повного дослідження стану нижніх шарів атмосфери в період існування СТНР необхідно також брати до уваги зміну з висотою не тільки швидкості, але і напряму вітру. Від поверхні землі до осі струменя практично завжди (76 %) спостерігався правий поворот вітру.

Як показують численні дослідження, проведені для різних регіонів земної кулі, існує певний взаємозв'язок струминних течій нижніх рівнів і температурних інверсій [1; 3]. Як видно, затримуючі шари вносять великий внесок у формування низьких струменів, зменшуючи турбулентність певного шару повітря, внаслідок чого порушується обмін кількістю руху по вертикалі, що призводить до деформації вертикального профілю швидкості вітру. В середньому над територією України поєднання низьких струменів і інверсії спостерігається в 65-75 % випадків у холодний період року і не більше 40 % випадків — у теплий [1; 3]. Комбінація низькотропосферного струменя і затримуючого шару переважно виявляється в нічний термін незалежно від сезону. Однак у холодне півріччя формування денного струменя, що супроводжується інверсією, не є рідкісним явищем, тоді як у тепле таке практично неможливо (не більше 3 % випадків). Над Одесою восени СТНР переважно формувалися при відсутності затримуючих шарів — 62 % (рис. 6). Причому найчастіше це спостерігалось у жовтні — 78 %, менш за все у вересні — 47 %. Велика кількість СТНР утворювалася при інверсії нижче струменя (26 %), тобто при приземному затримую-

чому шарі. Більш за все подібна ситуація спостерігалася у вересні — 41 %, менш за все у жовтні — 15 %. Невисока кількість СТНР формувалася при затримуючому шарі всередині струменя (9 %) та менш за все інверсій виявилось вище осі СТНР (3 %). Таким чином, більше половини СТНР (62 %) восени 2001-2010 рр. утворювалися при зниженні температури з висотою та майже третина (26 %) при приземних інверсіях.

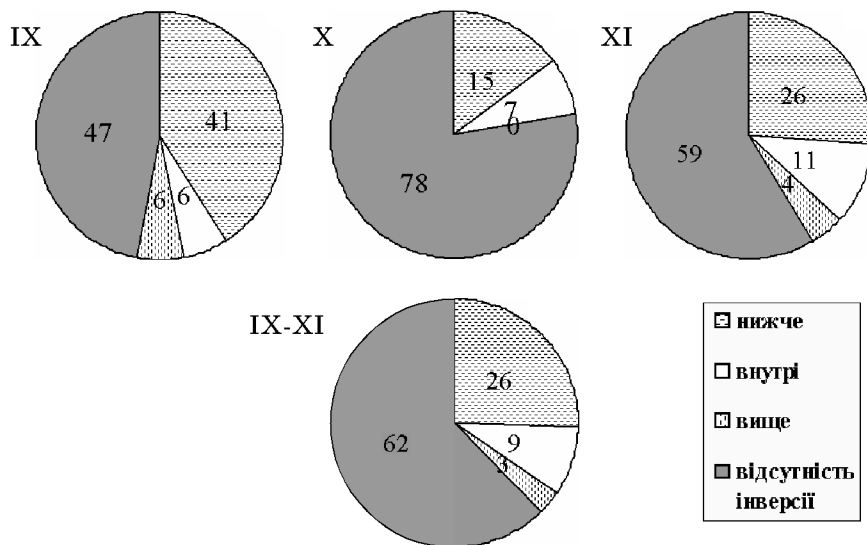


Рис. 6. Повторюваність типів стратифікації температури при наявності СТНР над Одесою восени 2001-2010 рр.

Низькотропосферні струмені формуються за різних макроциркуляційних умов. В основному СТНР (у середньому по Україні від 65 до 70 % випадків) спостерігаються при циклонічному характері циркуляції: в тилівій, передній частинах і теплому секторі циклону, улоговини [1]. У південному напрямку збільшується відсоток антициклонічних струменів. У Сімферополі, найпівденнішому пункті радіозондування в Україні, в гребені відмічено найбільший відсоток СТНР — 20 % випадків протягом року. Крім того, низькі струмені виникають в малоградієнтному полі та перехідній зоні між областями високого і низького тиску (від 4 до 15 % випадків). Різноманітність макроциркуляційних умов формування низько-тропосферних струменів свідчить про те, що у створенні струменів бе-



руть участь різні фізичні механізми. Це підтверджує залежність структурних параметрів СТНР від синоптичної ситуації. Так, над територією України в циклонах швидкість вітру на осі та потужність струменів у середньому більша ніж в антициклонах.

Протягом періоду дослідження над Одесою також переважали СТНР, що утворювалися під впливом циклонічної циркуляції — 66 випадків або 73 % від загального числа струменів (табл. 2). Найчастіше циклонічні низькі струмені формувалися в улоговині та теплому секторі — 31 і 29 % відповідно. Найменша кількість СТНР спостерігалася у передній та тиловій частинах циклону — 4 і 9 %. Осінні СТНР, що виникали у полях підвищеного тиску (24 випадки або 27 %), переважно утворювалися у передній частині антициклону (12 %), менш за все — у його центрі (2 %).

Таблиця 2.

Повторюваність ( %) СТНР у різних баричних утвореннях над Одесою восени 2001-2010 рр.

Місяць	Тип синоптичної ситуації							
	циклон				антициклон			
	передня частина	теплий сектор	тил	улого-вина	перед. частина	центр. частина	тил	гребінь
Вересень	1	1	1	5	4	0	2	4
Жовтень	1	6	2	16	1	2	1	0
Листопад	2	22	5	9	7	0	4	2
Осінь	4	29	9	31	12	2	7	6

Більша частина низькотропосферних струменів восени створювалася у зоні впливу атмосферних фронтів — 60 %; причому 5 з них — на холодному фронті, 4 — на теплому, і лише 1 випадок — на фронті оклюзії. У зв'язку з теплими фронтами спостерігалися найбільш інтенсивні течії (від 18 до 30 м·с<sup>-1</sup>), а холодними — менш сильні (від 16 до 19 м·с<sup>-1</sup>). Отже за синоптичними умовами утворення струменів восени 2001-2010 рр. не відрізнялось від [1], незважаючи на циркуляційні зміни останніх десятиріч (1986-2010 рр.) [5]. Виняток становив вересень через формування практично половини СТНР у антициклонічному полі.

Найінтенсивніша осіння СТНР у період дослідження відмічена 6 листопада 2009 р. (рис. 7) та зумовлена перехідною зоною з великими баричними градієнтами між антициклоном з центром над

північчю ЄТР та циклоном з центром над Атлантикою (рис. 8). Інтенсивність течії з максимумом на висоті 690 м досягла  $35 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  при незначній потужності 400 м та при безінверсійному стані атмосфери.

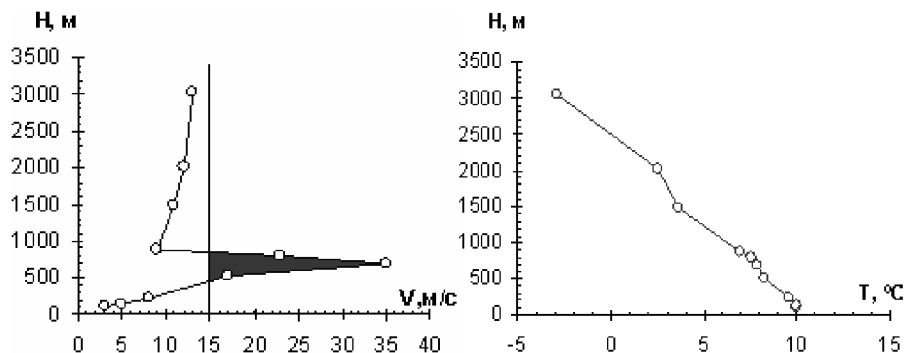


Рис. 7. Вертикальний розподіл швидкості вітру та температури повітря над Одесою 6 листопада 2009 р.

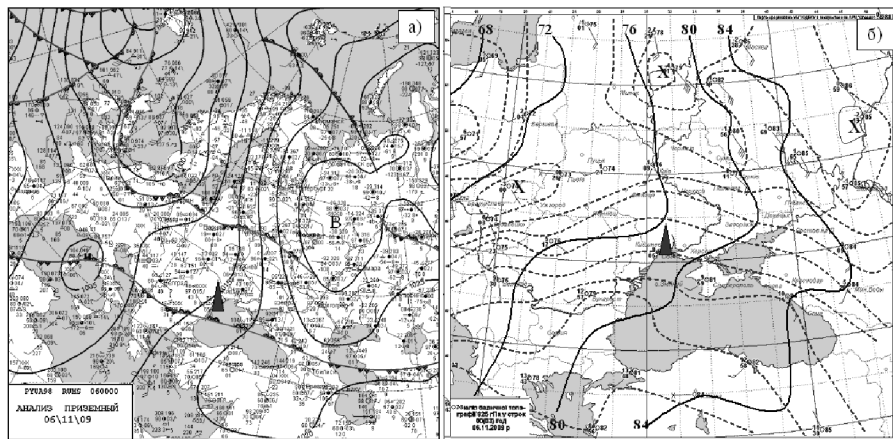


Рис. 8. Приземний аналіз (а) та карта АТ-925 (б) за 6 листопада 2009 р.

Коротко розглянемо вказаний синоптичний процес — в Атлантико-Європейському секторі 6 листопада 2009 р. основними погодотворюючими процесами були (рис. 8-а):

- улоговина циклону, який розташувався над Ісландією. Вона досягла Італії та півночі Африки;

- низький циклон, який утворився у цій улоговині над о. Корсика та був окреслений лише однією ізобарою з мінімальним тиском 1004,5 гПа. З цим циклоном пов'язана система фронтів, яка проходить по заході Європи в квазімеридіональному, а по півдню Європи — в квазіширотному напрямку;

- антициклон, з центром на 500 км на схід від Москви, вплив якого розповсюджувався від Каспійського до Білого моря, а гребінь формував погодні умови над південним заходом Росії та сходом України, Чорним морем до о. Кіпр.

Термобаричне поле на рівні 925 гПа (рис. 8-б) представлено майже перпендикулярними ізотермами та ізогіпсами, що свідчить про значну адвекцію тепла. Вище, на рівнях 850 та 700 гПа також була адвекція тепла, але менш інтенсивна.

Вертикальний розподіл вітру (рис. 7) демонструє, що від поверхні землі до рівня 925 гПа (785 м) спостерігається поворот вітру за годинниковою стрілкою на  $190^\circ$  (вправо) та швидкість вітру досягала  $23 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , але максимальна швидкість вітру ( $35 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) відмічена на 100 м нижче, тобто на висоті 690 м. На рівні 850 гПа (1480 м) над Одесою відзначався незначний правий поворот вітру на  $20^\circ$  і швидкість вітру знизилася до  $11 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а на відмітці 700 гПа (3041 м) спостерігався правий поворот вітру на  $50^\circ$  при швидкості вітру  $13 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Тобто характер вертикального розподілу вітру за напрямком підтверджував наявність інтенсивної адвекції тепла перед теплим фронтом.

З метою кількісної оцінки адвекції температури використано електронний архів Плімутського державного центра погоди (Plymouth State Weather Center) [6]. Як видно з рис. 9, над півднем України перед лінією теплового фронту на рівні 925 гПа виявилася область підвищених значень адвекції тепла з максимумом  $2,34\cdot 10^{-4} \text{ К}\cdot\text{с}^{-1}$  в районі Одеси та  $3,47\cdot 10^{-4} \text{ К}\cdot\text{с}^{-1}$  в районі Херсону. Вище, тобто на рівні 850 гПа спостерігався лише один максимум в районі Ізмаїла з інтенсивністю  $1,49\cdot 10^{-4} \text{ К}\cdot\text{с}^{-1}$ .

Отже найбільш інтенсивний низький струмінь над Одесою 6 листопада 2009 р. сформувався перед теплим фронтом у зоні сильної адвекції тепла на рівні 925 гПа.

**Висновки.** Протягом періоду дослідження восени 2001-2010 рр. над Одесою спостерігалися СТНР, які характеризувалися такими особливостями:

- інтенсивність низькотропосферних струменів практично не змінилася у порівнянні з 1975-1995 рр. та становила  $19 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ,

але максимальне значення швидкості вітру на осі струменя перевищувало 6 листопада 2009 р. багаторічні дані на  $2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  та досягало  $35 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ;

- переважали південно-західні та північно-західні течії — 30 та 23 % відповідно. В цілому, на західні румби припадало 64 %;

- більше половини СТНР (62 %) утворювалося при зниженні температури з висотою та майже третина (26 %) — за наявності приземних інверсій;

- низькі течії переважно утворювалися під впливом циклонічної циркуляції — 66 випадків або 73 % від загального числа струменів; найчастіше циклонічні низькі струмені формувалися в улоговині та теплому секторі — 31 і 29 % відповідно.

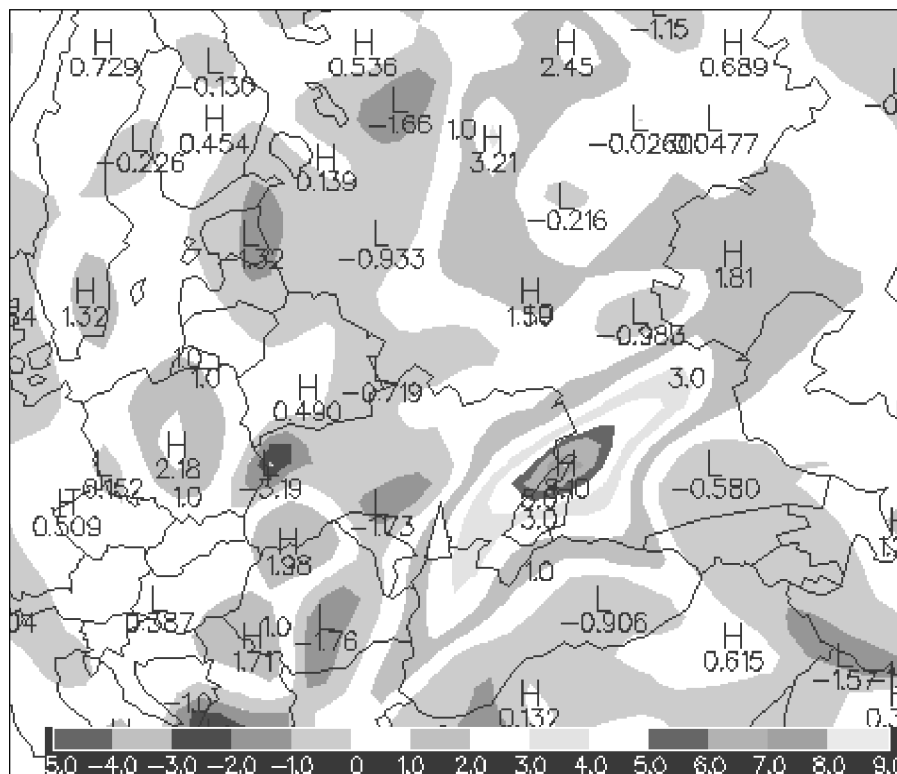


Рис. 9. Розподіл адвекції температури над Європою на рівні 925 гПа 6 листопада 2009 р., строк 00 UTC

### *Література*

1. Івус Г. П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди. Навч. посібник. — Одеса: Екологія, 2007. — 328 с.
2. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б. Смерчи і струйні течення низких рівней (обзор літературних джерел) // Культура народів Причорномор'я. — 2006. — № 73. — С. 156-158.
3. Івус Г. П., Савченко Т. С., Семергей-Чумаченко А. Б. Струйні течення нижніх рівней над Україною // Глобальні і регіональні зміни клімату. — К.: Ника-Центр, 2011. — С. 102-108.
4. Клімат України. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
5. Мартазінова В. Ф., Іванова Е. К. Характерні особливості синоптичних процесів різної ймовірності кінця ХХ - початку ХХІ століть // Глобальні і регіональні зміни клімату. — К.: Ника-Центр, 2011. — С. 86-95.
6. <http://vortex.plymouth.edu/upcalc-u.html>

*Г. П. Івус,  
Л. М. Гурська,  
Р. М. Марчишин*

### **МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ СЛАВСЬКЕ**

**Вступ.** При моделюванні змін клімату один із найбільш тонких і складних моментів — відтворення зворотних зв'язків кліматичної системи з максимальною близькістю до природи. У свою чергу, сезонний сніговий покрив — один із найважливіших механізмів зворотного зв'язку в кліматичній системі [5].

Формування і маса снігового покриву обумовлюються географічною зональністю, рельєфом поверхні, загальною циркуляцією атмосфери і кількістю твердих опадів. Значну неоднорідність у формуванні снігового покриву, особливо в горах, викликає вітрове перенесення снігу. Зважаючи на те, що селище міського типу Славське є одним із найбільш популярних центрів гірськолижного туризму та спорту в Україні, постає завдання прослідити мінливість клімату та, зокрема, снігового покриву на метеостанції Славське, яка є єдиним пунктом метеорологічних спостережень у районі.

**Матеріали та методи досліджень.** Товщина, густина, вологість та тривалість снігового покриву служать основними фізичними

параметрами, які враховуються при використанні снігу та боротьбі з ним [4; 6]. Вихідними матеріалами для даної роботи послужили дані оперативних спостережень на метеостанції Славське за 20 зимових сезонів, починаючи з грудня 1990 р. і закінчуючи березнем 2010 р. Розглянуті такі характеристики снігового покриву, як висота, густина, запас води в снігу, дати появи та сходження снігового покриву тощо. Проведено порівняльний аналіз вище зазначених характеристик розглянутого періоду з попереднім 30-річним періодом за даними Кліматичного кадастру України [1].

**Аналіз результатів досліджень.** Метеостанція Славське знаходиться на висоті 592,5 м над рівнем моря у гірській долині, де яскраво виражений гірсько-долинний клімат [1]. Цей тип клімату особливо яскраво проявляється у період випадання першого снігу, довготривалих зимових морозів, танення снігового покриву. Сніговий покрив на метеостанції Славське починає формуватись здебільшого у другій-третьій декаді листопада, або ж у першій-другій декаді грудня (табл. 1). Можна виділити окремі роки, коли сніговий покрив утворювався у першій декаді листопада (2006, 2007 рр.) і навіть у середині жовтня (2009 р.). Як правило такий сніговий покрив є нестійким.

Таблиця 1.

Утворення та сходження снігового покриву

Зима, роки	Дата появи першого снігового покриву	Остання дата сходження снігового покриву	Зима, роки	Дата появи першого снігового покриву	Остання дата сходження снігового покриву
1990-1991	21.12	06.03	2000-2001	15.11	04.03
1991-1992	21.11	24.03	2001-2002	17.12	27.03
1992-1993	14.12	28.02	2002-2003	07.12	29.03
1993-1994	01.12	28.02	2003-2004	20.12	19.03
1994-1995	12.12	07.02	2004-2005	21.11	29.03
1995-1996	26.11	06.04	2005-2006	03.11	31.03
1996-1997	18.11	26.02	2006-2007	08.11	28.02
1997-1998	16.11	13.02	2007-2008	21.12	22.02
1998-1999	17.11	26.03	2008-2009	14.10	31.03
1999-2000	21.12	27.03	2009-2010	27.11	20.03

Сходження снігового покриву характеризується значними коливаннями у часі. Сніговий покрив найдовше залягав до 6 квітня 1996 р., тоді як у 1995 р. руйнування снігового покриву відбуло-

ся 7 лютого. Таким чином просліджується значна мінливість перших та останніх дат залягання снігу.

Однією з найважливіших метеорологічних характеристик зимового сезону є визначення кількості днів зі сніговим покривом. Випадіння опадів обумовлюється циркуляційними процесами в атмосфері. Територія Львівщини основний запас вологи у вигляді опадів отримує з південно-західними, західними та північно-західними потоками, які приносять в цей регіон вологе повітря середземноморського та атлантичного походження [2].

За розглянутий період визначено максимальне число днів зі сніговим покривом у кожному році (рис. 1) та проведено порівняльний аналіз отриманих результатів з аналогічними даними Кліматичного кадастру України [3]. На графіку виділено абсолютний мінімум та абсолютний максимум числа днів зі сніговим покривом за період 1961-1990 рр. Таким чином протягом шести зимових сезонів із останнього двадцятиріччя число днів зі сніговим покривом було нижчим за кліматичний мінімум, який становив 74 дні взимку 1989-1990 року. Абсолютний максимум (136 днів, зима 1975-1976 року) перевищено лише один раз взимку 1995-1996 року, коли кількість днів зі сніговим покривом досягла 141 дня. Тобто можна вважати, що за останні 20 зимових сезонів число днів із заляганням снігу зменшується.

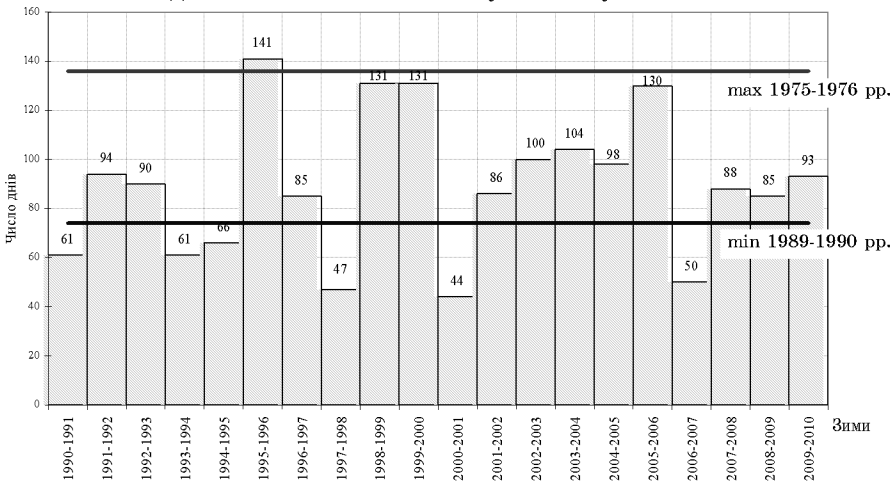


Рис. 1. Максимальне число днів зі сніговим покривом на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

З метою дослідження динаміки цього параметра протягом останнього двадцятиріччя побудовано лінійний тренд (рис. 2), який показує незначне зростання числа днів зі сніговим покривом за зиму всередині 20-річного періоду.

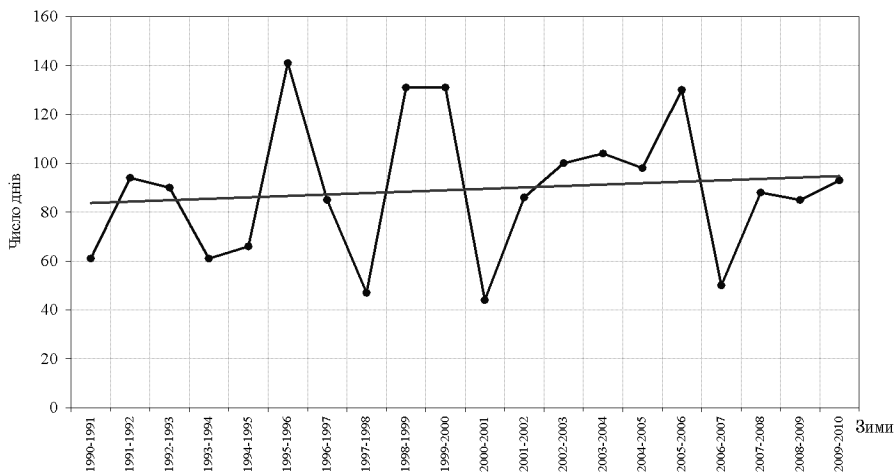


Рис. 2. Тренд розподілу числа днів зі сніговим покривом на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

Серед характеристик снігового покриву найбільш цікавою як для населення, так і для спеціалістів-метеорологів є його висота. Цей показник змінюється як протягом зими, так і з року в рік. Відомо [2], що висота снігового покриву в Славському найвища серед метеостанцій Львівської області. Висота снігового покриву безпосередньо залежить від переносу вологи повітряними масами, швидкості вітру, температури повітря. У холодні зими спостерігається закономірне збільшення висоти снігового покриву протягом зими. Найчастіше максимальне снігонакопичення буває наприкінці лютого або в березні.

Протягом періоду, що розглядається, також добре помітні різкі коливання висоти снігу (рис. 3). Так максимальна висота снігового покриву зимою 1998-1999 рр. досягала 120 см. Це значення значно перевищило абсолютний максимум (77 см, зима 1975-76 років) за даними Кліматичного кадастру України. Цього ж року 131 день спостерігався сніговий покрив. Мінімальна висота снігового покриву зафіксована на метеостанції Славське у зимовому сезоні 1997-1998 рр. і становила лише 13 см. Зим без сталого снігового покриву не було.



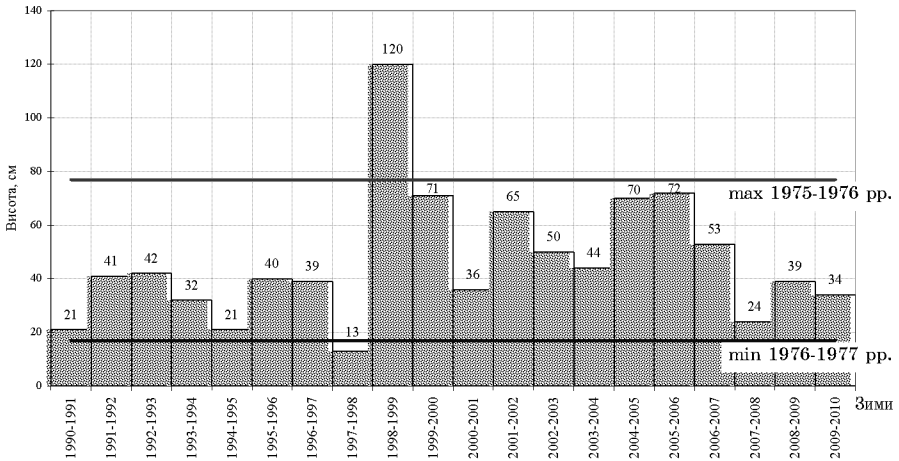


Рис. 3. Максимальна висота снігового покриву за стаціонарною рейкою на метеостанції Славське за період 1990-2010 pp.

Доречно розглянути таку характеристику як середню з найбільших висот снігового покриву. За період 1961-1990 pp. цей показник становив 39,8 см. З 1990 p. по 2010 p. середня з найбільших висот за розрахунками досягла 46,4 см. Подібна тенденція до зростання висоти снігового покриву зберігається і в останньому десятиріччі, про що наглядно свідчить тренд (рис. 4).

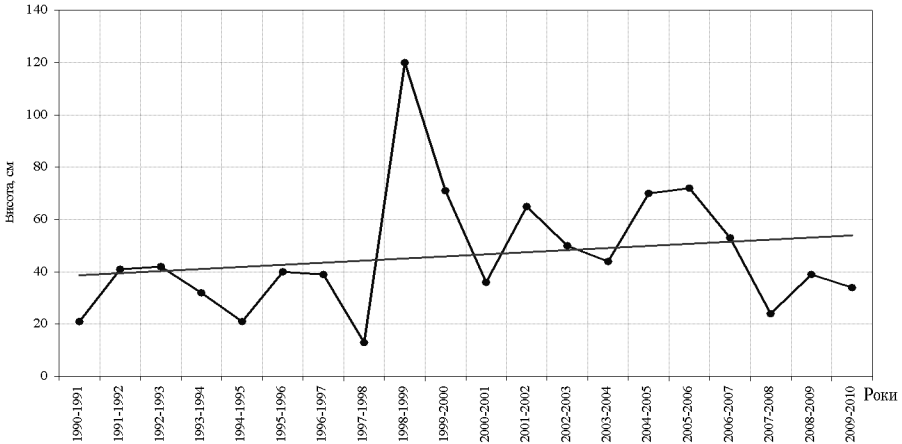


Рис. 4. Тренд максимальної висоти снігового покриву за стаціонарною рейкою на метеостанції Славське за період 1990-2010 pp.

Так наприкінці ХХ століття (1990-2000 рр.) середня з найбільших висот була 44 см, тоді як у ХХІ столітті (2001-2010 рр.) це значення дорівнює 48,7 см. Це свідчить про те, що опади стають більш інтенсивними протягом останніх років на фоні зменшення їх повторюваності.

Розподілу запасів води у сніговому покриві властиві ті ж закономірності, що й розподілу висоти снігу, а саме — зростання запасів води зі збільшенням висоти місцевості. Запас води — це кількість води, яка накопичилась у сніговому покриві. Протягом зими запас води у сніговому покриві змінюється. Відомо [6], що максимальне водонасичення снігу припадає на період його танення, тому можна не враховувати перші місяці зимового сезону, зважаючи на низьку щільність снігу (сніг пухкий). На основі аналізу річного запасу води в снігу можна прогнозувати вірогідність весняних повеней.

В табл. 2 представлено максимальний запас води за кожний рік. Отже, максимальний водозапас відмічався у 1999 р. і становив 469 мм; як зазначалося вище (рис. 3) цього ж сезону фіксувалася найвища висота снігового покриву. Але говорити про однозначний зв'язок цих двох параметрів не можна, оскільки сніг, що випадає при дуже низьких температурах несе незначний запас води, але утворює значний сніговий покрив, що більш характерно для початку зими.

Таблиця 2.

Максимальний річний запас води в сніговому покриві

Роки	Запас води в сніговому покриву, мм	Роки	Запас води в сніговому покриву, мм
1991	42	2001	147
1992	102	2002	156
1993	74	2003	125
1994	52	2004	129
1995	42	2005	161
1996	136	2006	180
1997	89	2007	101
1998	61	2008	39
1999	469	2009	62
2000	180	2010	42

Розглянемо детально зимовий сезон 1998-1999 рр. Зима була найбільш сніжною і мала дуже довгий період залягання снігового покриву (131 день) і максимальну висоту снігу по стаціонарній

рейці (120 см). Середня висота по снігомірному маршруту становила 150 см, а максимальна — 160 см. Як бачимо з табл. 3, в дуже короткий період збільшилася висота снігу і запас води в ньому. Це викликано великою кількістю опадів, які випали за період з 31 січня по 15 лютого 1999 р.

Максимальний запас води на останній день декади дорівнював 373,8 мм, що перевищило максимум, який спостерігався у 1989-1990 зимовому сезоні і становив 269 мм за даними Кліматичного кадастру України [3]. Така ситуація спричинила велику повінь у період сходження снігу, яка була викликана інтенсивною адвекцією тепла (відлигою), і відповідно, таненням снігу у дуже короткий термін.

Таблиця 3.

Параметри снігового покриву за зиму 1998-1999 рр.

Дата	Середня густина снігу, г/см <sup>3</sup>	Запас води в снігу, мм	Середня висота снігового покриву, см	Максимальна висота снігового покриву, см
20.11.1998 р.	0,12	20,4	17	22
25.11.1998 р.	0,11	15,4	14	20
30.11.1998 р.	0,11	13,2	12	16
05.12.1998 р.	0,18	21,6	12	15
10.12.1998 р.	0,14	46,2	33	36
15.12.1998 р.	0,16	57,6	36	42
20.12.1998 р.	0,19	60,8	32	40
25.12.1998 р.	0,16	54,4	34	40
31.12.1998 р.	0,18	50,4	28	32
05.01.1999 р.	0,24	50,4	26	26
10.01.1999 р.	-	-	4	5
15.01.1999 р.	0,20	16,0	12	12
20.01.1999 р.	-	-	4	5
25.01.1999 р.	-	-	4	6
31.01.1999 р.	0,14	14,0	14	14
05.02.1999 р.	0,14	56,0	48	48
10.02.1999 р.	0,48	33,6	81	81
15.02.1999 р.	0,17	215,0	150	160
20.02.1999 р.	0,16	180,0	140	145
25.02.1999 р.	0,43	468,7	127	130
28.02.1999 р.	0,42	373,8	114	120
05.03.1999 р.	0,37	144,3	55	55
10.03.1999 р.	0,39	89,7	30	30
15.03.1999 р.	0,31	40,3	23	23
20.03.1999 р.	0,28	36,4	20	20
25.03.1999 р.	-	-	4	8

**Примітка:** при середній висоті снігового покриву до 5 см середня густина та запас води в снігу не визначаються.

**Висновки.** В сучасний період на фоні кліматичних змін відбуваються певні зміни в формуванні снігового покриву та особливостях його залягання. Згідно з отриманими результатами аналізу характеристик снігового покриву на метеостанції Славське можна констатувати, що за останні 20 зимових сезонів число днів із сніговим покривом зменшилось у порівнянні з попереднім 30-річним періодом 1961-1990 рр., але поряд з цим зросла середня з найбільших висот снігового покриву і досягла 46,4 см, що значно перевищує показник попередніх років, який дорівнює 39,8 см. Отже, можна вважати, що опади стають більш інтенсивними протягом періоду, що розглядається. Просліджується значна мінливість перших та останніх дат залягання снігового покриву від першої декади листопада до першої декади квітня.

Максимальне водонасичення снігу припадає на період його танення, тому при прогнозуванні вірогідності весняних повеней враховується річний запас води в снігу. Весняна повінь 1990 р. була спричинена таненням снігу в дуже короткий термін за рахунок інтенсивної адвекції тепла при наявності максимального снігового покриву та максимального водонасичення снігу.

### *Література*

1. Клімат Львова / За ред. В. М. Бабіченко, Ф. В. Зузука. — Луцьк: Волинський держ. ун-тет, 1998. — 188 с.
2. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Кліматичний кадастр України // УкрНДГМІ та ЦАО. — К., 2002. — 446 с.
4. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. — Вип. 3. — Ч. 1 (Метеорологічні спостереження на станціях). — К.: Ніка-Центр, 2011. — 280 с.
5. Рубинштейн К. Г., Золоева М. В. Использование динамики классов снежного покрова для валидации модели общей циркуляции атмосферы // Тр. Росгидромета. — 2008. — Вып. 342. — С. 144-154.
6. Снег. Справочник / Под. ред. Д. М. Грея, Д. Х. Мейла. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 751 с.

*А. С. Матыгин,  
Ю. И. Попов,  
С. П. Ковалишина*

## **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОРСКИХ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

*Введение.* Произошедшие в последнее время региональные изменения климата, в частности повышение температуры, уже оказали определенное воздействие на гидрологические системы и земные и морские экосистемы. CIESM (Средиземноморская научная комиссия) отметила, что заметные изменения быстрее всего затронут наиболее уязвимые полузамкнутые, мелководные акватории и специфические морские экосистемы таких морей как Средиземное и Черное.

В процессе региональных изменений климата меняются условия и характеристики вертикального обмена, горизонтального циркуляционного режима, структуры промежуточных вод (вод холодного промежуточного слоя) и т.д. В многочисленных работах, опубликованных в последнее десятилетие, например [3; 4; 6], отмечено, что формирование современного экологического состояния моря в большой степени определяются условиями взаимодействия моря с атмосферой и внутренней структурой вод. Помимо атмосферного воздействия, также существенную роль играют климатические изменения объема стока рек на акваторию северо-западного шельфа (СЗШ) Черного моря.

### *Результаты и обсуждения.*

*Температура воздуха.* По данным МС Одесса изменение средней температуры в XX веке имеет волнообразный вид, а монотонное увеличение наблюдается с середины 50-х годов по настоящее время (рис. 1). Наиболее теплый январь за весь период наблюдений отмечался в 2007 году.

Для получения количественных интегральных оценок степени суровости зимних условий и последующего выявления климатических изменений в приводной атмосфере акватории СЗШ использовался модифицированный метод, ранее предложенный в [2], суть которого заключалась в вычислении годовых сумм отрицательных температур воздуха. Предлагаемая модификация заключается в том, что суммируются не отрицательные температуры, а отклонения среднесуточной температуры воздуха холодного полугодия ниже зна-

чения  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (в агрометеорологии — граница вегетационного периода (рис. 2, вверху).

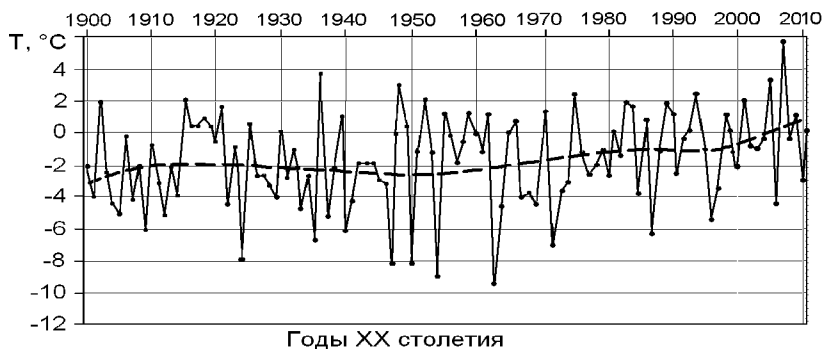


Рис. 1. Изменчивость среднемесячной январской температуры (МС Одесса). — — — — полиномиальный тренд 4-го порядка

Начиная с 20-х годов прошлого столетия, наметилась тенденция уменьшения суровости зимних условий, по крайней мере, в северном Причерноморье. Если на протяжении последних 40 лет по данным МС Одесса теплые зимние условия отмечались 7 раз (1966, 1975, 1983, 1990, 2001, 2007 и 2009 гг., причем в 2007 году они были экстремально теплыми за весь период более чем столетних предшествующих наблюдений), то в предшествующие 70 лет имела место единственная очень теплая зима (1936 г.). Соответственно, обратная картина наблюдается для очень холодных зим. Вид тренда ряда средних январских температур воздуха (рис. 1) качественно повторяет тренд интегральной характеристики зимних условий (рис. 2, вверху).

Для климатических условий летнего периода следует отметить большую повторяемость в последние годы теплых и очень теплых и, наоборот, полное отсутствие очень холодных летних условий (рис. 2, внизу). Поведение зимнего и летнего трендов существенно различаются: вплоть до середины 90-х гг.: зимний и летний тренды находятся в противофазе; в дальнейшем же наблюдается синфазное их увеличение. Этот факт свидетельствует о том, что теплой зиме стало соответствовать теплое лето. Интегральная оценка температуры воздуха теплых периодов последнего десятилетия имеет последовательные резкие пики абсолютных максимумов: в 2007 и в 2010 г., в котором сумма градусо-дней с температурами выше  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  вышла за пределы диаграммы, рассчитанной по всему предшествующему ряду наблюдений. Необходимо также отметить,

что за период 1980-2010 гг. существенно уменьшилась дисперсия межгодовых интегральных характеристик для летнего периода.

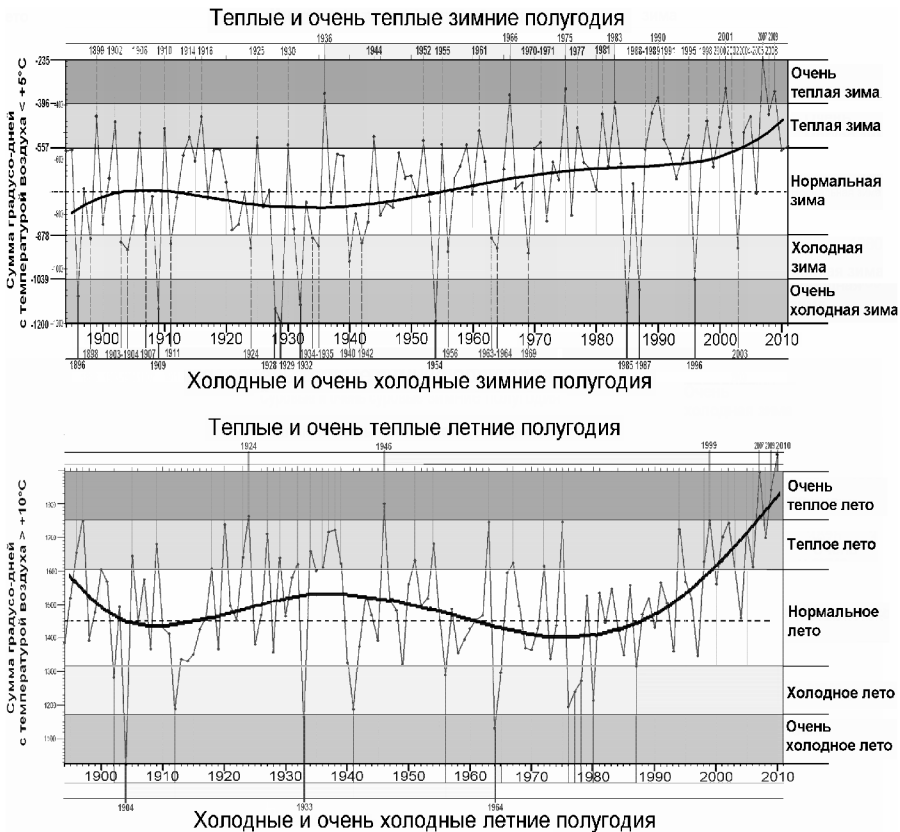


Рис. 2. Межгодовая изменчивость суммы отклонений среднесуточных температур холодного периода ниже значения  $+5^{\circ}\text{C}$  (вверху) и теплого — выше  $+10^{\circ}\text{C}$  (внизу) по данным МС Одесса (— — полиномиальные тренды 5-го порядка)

**Температура поверхностного слоя воды.** Первый сигнал о наличии экстремально высоких температур поверхностного слоя воды ( $> 29,50^{\circ}\text{C}$ ) был получен в июле 2000 года в ходе реализации трехлетнего еженедельного судового мониторинга термохалинного состояния вод по маршруту Одесса-Стамбул [7]. Вторая ситуация длительного, экстремально высокого и всеохватывающего прогрева поверхностных вод Азово-Черноморского бассейна имела место в

летний период 2010 года. В п. Одесса в первой половине августа впервые была зафиксирована срочная дневная температура воды выше 30 °С (30,8 °С — 8, 10 и 12 августа). Очень высокая температура воды получена и по данным спутниковых наблюдений (NOAA). Максимальные значения температуры морских вод в эти дни были локализованы на акватории Одесского залива. В целом по морю высокие температуры поверхностных вод моря (30-31 °С) отмечались эпизодически в период с начала июля по конец августа (в течение 29 суток: 4-6 и 16-27 июля, 1-16 и 19-20 августа).

**Параметры холодного промежуточного слоя (ХПС).** Важным интегральным параметром состояния вод Черного моря является температура в ядре холодного промежуточного слоя (ХПС) для района материкового склона с глубинами более 200 метров в пределах пространственной трапеции с границами 44-45° с.ш., 31-33° в.д. (рис. 3). Межгодовые изменения температуры ХПС показывают, что в последние годы происходит их аномальное резкое увеличение. В 2009 году отмечен абсолютный максимум температуры за весь период наблюдений (8,07 °С). Совмещение общего хода рядов суммы зимних температур воздуха и температуры вод ХПС подтверждает определяющее влияние межгодовой изменчивости термических условий над поверхностью вод СЗШ на формирование характеристик ХПС адвективного происхождения.

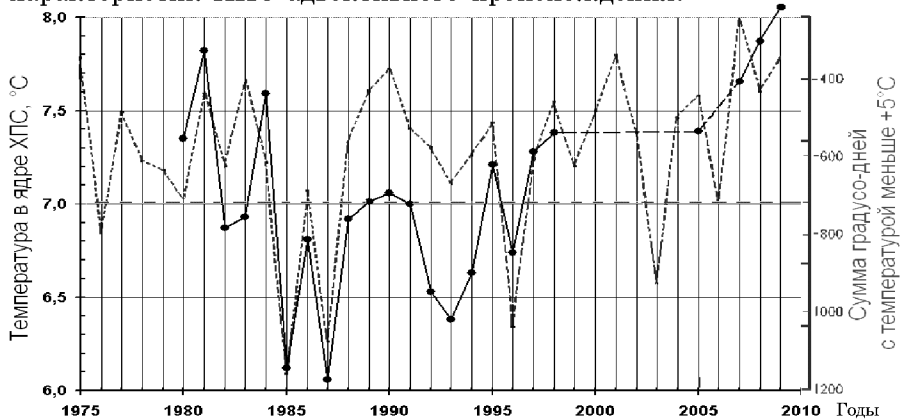


Рис. 3. Временной ход изменения температуры воды в ядре ХПС материкового склона СЗШ (в районах с глубинами более 200 метров в пределах трапеции с границами 44-45° с.ш., 31-33° в.д. — —) и суммы градусо-дней с температурами ниже значения +5 °С (---)



Что касается толщины ХПС, то она также подвержена низко-частотной изменчивости, обусловленной климатическими тенденциями. Если придерживаться критерия выделения границ ХПС по изотерме  $8^{\circ}\text{C}$  и следовать работе [2], то можно отметить трехкратное увеличение толщины ХПС с середины 60-х к середине 90-х годов XX столетия (от  $\sim 20$  до  $\sim 60$  м) и последовавшее затем его уменьшение. Ясно, что при повышении температуры в ядре ХПС более  $8^{\circ}\text{C}$  эту изотерму уже нельзя использовать в качестве индикатора верхней и нижней границ слоя. Ядро ХПС можно выделять теперь только по минимуму температуры в промежуточном слое (по точке на профиле температуры с нулевым вертикальным градиентом), а границы ХПС — по градиентному критерию.

Осредненные по десятилетиям вертикальные профили температуры воды теплых периодов (V-IX месяцы) (рис. 4), получены при

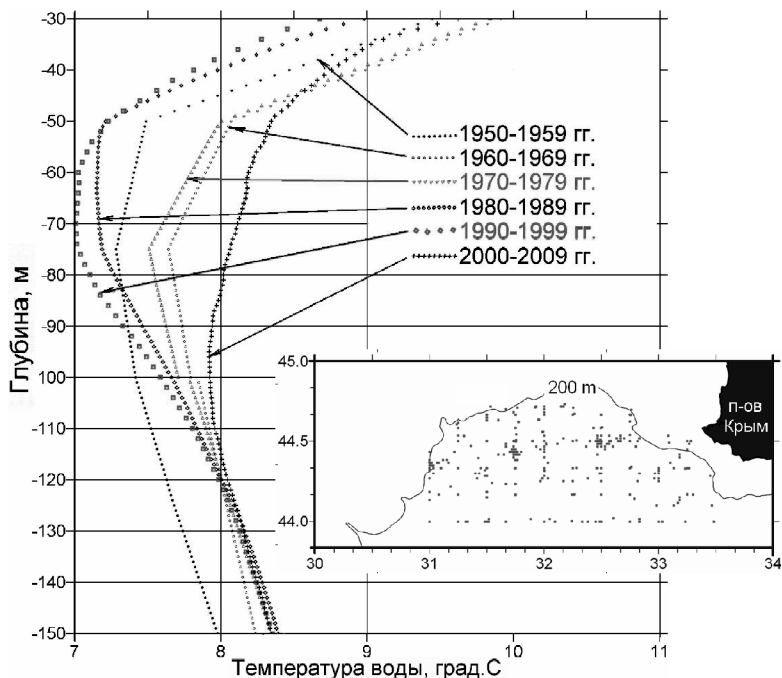


Рис. 4. Средние декадные профили температуры воды ХПС зоны конвергенции северо-западного участка материкового склона Черного моря за период с 1950 по 2010 гг. (периоды осреднения, а также район выборки данных указаны на врезках).

усреднении данных в области склона СЗШ, на врезке этого рисунка — пространственное распределение всех станций:

- в период 1950-1959 гг. температура вод в области ядра ХПС была в среднем относительно низкой (~7,3 °C);
- в последующие две декады (1960-1979 гг.) средние значения температур были в пределах ~7,5-7,6 °C;
- в 80-х годах наблюдалось снижение температуры вод ядра ХПС (7,1-7,2 °C), которое обусловлено холодными зимами 1985 и 1987 гг.; наиболее низкая средняя температура в ядре ХПС отмечена в 90-е годы прошлого столетия (около 7 °C). Причиной этому является наличие в эти годы четырех относительно холодных зим — 1992-1994 и 1996 гг.;
- с 2000 года теплые зимы способствовали повышению температуры в слое 45-110 м до абсолютного максимума: 7,9-8,0 °C. Отметим, что расчеты декадных профилей температуры для экстремального периода летнего прогресса (VII-IX месяцы), несмотря на значительно меньшее количество данных по району выборки, дают в целом аналогичные результаты.

**Сток Дуная.** Характерной особенностью межгодовых изменений основного для СЗШ пресноводного Дунайского стока является его немонотонное, но заметное увеличение (рис. 5). Линейный тренд, построенный на основании 65-летнего ряда наблюдений, показывает увеличение средних расходов со 198 км<sup>3</sup>/год в 1947 г. до 220 км<sup>3</sup>/год в 2010 г. Основной аномалией в расходах этих лет являлся длительный «сухой» период над Европой с начала 80-х до середины 90-х годов.

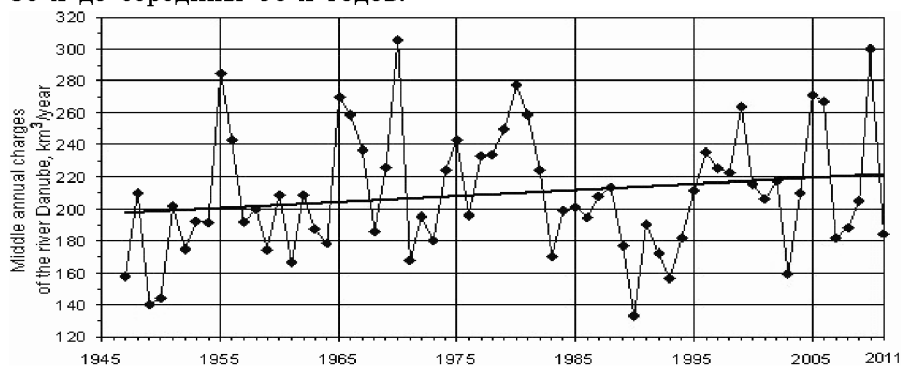


Рис. 5. Межгодовые изменения стока реки Дунай во II половине XX и начале XXI века. — — линейный тренд

С 1945 до начала 60-х гг. в расходах Дуная преобладали поздние весенние паводки. Период 60-70-х гг. характеризовался равновесным появлением ранних и поздних весенних паводков. Если в период (1947-1968 гг.) был лишь один случай январского паводка (1953 г.), то в 1969-1989 гг. зафиксировано уже три случая паводков в холодное полугодие (два поздней осенью — в 1972 и 1974 гг., и один зимой — в 1982 году). В 1990-2011 гг. количество поздних осенних и, особенно, зимних паводков возросло до восьми (2 — поздних осенних и 6 — зимних). Очевидно, что это реакция на потепление атмосферы над европейским континентом.

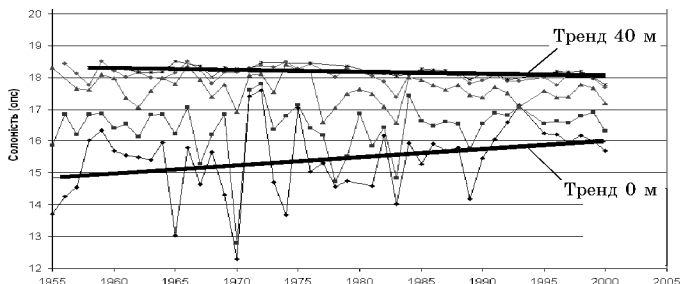
***Соленость морских вод.*** Тенденции межгодовых колебаний средней летней солености вод западной половины СЗШ имеют разные знаки в поверхностном распресненном (0-10 м) и в подповерхностном более соленом слое (20-40 м): изменения солености поверхностного слоя указывают на определенное осолонение вод, но в нижележащих слоях можно говорить только об отрицательной тенденции изменения солености (рис. 6-а).

Сходимость трендов во времени свидетельствует об уменьшении летних климатических градиентов солености между верхним и нижним слоями, а, если учесть направленность трендов температуры морских вод [5], — то и об уменьшении летних вертикальных градиентов плотности и расслоения вод. В восточной части СЗШ летом отрицательные тренды изменения солености незначительны (рис. 6-б).

Многолетние изменения средней зимней солености вод и в западных и в восточных районах СЗШ (рис. 7) определяются отрицательными трендами. Значительный положительный летний тренд солености (рис. 6-а), зимой меняется на еще более существенный отрицательный (рис. 7-а). Соленосное расслоение (увеличение устойчивости) вод в период 1998-2005 гг. обеспечено наблюдениями только трех зимних рейсов, поэтому нельзя однозначно говорить об устойчивости этого процесса. Наибольшие межсезонные изменения в ходе солености происходят в приповерхностном слое западного квадрата. Воды восточной части СЗШ в зимний период имеют практически однородную по вертикали халинную структуру (рис. 7-б).

Таким образом, увеличение стока Дуная за последние 160 лет, в целом стимулирует процессы распреснения вод поверхностного и подповерхностного слоев шельфовых вод. Исключение составляет летний режим солености приповерхностного слоя западной части

а) западная часть СЗШ (45-46° с.ш., 30-31° в.д.)



б) восточная часть СЗШ (45-46° с.ш., 31-32° в.д.)

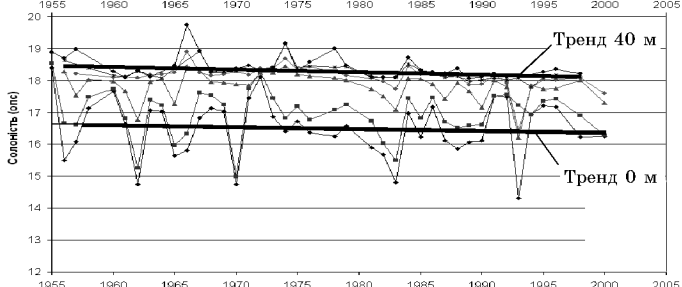
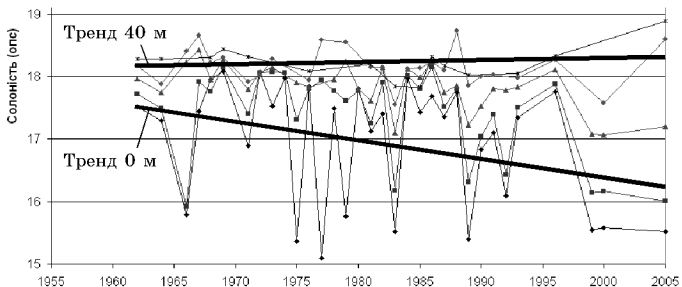


Рис. 6. Межгодовые колебания средней летней солености воды на горизонтах 0-40 метров

а) западная часть СЗШ (45-46° с.ш., 30-31° в.д.)



б) восточная часть СЗШ (45-46° с.ш., 31-32° в.д.)

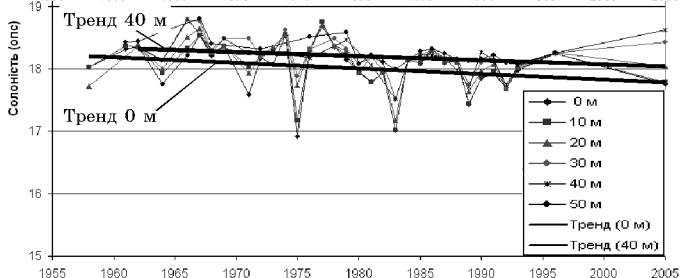


Рис. 7. Межгодовые колебания средней зимней солености воды на горизонтах 0-40 метров

шельфа. Здесь имеет место повышение средней летней солености приповерхностного слоя вод и понижение устойчивости стратификации, которые вероятно обусловлены крупномасштабными изменениями циркуляции атмосферы и, соответственно, — ветрового режима [5]. Поскольку районы с формированием неблагоприятного газового режима в глубинных водах СЗШ располагаются преимущественно в этом районе, то можно утверждать, что нет явных климатических предпосылок для усиления гипоксических явлений.

***Фитопланктон.*** Климатические изменения и антропогенное воздействие на экосистему СЗШ вызвали изменения в структуре и развитии морских биоценозов, в том числе фитопланктонного сообщества. Фитопланктон является одним из первых звеньев пищевой цепи. Количество и таксономические структуры фитопланктона зависят от наличия в воде биогенных веществ, климатических условий и скорости потребления их зоопланктоном. Он очень быстро реагирует на любые изменения в окружающей среде и является хорошим индикатором экологического состояния морских вод. Повышение температуры и снижение солености поверхностных вод моря привели к определенному уменьшению вертикальной устойчивости водных масс и в сочетании с теплыми зимами последних лет способствовали активному развитию фитопланктона.

В 50-60-х годах прошлого века при изучении фитопланктона СЗШ были определены 372 вида; в 1970-1999 гг. список видов фитопланктона состоял из 627 видов и разновидностей микроводорослей [1]. Исследования фитопланктона, проведенные в 2006-2010 гг., показали, что в настоящее время общий список видов в СЗШ включает 787 видов и разновидностей микроводорослей [1]. За последние пять лет список водорослей возрос на 81 вид, из которых 69 являются новыми для СЗЧМ и 12 — новые для Черного моря. Увеличение видового разнообразия было отмечено для всех видов фитопланктона, но основу их составляют диатомовые и динофитовые.

Увеличение числа видов фитопланктона проявляется и в сезонных изменениях таксономической структуры. Среднее число видов, зарегистрированных в летний и осенний периоды, увеличилось почти в два раза: с 37 до 73 и 72, соответственно. Интересным фактом является значительное увеличение видов в зимний период (до 54), а также снижением количества видов весной до 52. Таким образом, в зимние месяцы, которые традиционно рассматривались как период покоя, разнообразие появляется больше, чем весной (рис. 8).

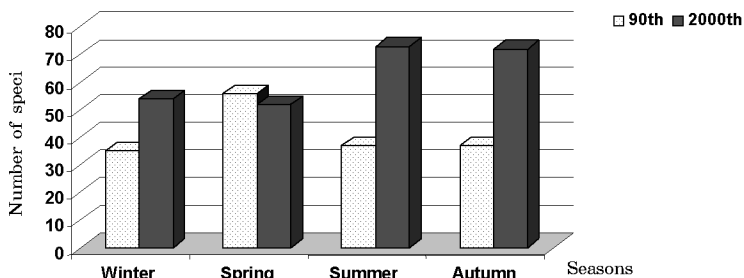


Рис. 8. Распределение среднего числа видов фитопланктона по сезонам

Причинами этого могут быть увеличение зимнего пресноводного стока и преобладание теплых зим в последние десятилетия. Такие процессы способствуют удлинению периода развития осенних видов — включив и зимние месяцы, а также весенним видам — раньше начать развитие. С другой стороны, это привело к появлению зимнего максимума количественных показателей, что особенно заметно в прибрежных районах СЗШ. В последние годы (2008-2010 гг.) наблюдается тенденция появления 3-4 пиков фитопланктона: весна, лето, осень и зима (ранее мы отмечали, только 2-3: весенне-летний, осенний). Основная часть зимнего максимума обусловлена мелкоячеистыми формами (*Skeletonema costatum* и видами родов *Pseudonitzshia* и т.д.). Развитие микроводорослей при благоприятных условиях может привести к зимнему «цветению» — явлению, неоднократно наблюдававшемуся в последние годы. Период «весеннего пика» сейчас начинается на 2-3 недели раньше, чем обычно, он передвинулся с апреля на начало марта. Весенний максимум фитопланктона в значительной степени определяется влиянием весенних паводков на реках СЗШ. Наибольшее влияние оказывают Днепр и Южный Буг.

Вклад различных видов в структуру фитопланктонного сообщества в открытых водах СЗШ изменился (рис. 9). Доля *Bacillariophyta* увеличилась более чем в два раза. Но наиболее значительный рост числа видов наблюдалось у *Chlorophyta* и *Cyanobacteria* (с 2 до 7 % и от 1 до 4 %, соответственно). Увеличение видового разнообразия часто происходит за счет представителей пресноводных и солоноватоводных комплексов, среди которых много зеленых и сине-зеленых водорослей. Снижение солености создало благоприятные условия для развития этих представителей фитопланктона. Вклад *Dinophyta* сни-

зилась, среди них существует много миксотрофных видов, поэтому уменьшение их количества свидетельствует о снижении органического загрязнения морской среды.

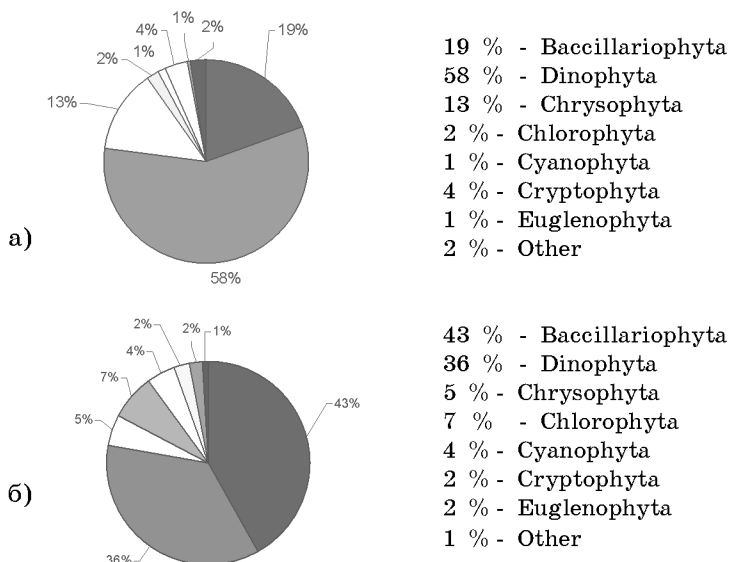


Рис. 9. Вклад в видовой состав фитопланктона  
а) 90-х; б) 2000-х годов

В 90-е годы представители *Dinophyta* наблюдалась практически во все сезоны и годы. В последнее десятилетие ведущая роль перешла к диатомовым водорослям, и их вклад становится равным или даже превысил *Dinophyta*. Во всех сезонах вклад *Chlorophyta* возрос. Максимум их развития приходится на зимний период. Это, как уже говорилось, может быть связано с увеличением стока рек в осенне-зимний период. В весенний период количество цианобактерий увеличивается максимально и их вклад составляет 17%. Количественные показатели представителей этого семейства также увеличились, что иногда приводило к цветению сине-зеленых водорослей, что не было характерным для 90-х годов.

В целом, в последнее десятилетие мы наблюдаем увеличение видового разнообразия, численности, доминантных и субдоминантных видов фитопланктона. В открытых водах СЗШ выявлена смена доминантных и субдоминантных комплексов в 90-е и 2000-е года (табл. 1). Кроме того, количество *S. costatum*, которая является

показателем эвтрофикации и, имевшая ранее почти круглогодичное цветение, сократилось. Теперь ее развитие происходит обычно только в зимние месяцы. *E. huxleyi*, которая также связана с высоким уровнем эвтрофикации морской среды, так же выпала из доминант.

Таблица 1.

Сезонные изменения доминирующих видов фитопланктона СЗШ

Сезон	Период наблюдений	
	1990-е годы	2000-е годы
Зима	<i>Emiliana huxleyi</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Coscinodiscus granii</i> , <i>Skeletonema costatum</i>	<i>Leptocylindrus minimus</i> , <i>Nitzschia tenuirostris</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Prorocentrum cordatum</i>
Весна	<i>Ceratium fusus</i> , <i>Emiliana huxleyi</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i> , <i>Skeletonema costatum</i>	<i>Glenodinium paululum</i> , <i>Gymnodinium wulfii</i> , <i>Protoperidinium pellucidum</i> , <i>Heterocapsa triquetra</i> , <i>Scrippsiella trochoidea</i>
Лето	<i>Ceratium fusus</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Emiliana huxleyi</i> , <i>Skeletonema costatum</i>	<i>Cerataulina pelagica</i> , <i>Dactyliosolen fragillissima</i> , <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>Gymnodinium wulfii</i> , <i>Nodularia spumigena</i> (2010year)
Осень	<i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Emiliana huxleyi</i> , <i>Skeletonema costatum</i>	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> , <i>Pseudosolenia calcar avis</i> , <i>Skeletonema costatum</i> , <i>Prorocentrum cordatum</i> , <i>Glenodinium paululum</i>

В период мощного экстремального прогрева водной поверхности Черного моря в летний период 2010 года на СЗШ был отмечен случай развития нового вида токсичного фитопланктона *Nodularia spumigena*, который ранее здесь не наблюдался. Пространственные ареалы распространения фитопланктона в периоды двух этапов его развития показаны на рис. 10. На основе регулярного мониторинга прибрежной зоны вод Одесского региона, который выполняется Украинским научным центром экологии моря, было установлено, что в период цветения водорослей концентрации *Nodularia* доходили до 1-2 млн. экз/л при длине нитей до 4 мм (до 1000 кл. в одной нити), биомасса *Nodularia* составляла 200-400 мг/л, а в отдельных точках до 1000 мг/л.

Первые сведения о наличии необычного цветения были получены по визуальным изображениям спутников TERRA и AQUA (USA) в конце июня 2010 года. Последние следы цветения наблюдались в Жебриянской бухте и на взморье Килийской дельты Дуная в первых числах августа. Т. о. общий период цветения фи-



топланктона, определенный по ежесуточным спутниковым наблюдениям визуального диапазона, составил 30-33 суток.

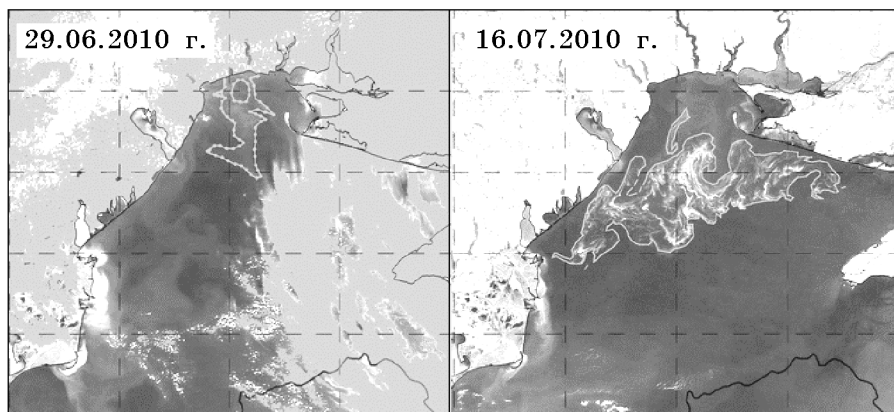


Рис. 10. Ареалы пространственного распространения фитопланктона *Nodularia spumigena* в начале всплеска цветения — в период максимального распространения по СЗП (MODIS Rapid Response System Subset, USA)

Крупномасштабное цветение данного вида фитопланктона и высокий уровень интенсивности процесса является новым состоянием экосистемы СЗП.

#### **Выводы**

1. Начиная с 20-х годов прошлого столетия, отмечается выраженная тенденция уменьшения суровости зимних условий на СЗП; зимний и летний тренды вплоть до середины 90-х гг. находились в противофазе, но затем произошло интенсивное и однонаправленное увеличение температуры воздуха.
2. В последние годы наблюдается рост температуры ядра вод ХПС до 8 °С и более.
3. Повышение температуры, снижение солености поверхностных вод моря привели к определенному уменьшению вертикальной устойчивости водных масс и в сочетании с увеличением осенне-зимнего пресноводного стока и теплыми зимами последних лет способствовали активному развитию фитопланктона.
4. Увеличение видового разнообразия было отмечено для всех видов фитопланктона, но основу их составляют диатомовые и динофитовые. Зимнее цветение фитопланктона, крупномасштабное цветение *Nodularia spumigena* и высокий уровень интен-

сивности процесса является новыми элементами годового хода его развития.

### *Литература*

1. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / Под ред. Ю. П. Зайцева, Б. Г. Александрова, Г. Г. Миничевой. — К.: Наукова думка, 2006. — 701 с.
2. Справочник по климату Черного моря / Под ред. А. И. Соркиной. — М.: Гидрометеиздат, 1974. — 406 с.
3. Титов В. Б. Влияние многолетней изменчивости климатических условий на гидрологическую структуру и межгодовое обновление холодного промежуточного слоя в Черном море // Океанология. — 2003. — Т. 43. — № 2. — С. 176-184.
4. Тужилкин В. С. Сезонная и многолетняя изменчивость термохалинной структуры вод Черного и Каспийского морей и процессы ее формирования. Автореф. дисс. ... д-р географ. наук. — М., 2008. — 45 с.
5. Украинский В. В., Попов Ю. И., Матыгин А. С. Климатическая изменчивость океанографических характеристик вод северо-западной части Черного моря // IV Междунар. конф. «Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона», Керчь, 8-9 октября 2008. — С. 42-47.
6. Шокурова И. Г. Долгопериодная изменчивость гидрологических полей и геострофической циркуляции в Черном море. Дисс. ... канд. географ. наук. — Севастополь, 2010. — 176 с.
7. Popov Yu. I., Ukrainsky V. V., Belkin I. Seasonal variability and interannual variations of the upper mixed layer in the western Black Sea. 2007 — Rapp. Comm. Int. Mer Medit. — Vol. 38. — P. 184.

### *Резюме*

На підставі більш ніж 100-літнього ряду спостережень, які виконуються в Гідрометцентрі Чорного і Азовського морів, а також в Українському науковому центрі екології моря розглянуті багаторічні зміни параметрів атмосфери і вод північно-західного шельфу Чорного моря. Показано стійке зимове потепління, збільшення температури холодного проміжного шару. Зміни гідрологічних умов досліджуваної акваторії сприяли якісним і кількісним змінам фітопланктонного співтовариства.

*Г. Ю. Коломейченко, В. Д. Каштаков,  
Ю. И. Касилов, О. А. Семенова*

## **ПРИМЕНЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ**

Одной из задач биомониторинга водной среды является поиск новых параметров, позволяющих более полно и оперативно дать оценку ее состояния. Среди апробируемых в качестве тест-функций уже достаточно давно используются биохимические показатели. Несмотря на ряд трудностей и неоднозначное отношение к ним отдельных исследователей, они имеют перспективу, как теоретически более чувствительные, чем иные показатели жизнедеятельности. К настоящему времени уже достаточно примеров успешного использования биохимических показателей. К примеру, выяснено, что пероксидазная активность элодеи — высокочувствительный тест на присутствие в воде низких концентраций  $\text{Na}_2\text{S}$ , превосходя интенсивность флюоресценции хлорофилла и движения хлоропластов. Выявлена роль фосфатазы в минерализации фосфора [1-4], связь ее с биомассой и численностью фитопланктона, распределением хлорофилла, обеспеченностью фитопланктона фосфором, его физиологическим состоянием, видовым составом [5-8] и т.д. Показана возможность использования внеклеточных ферментов для характеристики эвтрофирования природных вод [9-11].

В северо-западной части Черного моря подобные исследования не проводились, поэтому была поставлена цель — получить первые сведения о некоторых параметрах сестона (без разделения его на компоненты) этого района, а также выяснить чувствительность биохимических параметров для использования в биомониторинге. В качестве биохимических тестов определялись активность щелочной фосфатазы, активность каталазы, уровень ПОЛ по содержанию малонового диальдегида и белок.

Отбор сестона проводили по общепринятой методике [12], а биохимические показатели, по методикам [13-16]. Материал для оценки чувствительности и параметров сестона отбирался из априорно более загрязненной зоны (побережье в черте г. Одессы) и априорно менее загрязненных открытых вод (более 50 км от берега). В качестве рабочей гипотезы предполагалось, что при достаточно высокой чувствительности различия, даже на малых выборках, должны проявиться не только между удаленными 11 района-

ми, а и в пределах одного, незначительного по размерам, но более неоднородного по уровню загрязнения городского участка. В связи с этим, пробоотбор в городской черте осуществлялся в трех пунктах: в промышленной зоне у завода сельхозмашиностроения (далее — ЗОР), в курортной (далее — дача Ковалевского) и в промежуточной (далее — пляж «Дельфин»),

Для решения поставленной задачи использованы материалы исследований, выполненных в летний период в черте города. В летние периоды (июнь-август) было отобрано 27 проб, сестона. Пробы из открытой части моря отобраны на 11 станциях геологических площадок «Зональная», «Одесская» и «Ушакова» в июне месяце.

В связи с малыми размерами выборок, не позволивших достаточно надежно выяснить характер распределения признаков, результаты обработаны с использованием непараметрических критериев [17].

В табл. 1 представлены результаты обработки проб сестона из прибрежной зоны. Самые низкие показатели отмечены у пляжа «Дельфин», а наибольшие, за исключением содержания белка, — в районе ЗОРа.

Обращает на себя внимание высокая вариабельность признаков. Изменения их по пунктам за период наблюдений носили, в целом, общий характер, отличались только количественно, иногда значительно, что, возможно, вызвано спецификой района. К примеру, на рис. 1. показана динамика содержания белка в июне-августе. Как видно, данные для акватории дачи Ковалевского отличаются более выраженным, скачкообразным характером изменения содержания белка в сестоне и наибольшим средним значением. Наблюдение различия, вероятно, могут быть обусловлены воздействием расположенной вблизи станции биологической очистки.

Исходя из рабочей гипотезы о влиянии условий районов на средние значения показателей, результаты были подвергнуты дисперсионному анализу с использованием непараметрического критерия Краскела-Уолиса [17]. Полученные значения критерия (табл. 1), незначимы по всем анализируемым показателям. Отсюда следует, что наблюдаемые различия средних величин вызваны случайными причинами. Не исключено, однако, что отсутствие статистически значимой разницы вызвано близостью районов и быстрой нивелировкой параметров в результате перемешивания водных масс. В этом случае, различия могут быть выявлены только при анализе данных непосредственно по конкретной дате пробоотбора, а при

анализе за весь период — должны появиться только общие тенденции, что и представлено на рис. 2.

Таблица 1.

Биохимические показатели	Статистические показатели	Антропогенное загрязнение в летний период			
		Активность каталазы, мкМ·мл <sup>-1</sup> ·мин <sup>-1</sup> ·10 <sup>-5</sup>	Активность фосфатазы, мкМ·мл <sup>-1</sup> ·мин <sup>-1</sup> ·10 <sup>-5</sup>	уровень ПОН, нМ МДА	Содержание белка, мкг·мл <sup>-1</sup>
Дача Ковалевского	среднее	0,511±0,084	1,262±0,300	45,4±15,4	42,2±12,9
	размах	0,069-1,015	0,187-3,340	12,8-153,8	8,4-120,4
	коэфф. вариации	52,0	76,2	101,5	92,0
	кол-во измерен.	10	10	10	9
Пляж Дельфин	среднее	0,482±0,074	1,027±0,259	28,2±10,8	20,9±4,3
	размах	0,198-0,764	1,195-2,880	6,4-102,6	5,2-38,3
	коэфф. вариации	46,3	75,6	5,2	61,7
	кол-во измерен.	9	9	9	9
ЗОР	среднее	0,569±0,10	1,877±0,265	72,5±20,4	29,0±5,1
	размах	0,288-1,128	0,278-3,340	19,2-192,4	15,1-60,3
	коэфф. вариации	56,1	42,4	79,4	49,8
	кол-во измерен.	7	9	8	8
Прибрежная зона в целом	среднее	0,516±0,051	1,138±0,169	47,78±9,37	30,78±5,1
	размах	0,069-1,18	0,187-3,34	6,4-192,4	5,2-60,3
	коэфф. вариации	50,1	64,8	99,9	84,5
	кол-во измерен.	26	28	26	26
Критерий Краскела-Уолиса		0,013	5,81	5,38	1,67

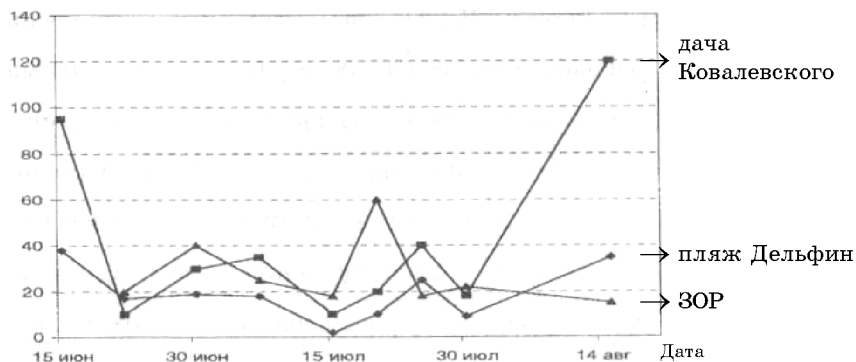


Рис. 1. Активность ферментов в сестоне прибрежной зоны г. Одессы

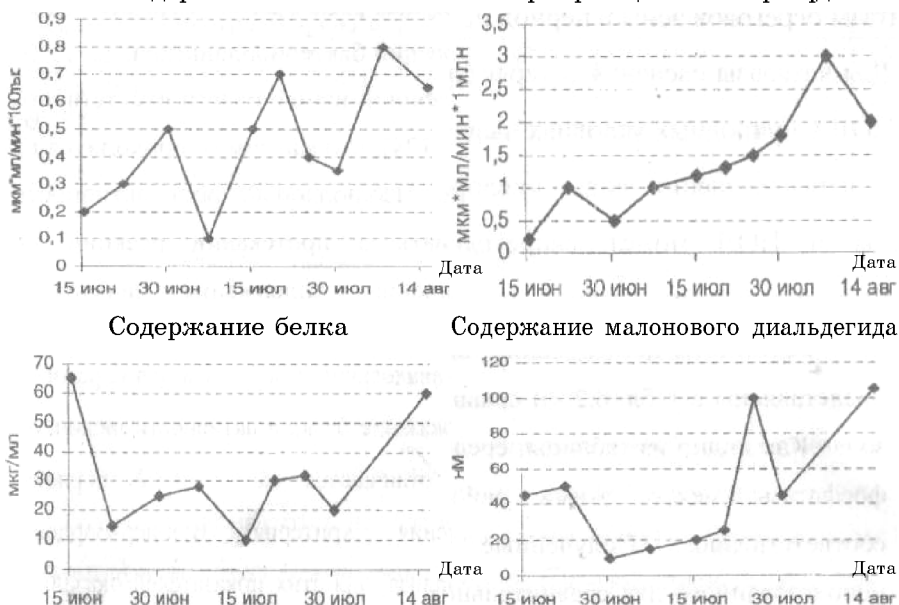


Рис. 2. Изменение биохимических показателей сестона прибрежной зоны г. Одессы в летний период (средние значения для трех пунктов)

Достаточно отчетливо проявляется рост активности щелочной фосфатазы, каталазы и, в меньшей степени, ПОЛ в течении лета. По литературным данным рост активности щелочной фосфатазы летом для ряда озер отмечен в Эстонии [11]. Для эвтрофных озер Польши [17] и США [18] максимум активности щелочной фосфатазы также зафиксирован в летний период.

Во всех случаях этот факт связывают со степенью развития фитопланктона. Показано хорошее совпадение хода кривых биомассы фитопланктона и активности щелочной фосфатазы [11]. В нашем исследовании подобного совпадения не получено. Считается [19], что несоответствие в динамике этих показателей может быть вызвано повышенным антропогенным влиянием. Однако, следует учесть, что в нашем случае, анализ фитопланктона проведен не из общих проб, а независимо, и даты пробоотбора не совпадают. Кроме того, не

исключена ведущая роль в активности щелочной фосфатазы береговой зоны в период исследований бактериопланктона.

Для каталазы сведения о характере сезонной изменчивости отсутствуют, а для ПОЛ в природных условиях выявлено [10], что максимум приходится на период перенасыщения воды кислородом. Наблюдаемый рост активности каталазы и ПОЛ может свидетельствовать о протекании реакций по свободнорадикальному типу и увеличении содержания перекисей, неблагоприятно сказывающихся на физиологическом состоянии организмов.

Результаты исследований, выполняемые в открытой части моря в июне, представлены в табл. 2 и сравнены с аналогичным периодом для береговой зоны. Как видно из таблицы, среднее показание белка и активности щелочной фосфатазы между этими районами отличаются на 1 и 2 порядка, соответственно. Полученные значения критерия Ван-дер-Вардена, использованного для сравнительного анализа, для этих показателей оказались значимы на 0,01 уровне. Различия в содержании белка, на наш взгляд, вызваны большей загрязненностью береговой зоны в пределах города. Повышенный уровень активности щелочной фосфатазы из открытых районов, в определенной мере, можно связать со степенью развития фитопланктона, средняя численность и биомасса которого более чем в 2 раза была выше в открытых частях моря. На ряде станций отмечались процессы «цветения», отсутствующие в береговой зоне.

Таблица 2.

Биохимические показатели sestона прибрежной зоны и открытых акваторий северо-западной части Черного моря

Изучаемые параметры	Средние значения		Коэффициент вариации		Количество измерений		Х критерий Ван-дер-Вардена
	прибрежная зона	открытое море	прибрежная зона	открытое море	прибрежная зона	открытое море	
Активность каталазы, мкМ мл <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> × 10 <sup>-5</sup>	0,408 ± 0,091	0,324 ± 0,068	54,9	59,3	6	8	1,69
Активность фосфатазы, мкМ мл <sup>-1</sup> мин <sup>-1</sup> × 10 <sup>-6</sup>	0,308 ± 0,048	0,141 ± 0,002	37,9	14,2	6	11	6,13*
Уровень ПОЛ, нМ	27,11 ± 8,19	18,74 ± 4,44	79,9	78,6	7	11	2,08
Содержание протейна,* мкг	32,89 ± 9,26	3,91 ± 0,97	79,7	82,6	8	11	6,03*

\* Разница достоверна (P < 0,01)

Таким образом, проведенные исследования, позволили получить первые сведения о биохимических показателях сестона северо-западной части Черного моря. Выявлена тенденция к росту некоторых из них в течении лета. Показаны различия для береговой зоны в черте города и открытых частей моря. Чувствительность по уровню содержания белка и активности щелочной фосфатазы проявляется при разнице в показателях на уровне 1-2 порядка. Различия показателей между пунктами береговой зоны непосредственно в день пробоотбора, достигающие иногда одного порядка, позволяют надеяться, что при изменении схемы анализа — биохимические показатели можно будет использовать как экспресс-метод в мониторинге береговой зоны и выявлять экологически неблагоприятные регионы на ранних этапах.

### *Литература*

1. Goldschmiedt I. Die Bedeutung der Enzyme in Meerwasser., Chem.Ztg. — V. 83, 1959. — P. 442-445.
2. Kobori H. N., Taga N. Phosphatase activity and its role in the mineralization of organic phosphorus in coastal sea water // J.exp.mar.Biol.Ecol. — V. 36. — № 1, 1979. — P. 23-40.
3. Perry M. J. Alkaline phosphatase activity in subtropical central North Pacific waters using a sensitive fluorometric method // Mar.Biol. — V. 15, 1972. — P. 113-119.
4. Агатова А. М., Сапожников В. В., Винтовкин В. Р. Влияние активности фосфатазы сестона на скорость минерализации фосфора и его оборачиваемость в продукционно-деструкционном цикле // Океанология. — 1985. — Т. 25. — № 1. — С. 66-73.
5. Хомииская Н. В. Активность щелочной фосфатазы фитопланктона в Киевском и Кременчугском водохранилищах // Гидробиол. журн. — 1984. — № 6. — Т. 20. — С. 84-89.
6. Сириенко Л. А., Сакевич А. Н., Курейшевич А. В. Физиолого-биохимические характеристики фитопланктона в оценке физиологического состояния водоемов // Тез. докл., 4.1., 5 съезд Всес. гидробиол. об-ва, Тольятти, 15-19 сентября 1986. — С. 212-213.
7. CSiuda Waldemar, Chrost Ryszard J. The relationship between alkaline phosphatase (APA) activity and phosphate availability for phytoplankton and bacteria in eutrophic lakes / Acta microbial.pol. — 1987. — 36, № 3. — P.247-257.



8. Wynne D., Rhee G. Y. Changes in alkaline phosphatase activity and phosphate uptake in P-limited phytoplankton, induced by light intensity and spectral quality / *Hydrobiologia*, 160. — 1988. — № 2. — P. 173-178.
9. Предеина М. П., Брызгалов В. А., Хоружая Т. А., Федорова Л. С., Морозова Е. В. Внеклеточные ферменты сестона как показатель эвтрофикации водоема // Тез. докл. Всес. конф «Биоиндикация и биотестирование природных вод». — Ростов-на-Дону, 1986. — С. 134.
10. Шестерин И. С., Лугина О. И., Иванеха Е. В. Изучение свободнорадикального окисления органических веществ в прудах // Сб. научн. тр. ВНИИ пруд. рыб. х-ва. — 1984. — С. 109-112.
11. Милиус Л. Ю., Порк М. И., Кываск В. О. Активность щелочной фосфатазы как один из показателей трофности озер // Тез. докл. на 2-м Всес. совещании по антропогенному эвтрофированию природных вод. 19-23 декабря 1977 // В кн.: Антропогенное эвтрофирование природных вод. — Звенигород. — Ч. 2. — Черноговка, 1977. — С. 233-234.
12. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / Под ред. А. В. Цыбань. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 192 с.
13. Lowry O. H. et al. Protein measurement with thenfolinphenol reagents // *J. Biol. Chem.* — 1951. — V. 193. — № 3. — P. 265-275.
14. Стальная И. Д., Гаришвили Т. Н. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // В кн.: Современные методы в биохимии. — М.: Мир, 1977. — С. 66-68.
15. Левицкий А. П., Марченко Л. И., Рыбак Т. А. Спектрофотометрический метод определения активности фосфатазы по Бесею (1946) в модификации Левицкого // Лабораторное дело. — 1973. — № 10. — С. 624.
16. Кучеренко Н. Е., Бабенюк Ю. Д., Васильев А. Н. и др. Биохимия. Практикум. — К.: Вища школа, 1988. — 18 с.
17. Chrost Ryszard J., Sinda Waldemar, Kalemeiko Grazina. Longterm studies on alkaline phosphatase activity (APA) in a lake with fist-aquaculture in relation to like eutrophication and phosphorus cycle // *Arch. Hydrobiol. Suppl.* — 70, № 1, 1984. — P. 1-32.
18. Lage Maura A., Lorham Eville. Alkaline phosphatase activity and cellular phosphorus as an index of the phosphorus status of

phytoplankton in Minnesota lakes // Freshwater Biol. — 15, 1985. — № 2. — P. 227-233.

19. Базелян В. Л., Коломейченко Г. Ю. Влияние донных осадков Одесского залива на уровень перекисного окисления липидов в культуре водорослей *Dunaliella salina* // Екологічні проблеми водних екосистем та забезпечення безпеки життєдіяльності на водному транспорті. Збірник. — Одеса, 2001. — С. 169-172.

*В. Ю. Приходько*

### **ПРОСТОРОВО-ЧАСОВІ ЗМІНИ ГІДРОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ВОДИ В НИЖНІЙ ЧАСТИНІ ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ**

*Вступ.* Дністровський лиман є одним із найбільших прісноводних лиманів України. Гідрохімічний режим лиману визначається стоком р. Дністер та надходженням морських вод углиб лиману внаслідок згінно-нагінних явищ. В сучасних умовах антропогенного навантаження гідрохімічний склад та якість води Дністровського лиману зазнала значних змін. Серед основних причин — зарегульованість стоку р. Дністер та експлуатація суднохідного каналу крізь Цареградське гирло. Метою представленого дослідження є виявлення та аналіз особливостей просторово-часових змін показників складу та властивостей вод у нижній частині Дністровського лиману за період з 2007 по 2011 рр.

*Викладення основного матеріалу дослідження.* В якості вихідної інформації нами були використані дані моніторингу вод Дністровського лиману у створах № 35 (м. Білгород-Дністровський) та № 37 (сmt. Затока) за період з 2007 по 2011 рр., який проводився Білгород-Дністровською міською санітарно-епідеміологічною станцією. Відповідно до проведеного Н. О. Березницькою районування площі Дністровського лиману за розподілом природних показників води [1], означені точки спостережень розташовані у середньому та передгірловому районах. Проби відбиралися біля берегу та на відстані 50 м від урізу води (на поверхні та на глибині). Хімічний аналіз проб води проводився за наступними показниками: рН, каламутність, кольоровість, окислюваність, жорсткість, лужність, а також визначалися БСК<sub>20</sub> та ХСК, концентрації розчиненого кисню, зважених речовин, бікарбонатів, сухого залишку, хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів, СПАР, азоту амонійного, нітритів та нітратів, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Si<sup>2+</sup>, Mo<sup>2+</sup>,

$Pb^{2+}$ , а також  $Na^+ + K^+$ . В якості додаткової інформації нами використані результати спостережень біля с. Шабо (2007 р.). Перелік гідрохімічних показників охоплював наступні: температура, окислюваність, кольоровість, рН, концентрації завислих речовин, розчиненого кисню, азоту амонійного, нітритів та нітратів, сухого залишку, хлоридів, сульфатів,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , фосфати,  $Si^{2+}$ ,  $Cr^{6+}$ , а також сумарний вміст нафтопродуктів, СПАР та фенолів.

Проведений аналіз просторово-часових змін вищезначених показників хімічного складу та властивостей води дозволяє зробити деякі висновки та узагальнення.

По-перше, більш високі концентрації забруднювальних речовин (ЗР) спостерігалися біля берега, більш низькі — в глибинних пробах води, що свідчить про відсутність вторинного забруднення води з донних відкладень (за виключенням сірководню), що співпадає з результатами за 2002-2006 рр. [2].

По-друге, на протязі 2007-2011 рр. відбувалося неодноразове проникнення морських вод углиб лиману, про що свідчить різке підвищення загальної мінералізації та концентрації хлоридів, сульфатів, суми іонів натрію і калію. Концентрації сухого залишку більше  $1 \text{ г/дм}^3$  спостерігалися у 2007 р., у березні 2009 р., у травні 2010 р. та протягом 2011 р. У порівнянні з 2002-2006 рр. повторюваність таких явищ значно посилилася. Максимальне значення сухого залишку у воді поблизу м. Білгород-Дністровський склало  $17304 \text{ мг/дм}^3$ , поблизу смт. Затока —  $20798 \text{ мг/дм}^3$  (2010 р.) (рис. 1).

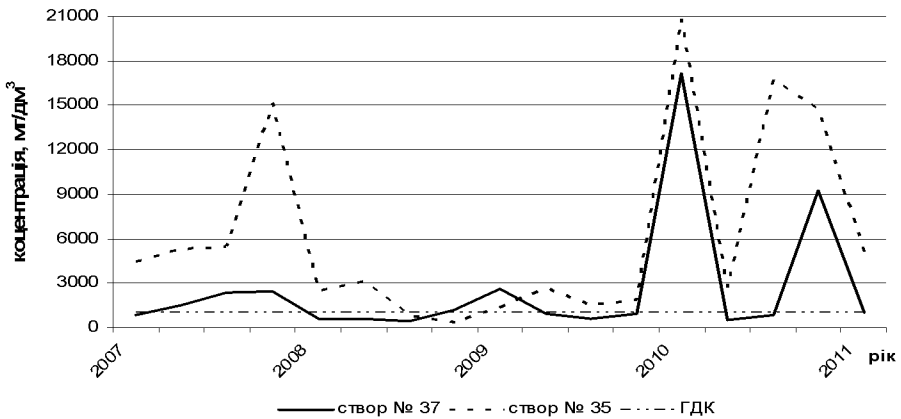


Рис. 1. Зміни концентрації сухого залишку в воді Дністровського лиману (створи № 35 та 37, 2007-2011 рр.)

Мінералізація води Дністровського лиману характеризується значними коливаннями у часі. У порівнянні зі створом № 37, вода у створі № 35 характеризується більшими коливаннями мінералізації: так, коефіцієнт варіації концентрації сухого залишку складає 1,59 проти 0,99 для створу № 37. Це підтверджує результати М. Ш. Розенгурта про те, що найбільші коливання солоності характерні для середньої частини Дністровського лиману.

В районі створу № 37 відмічалися коливання величини сухого залишку в залежності від місця відбору проб води.

Надходженню морських вод сприяє наявність суднохідного ходу. Проведені дослідження показали, що проникнення морських вод в Дністровський лиман також супроводжується значним ростом концентрацій свинцю, магнію, жорсткості води.

По-третє, починаючи з 2007 р., відбувається деяке підвищення значень показника БСК<sub>20</sub>, а значення ХСК, навпаки, починають знижуватися. Величина БСК<sub>20</sub> у 3,5-4 рази нижча за ХСК, а коефіцієнт кореляції між ними складає 0,145 (створ № 35) та 0,333 (створ № 37). Це говорить про те, що серед органічних ЗР, що містяться у водах лиману, переважають такі, що важко піддаються біохімічному окисленню. Але, у порівнянні з 2002-2006 рр. [2], їх внесок у загальне забруднення органічними речовинами дещо зменшився.

Порівняльний аналіз гідрохімічного складу води в створах, розташованих біля м. Білгород-Дністровський (№ 35) та смт. Затока (№ 37), дозволив виявити деякі відмінності: 1) концентрації сухого залишку та основних солей у створі № 37 у 2-2,5 рази вищі, ніж у створі № 35 (за винятком бікарбонатів); 2) вода у створі № 35 містить більшу кількість зважених та органічних речовин, що, у свою чергу, обумовлює більш високу каламутність та кольоровість води); 3) вода у створі № 37 містить значно більшу кількість Pb<sup>2+</sup> та Cd<sup>2+</sup>, але менше Cu<sup>2+</sup> та Zn<sup>2+</sup>; 4) вміст неорганічних сполук азоту у воді у створі № 35 в середньому в 2,5-3,3 рази вищий, ніж у створі № 37. Остання відмінність пояснюється впливом скиду стічних вод, а також буферною роллю лиману по відношенню до трансформації потоку біогенних речовин із річки у море. Якщо, наприклад, розглянути просторові зміни концентрацій неорганічних сполук азоту у воді Дністровського лиману за 2007 р., то концентрація азоту амонійного біля с. Шабо в 4 рази нижча, ніж біля м. Білгород-Дністровський, та в 3 рази вища, ніж біля смт. Затока. Аналогічна тенденція зміни концентрацій характерна для нітритів і нітратів [3].

На другому етапі нами проводилася оцінка відповідності якості води вимогам, що висуваються до водних об'єктів комунально-побутового та рибогосподарчого використання, тобто вимогам СанПіН 4330-88 «Санитарные нормы и правила охраны поверхностных вод от загрязнения» [4]. За період з 2007 по 2011 рр. вода Дністровського лиману не відповідає вимогам, що висуваються до водних об'єктів господарсько-побутового призначення через наднормативні значення БСК<sub>20</sub>, ХСК, сухого залишку, формальдегіду, нафтопродуктів, заліза тощо (в загальному випадку). До того ж, сума відносних концентрацій речовин ( $\psi$ ) 1 та 2 класів небезпеки з санітарно-токсикологічною лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ) ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Si}^{2+}$ ,  $\text{Mo}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , формальдегіду та нітритів) дорівнює 2,09 (створ № 35) та 2,22 (створ № 37), що не відповідає вимогам ( $\psi \leq 1$ ). Оцінка відповідності складу та властивостей води Дністровського лиману вимогам, що висуваються до водних об'єктів рибогосподарчого використання показала, що вода у створах № 35 і № 37 не відповідала вимогам. Так, у створі № 35 середній вміст сухого залишку, хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів, азоту амонійного та нітритів, загального заліза,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  та  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  та  $\text{Mn}^{2+}$  перевищував ГДК, а показник  $\psi$  дорівнював: для речовин з токсикологічною ЛОШ (азот амонійний, нітрити, загальне залізо,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , СПАР,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) — 27,84, для речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , нітрити, хлориди і сульфати) — 10,56. У створі № 37 середній вміст хлоридів, сульфатів, нафтопродуктів, загального заліза,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  та  $\text{Mn}^{2+}$  перевищував ГДК, а показник  $\psi$  дорівнював: для речовин з токсикологічною ЛОШ — 16,69, для речовин з санітарно-токсикологічною ЛОШ ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , нітрити, хлориди і сульфати) — 21,98. Детальний аналіз вищезначеної інформації дозволив виділити показники складу та властивостей води, значення яких близькі або перевищують нормативи та/або характеризуються різкими змінами у часі — це БСК<sub>20</sub>, ХСК, показники мінерального складу (сульфати, хлориди, магній, натрій та калій), зважені речовини, а також кольоровість та каламутність, нітрати і нітрити, нафтопродукти, кадмій, свинець і формальдегід.

**Висновки.** Сучасний гідрохімічний склад води нижньої частини Дністровського лиману значною мірою визначається впливом морських вод. Це особливо характерне для створу № 37 (смет. Затока). Враховуючи безпосередню близькість цього створу до моря, можна рекомендувати застосування нормативів якості для морсь-

ких вод. Нами визначені показники складу та властивостей води, значення яких близькі або перевищують нормативи та/або характеризуються різкими змінами у часі — це БСК<sub>20</sub>, ХСК, показники мінерального складу (сульфати, хлориди, магній, натрій та калій), зважені речовини, а також кольоровість та каламутність, нітрати і нітрити, нафтопродукти, кадмій, свинець і формальдегід. Якість води лиману не відповідає встановленим нормам, особливо рибогосподарським, через високі значення БСК<sub>20</sub> та мінералізації.

### *Література*

1. Березницкая Н. А. Природные процессы в Днестровском лимане и на смежных элементах устьевой области Днестра // Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. — 2007. — Т. 12. — Вип. 8. — С. 15-31.
2. Кориневская В. Ю. Оценка и анализ изменения качества воды Днестровского лимана как объекта рекреационного использования (г. Белгород-Днестровский, 2002-2006 гг.) // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Міжвід. наук. збірник України. — Одеса: Екологія, 2008. — Вип. 50. — Ч. I. — С. 317-322.
3. Приходько В. Ю. Оцінка якості води Дністровського лиману // Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення». — Одеса: ТЕС, 2012. — С. 97-99.
4. ГосСанПиН 4630-88 «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения». — М.: Минздрав СССР, 1988. — 69 с.

УДК 551 465

*М. А. Попов,  
П. Д. Ломакин*

## **АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БЕРЕГОВ И ДНА БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЫ И ЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ**

*Введение.* В монографии, посвященной берегам Черного и Азовского морей [1], известный исследователь морских берегов В. П. Зенкович дал краткое описание Балаклавской бухты, которая расположена на участке юго-западного побережья Крыма в вершине залива Мегало-Яло, между мысами Фиолент и Айя. Согласно мнению этого ученого, по своим морфометрическим признакам Балаклавс-

кая бухта качественно отлична от других бухт черноморского побережья и напоминает норвежский фьорд (рис. 1).

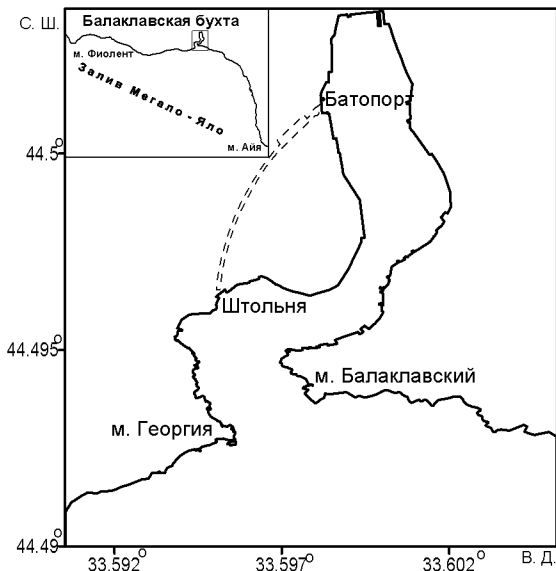


Рис. 1. Схема района исследований

(пунктиром обозначен водный канал объекта 825 ГТС)

С начала XIX столетия Балаклавская бухта, — уникальный в природном отношении участок черноморского побережья, подверглась мощному антропогенному прессу. В результате чего берег и дно бухты постоянно деформировались, а ее современная морфометрия существенно отлична от природной [2].

В предлагаемой статье в хронологическом порядке рассмотрены основные этапы трансформации берегов и дна Балаклавской бухты, вызванные антропогенным вмешательством. Рассчитаны и проанализированы ее современные морфометрические параметры. Представлены сведения об экологическом уроне.

**Исходные данные и методы исследования.** Анализ трансформации глубин и очертания береговой линии выполнен на базе трех планов Балаклавской бухты с промерами глубин и одного промера глубин по фарватеру [3-6]. Для измерения геоморфометрических параметров рассматриваемой акватории в качестве картографической основы применен следующий материал: навигационные карты от Севастополя до Ялты [7], от мыса Лукулл до мыса Фиолент [8];

план Балаклавской бухты [6]. Измерение длин береговых линий и площадей дна, вычисление площади водного зеркала и объема вод на различных участках бухты выполнено на основе методических приемов [2; 9; 10].

Для оценки экологических последствий, связанных с рассмотренными видами человеческой деятельности, использованы материалы комплексного океанологического мониторинга Балаклавской бухты, который проводится сотрудниками Института биологии южных морей НАН Украины с 2000 г., и литературные данные.

*Обсуждение результатов.* Для представления об изменении глубин и очертания береговой линии Балаклавской бухты, мы воспользовались результатами четырех промеров: 1811 г. [3], 1854 г. [5], 1944 г. [6], 2004 г. [4]. Анализ этих источников позволил проследить трансформацию ее морфометрических параметров на протяжении, практически, двух столетий, с 1811 г. до наших дней.

Акваторию всей Балаклавской бухты условно подразделяют на следующие характерные области. Это северная мелководная (кутовая) и южная глубоководная (мористая) части, которые соединены S-образной узкостью. Далее по тексту статьи этот участок бухты мы называем узкостью или центральной частью (рис. 1).

В 1854 г. глубины в северной мелководной части бухты, куда впадает речка Балаклавка, находились в пределах от 0 до 1 сажени (1,83 м). Береговая линия имела плавное округлое очертание. Бухта в этой части, по-видимому, была заболоченной (рис. 2). В настоящее время схожую картину можно наблюдать в кутовой части Стрелецкой бухты.

У западного берега кутовой части, находился небольшой пляж. Другой пляж располагался (существует и сейчас под наименованием «Мраморный») в крайней западной точке бухты. В 330 м от устья р. Балаклавка, у западного берега, находился небольшой остров. Западный берег центральной части бухты и ее узкости — обрывистый, существенно изрезанный. Множество наблюдавшихся здесь выступавших из моря крупных камней, по всей видимости, имело оползневое происхождение.

Восточный берег более пологий, чем западный представляет собой речную террасу выработанную р. Балаклавкой. На восточном берегу в центральной части обозначена набережная с причалами.



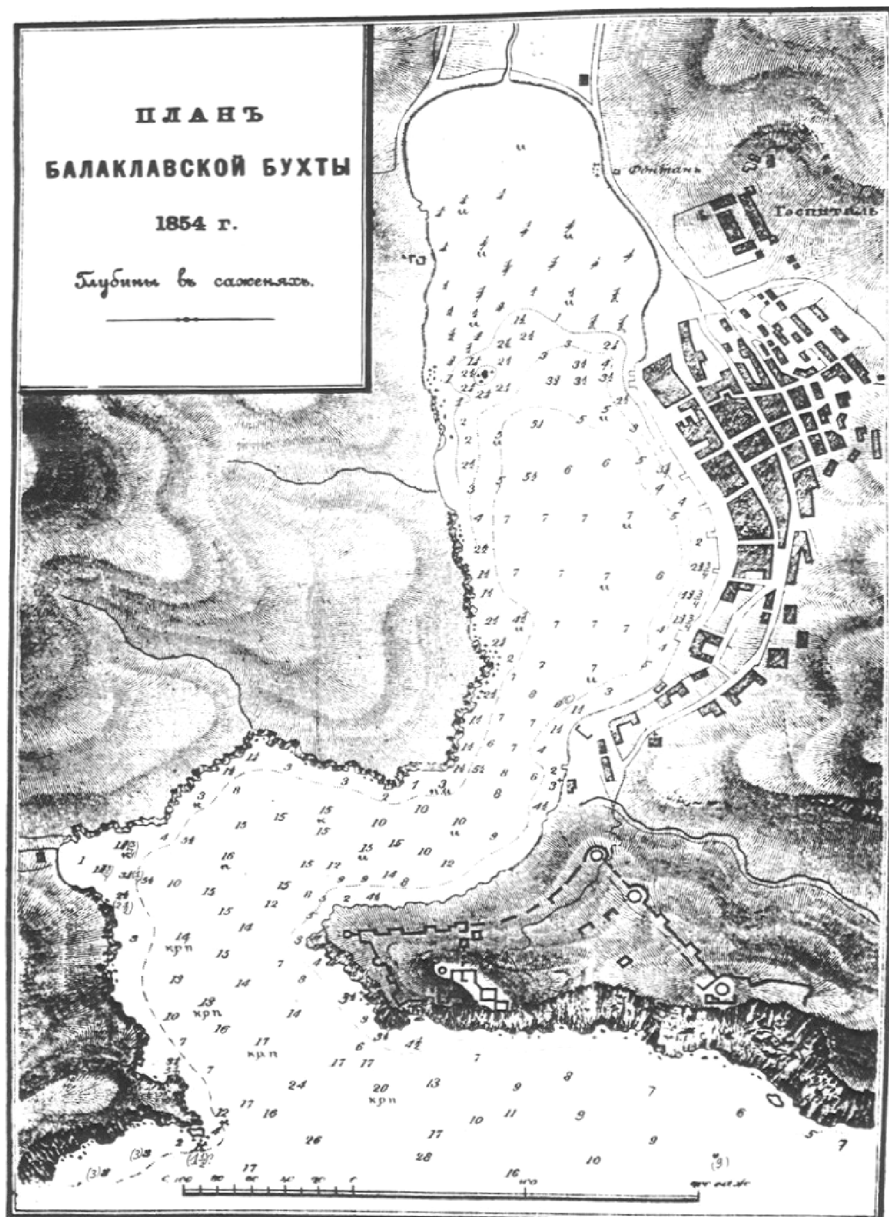


Рис. 2. План Балаклавской бухты по описи 1854 года [5]

Глубина фарватера достаточно резко увеличивалась от 1 сажени (1,83 м) в области мелководной оконечности бухты до 5,25 сажени (9,6 м) в начале ее центральной части. Затем глубина постепенно возрастала до 10 сажени (18,3 м) в конце узкого канала перед узкостью. В центре этой узкости глубина увеличивалась до 16 сажени (29,3 м), затем уменьшалась по направлению к ее выходу до 14 сажени (25,6 м), после чего опять росла. Максимальная глубина на входном створе, согласно плану 1854 г., достигала 24 сажени (44 м) (рис. 2).

Глубины, нанесенные на промере 1811 г. (рис. 3), в тех же точках в целом больше на 1-2 сажени, по сравнению с данными на плане 1854 г. (рис. 2). Глубина в центре S-образной узкости — 18 сажени (32,9 м). Это самое глубокое место внутри бухты. Соседние глубины, как в сторону моря, так и в сторону кутовой части бухты уменьшались на 1-2 сажени. На выходе из бухты глубина достигала 26 сажени (47,5 м), но точка ее промера находилась несколько мористее створа м. Георгия - м. Балаклавский.

При анализе немецкого плана Балаклавской бухты 1944 г. (рис. 4) видны значительные изменения в очертаниях берега и распределении глубин. Так, северная мелководная оконечность бухты углублена по фарватеру до 4-5 м. Береговая линия кутовой части приобрела прямоугольные очертания. Показаны причальные сооружения. Западный берег превращен в набережную с причалами. Пляжа и острова в кутовой части бухты уже не существует. По-видимому, они были уничтожены из навигационных соображений. В центре узкости глубина также увеличивалась по сравнению с прилегающими участками до 29 м. На выходе из бухты глубина около 34 м.

Анализ плана 2004 г. (рис. 5) показал, что глубины северной мелководной и центральной частей бухты еще более возросли. В кутовой области бухты у берега глубина увеличилась до 4-5 м и до 15 м — в центральной ее части.

По сравнению с 1944 г. береговые линии кутовой части еще более выпрямлены. На западном берегу у батопортов подземного завода глубины возросли до 5-6 м. Глубина фарватера на входном створе между м. Георгия и м. Балаклавским достигла 34,2 м (рис. 6).

Выявлено, что за счет антропогенного воздействия наибольшие изменения в очертании береговой линии и распределении глубин претерпели северная мелководная и центральная части Балаклавской бухты. Около 80 % береговой линии бухты здесь было пре-

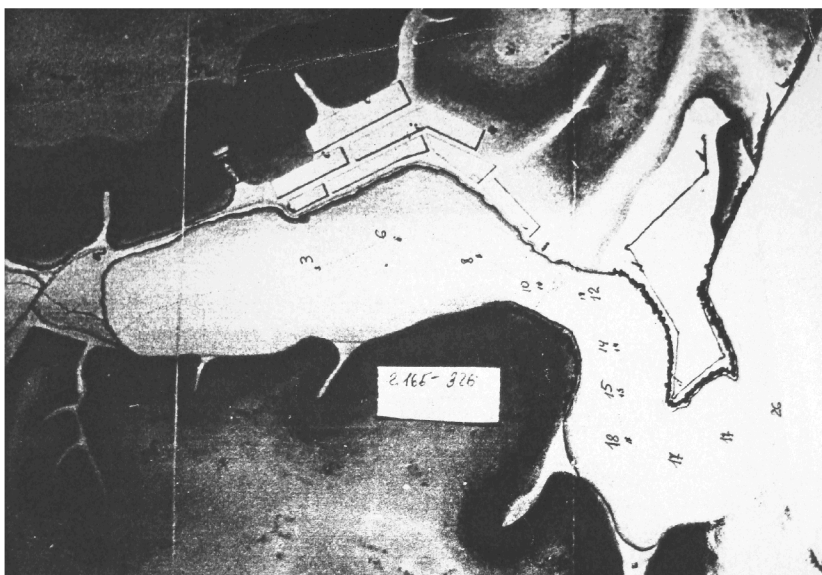


Рис. 3. Промер глубин осевой части бухты 1811 года [3]

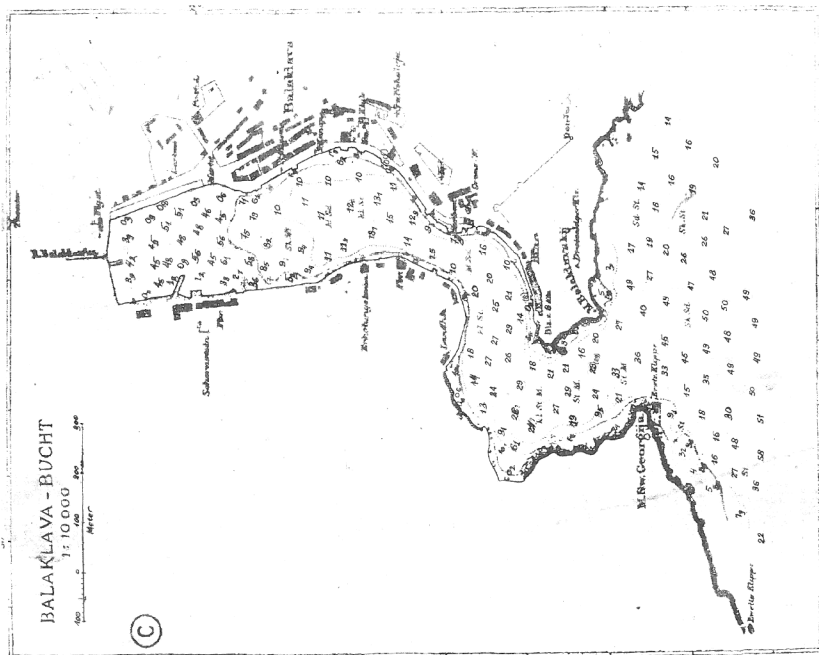


Рис. 4. Немецкий план Балаклавской бухты 1944 года [6]

вращено в набережную с причалами. Это требовало выборки огромного объема грунта вдоль уреза воды. Дно северной мелководной части Балаклавской бухты углублено до 7-8 м. В результате дноуглубительных работ поперечный профиль ее дна приобрел корытообразную форму.

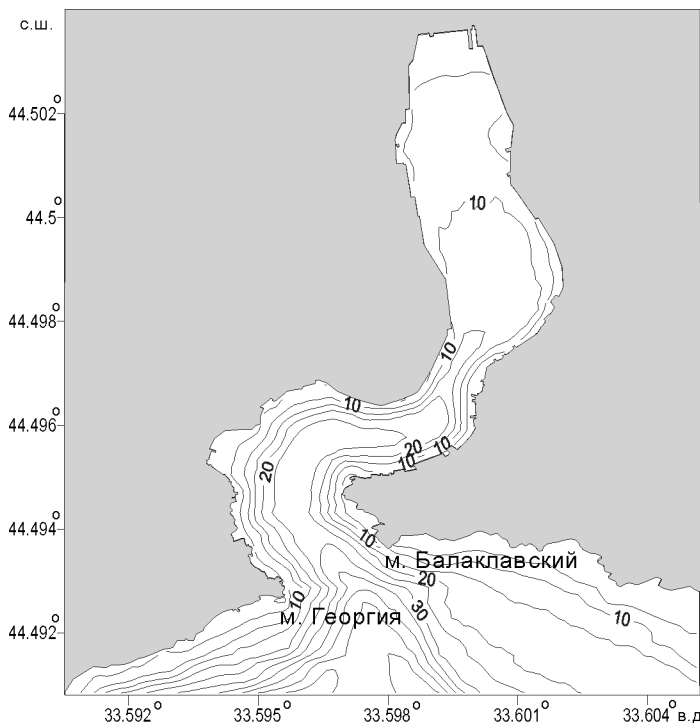


Рис. 5. Современный рельеф дна Балаклавской бухты [4]

50-метровая изобата у выхода из бухты, в отличие от 40-метровой, изогнута в сторону моря. Это означает, что в этом месте расположено вытянутое в мористую сторону поднятие дна (рис. 5).

Можно предложить две следующие гипотезы, поясняющие образование этой подводной формы донного рельефа. Первая связана с размывом мыса Георгия, вторая — с аккумуляцией донных отложений.

*Первая гипотеза.* При новоэвксинской трансгрессии моря берег постепенно абординировался. Возможно, за счет этого процесса была разрушена мористая часть выступающего в море мыса Георгия.

гия, так как энергия волновых движений концентрируется у мысов. Подводный остаток трансформированного мыса представлен изгибом 50-метровой изобаты в сторону моря.

*Вторая гипотеза.* Эта подводная форма рельефа возникла вследствие аккумулятивных процессов. Она представлена конусом выноса осадков из бухты и аккумуляцией продольных наносов. Ответить на вопрос, какая из предложенных гипотез верна, позволит изучение колонок грунта, отобранных на указанном участке.

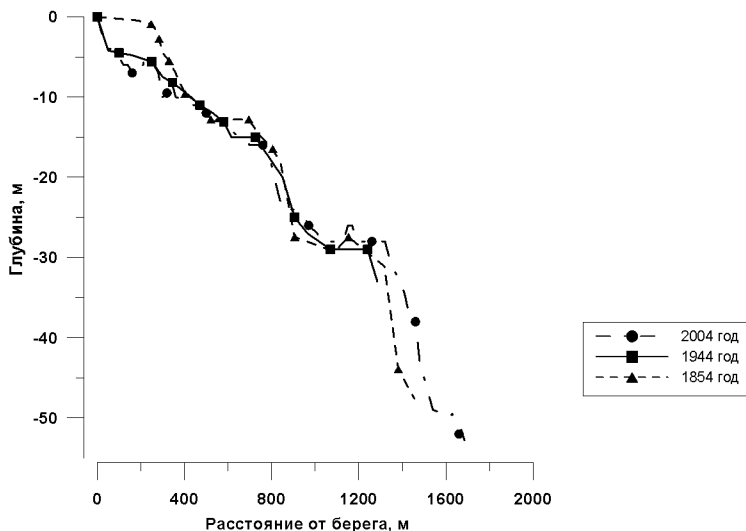


Рис. 6. Профили дна вдоль осевой линии Балаклавской бухты в 1854, 1944, 2004 гг.

Ниже приведены современные морфометрические характеристики Балаклавской бухты: глубина на входном створе 34,2 м, длина по фарватеру 1410 м (7,6 кабельтовых), ширина на входном створе 200 м (1,1 кабельтовых), наименьшая ширина 95 м (0,5 кабельтовых), длина береговой линии 3,33 км (1,8 мили), объем воды 2 млн. 840 тыс. м<sup>3</sup>, площадь водного зеркала 236 тыс. м<sup>2</sup>, средняя глубина 12,5 м. 47 % площади водной поверхности бухты расположено над глубинами 4-12 м (табл. 1). Такое соотношение между площадью водного зеркала и распределением глубин можно объяснить дноуглубительными работами, проводившимися в Балаклавской бухте в течение двух столетий и эпизодически ведущимися в настоящее время.

Таблица 1.

Распределение площадей водного зеркала и объемов вод  
Балаклавской бухты

Глубины, м	0-4	4-8	8-12	12-16	16-20	20-24	24-28	28-32	32-36
Площадь, тыс. м <sup>2</sup>	33	56	53	29	16	17	25	4	1
Площадь, %	14	24	23	12	7	7	11	2	0.5
Объем, тыс. м <sup>3</sup>	66	339	533	408	292	372	664	130	37
Объем, %	2	12	19	14	10	13	23	5	1

Очевидно, что столь значимое и продолжительное вмешательство в природу сопровождалось негативным откликом в параметрах экосистемы Балаклавской бухты, и что экологический урон, нанесенный рассмотренными видами человеческой деятельности невозможно оценить на количественном уровне. Вместе с тем, имеющиеся в нашем распоряжении сведения позволяют качественно проиллюстрировать его масштаб и последствия.

Так, в 2003-2004 гг., в Балаклавской бухте велись дноуглубительные работы, и осуществлялся ремонт набережной. Анализ гидрхимических и гидробиологических исследований, проведенных в соответствующие сроки [11], показал, что оба этих вида работ (особенно дночерпание) представляют собой мощные источники, вызывающие экстремального загрязнения. При этом резко снижается качество вод. Скачкообразно на 2-3 порядка увеличивается содержание антропогенных биогенных веществ, понижается рН, на порядок возрастает концентрация общего взвешенного и растворенного органического вещества.

Гидростроительные и дноуглубительные работы в бухте оказывают существенное отрицательное влияние на численность и видовой состав меропланктона и бентосных поселений, способствуют полному исчезновению отдельных видов.

Так, в весенне-летний период 2003 г. в районе городского пляжа проводилась замена бетонных плит, что привело к разрушению мест обитания многочетинковых червей семейства *Nereidae*, и негативно отразилось на численности пелагических личинок. Если в 2001-2002 гг. численность нектохет *Neanthes succinea* и *Hediste diversicolor* колебалась от 48 до 70 экз./м<sup>3</sup>, то в 2003 г. она не превышала 9 экз./м<sup>3</sup>. В 2004 г. концентрация личинок в планктоне стала увеличиваться и достигла 30 экз./м<sup>3</sup>, что, вероятно, связано с восстановлением популяций nereid.

В 2004 г. в кутовой части Балаклавской бухты велись гидростроительные работы по благоустройству набережной, в ходе которых были разрушены места обитания многочисленных видов беспозвоночных. Это сопровождалось взмучиванием морской воды и привело к нарушению структуры донных сообществ и сообщества обрастания и, соответственно, отрицательным образом отразилось на видовом составе и численности пелагических личинок беспозвоночных.

Анализ параметров межгодовой динамики меропланктона, показал, что в 2004 г. его численность в кутовой части снизилась до 500 экз./м<sup>3</sup>, тогда как в предыдущие годы она достигала 2 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Особенно это отразилось на численности личинок десятиногих раков. В планктоне они встречались единично, их общая численность не превышала 9 экз./м<sup>3</sup> по сравнению с 66 экз./м<sup>3</sup> в предыдущие годы. Существенно уменьшилось и количество науплиусов усоногого рака *A. improvises*, с 570 до 138 экз./м<sup>3</sup>.

В 2005-2007 гг. в Балаклавской бухте численность меропланктона возросла до 2,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Это, в основном, произошло за счет личинок доминирующих видов обрастателей *M. lineatus* и *A. improvises*. В то же время общее количество видов уменьшилось с 63 до 45. Перестали встречаться личинки некоторых видов брюхоногих моллюсков и многощетинковых червей [11].

Среди антропогенных морфометрических изменений, повлекших наиболее мощные пагубные для природы последствия, следует особо отметить строительство у западного берега Балаклавской бухты военной базы подводных лодок (рис. 1).

База (объект 825 ГТС) была сооружена во время Холодной войны в отроге горы Таврос и представляла собой подземный комплекс площадью около 15 тысяч квадратных метров, предназначенный для укрытия подводных лодок, их докового ремонта и восстановления.

Подземное сооружение, построенное в 1952-1963 гг., состояло из нескольких автономных объектов: судоремонтного завода с сухим доком; минно-торпедной части; ремонтно-технической базы для хранения, сборки и выдачи боеприпасов, в том числе и с ядерными боеголовками.

Объекты комплекса были разделены насквозь прорезающим горю и свободно связанным с морем через два батопорта каналом. Вход в канал через южный мористый батопорт (штольня) распола-

гался в юго-западной мористой области бухты. У западного берега ее кутовой части находился другой, северный батопорт (рис. 1). Размеры канала: длина — 608 м, ширина — от 10 до 24 м, глубина — 8 м. В 90-е годы прошлого столетия военный комплекс был закрыт и переоборудован в музей [12].

Строительство и тридцатилетняя эксплуатация базы подводных лодок СССР нанесли огромный и вряд ли поправимый урон природе уникальной черноморской бухты.

Анализ посвященных этой проблеме публикаций [11; 13-18] позволяет представить современное состояние составляющих экологического комплекса Балаклавской бухты.

За время существования военно-морской базы Балаклавская бухта потеряла свое рыбохозяйственное и, в значительной мере, рекреационное значение. В 90-е годы прошлого столетия после вывода военного флота воды бухты повсеместно характеризовались наличием широкого спектра загрязнителей. В начале нынешнего столетия, спустя десятилетие после демилитаризации, морская среда Балаклавской бухты определялась как грязная. В донных отложениях зафиксировано высокое содержание тяжелых металлов и мышьяка. Отмечено снижение видового состава гидробионтов, бедность видового состава донных сообществ и низкие показатели биомассы, численности, видового разнообразия макробентоса.

**Заключение.** В течение двух последних столетий Балаклавская бухта подвергалась мощному антропогенному прессу. Здесь проводились емкие дноуглубительные работы, береговая линия оборудовалась в набережную, сооружена военная база подводных лодок СССР.

С начала XIX столетия берег северной мелководной части бухты активно переустраивался в набережную с причальными сооружениями. В течение двух последних столетий природная округлая форма берега здесь искусственно выпрямлялась. Около 80 % береговой линии этой части бухты было превращено в причальную стенку. Углубленное до 7-8 м вдоль уреза воды дно приобрело корытообразную форму. Пляж и остров у западного берега мелководной части, которые представлены на плане 1854 г., были уничтожены из навигационных соображений. Эти формы не существуют как минимум с 1944 г. Вдоль осевой линии бухты был прорыт и постоянно углублялся фарватер.

Показано, что гидротехническое строительство и дночерпание представляют собой мощные источники загрязнения вод, оказыва-



ют существенное отрицательное влияние на численность и видовой состав меропланктона и бентосных поселений, способствуют полному исчезновению отдельных видов.

Оценены экологические последствия, связанные со строительством и функционированием базы подводных лодок СССР в Балаклавской бухте.

Выявлено, что за время существования военно-морской базы Балаклавская бухта потеряла свое рыбохозяйственное и, в значительной мере, рекреационное значение. В 90-е годы прошлого столетия после вывода военного флота воды бухты повсеместно характеризовались наличием широкого спектра загрязнителей. Спустя десятилетие после демилитаризации, морская среда Балаклавской бухты определялась как грязная. В донных отложениях зафиксировано высокое содержание тяжелых металлов и мышьяка. Отмечено снижение видового состава гидробионтов, бедность видового состава донных сообществ и низкие показатели биомассы, численности, видового разнообразия макробентоса.

### *Литература*

1. Зенкович В. П. Берега Черного и Азовского морей. — М.: Географгиз, 1958. — 376 с.
2. Попов М. А. Геоморфологический очерк залива Мегало-Яло и Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научных трудов. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. — Вып. 14. — С. 209-214.
3. Промеръ 1811 года // 1811. Санкт-Петербург, архив истории и материальной культуры РАН и ИМКРАН фонд 326, оп. 1, № 2165.
4. Чорне море. Узбережжя Криму. Балаклавська бухта. № 3711. Масштаб 1:3000. — К.: Держгідрографія, 2004.
5. Планъ Балаклавской бухты по описи 1854 г. Масштаб ~1:3660 // Лоция Черного и Азовского морей. — Николаев, 1892.
6. План Балаклавской бухты. Масштаб 1:10000 — BALAKLAVA-VUCHT ©, штаб Немецкой армии, 1944.
7. Чорне море. Узбережжя Криму. Від Севастополя до Ялти. № 3301. Масштаб 1:100000. — К.: Держгідрографія, 2002.
8. Чорне море. Узбережжя Криму. Від мису Лукулл до мису Фиолент. № 3433. Масштаб 1:50000. — К.: Держгідрографія, 2003.

9. Волков Н. М. Принципы и методы картометрии. — М.: АН СССР, 1950. — 328 с.
10. Берлянт А. М., Гедымин А. В., Кельнер Ю. Г и др. Справочник по картографии. — М.: Недра, 1988. — 428 с.
11. Ковригина Н. П., Попов М. А., Лисицкая Е. В., Куфтаркова Е. А., Губанов В. И. Комплексный мониторинг вод Балаклавской бухты (Черное море) в период 2000-2007 гг. // Морской экологический журнал. — 2010. — 9, № 4. — С. 62-75.
12. <http://snorque.livejournal.com/86597.html>
13. Ревков Н. К., Просвиоров Ю. В., Логачев В. С. Распределение и состояние бентоса под влиянием сброса шламовых вод (район Балаклавы, глубина 25-85м) / Ч. 2. Деп. ВИНТИ, № 585, 1992. — 17 с.
14. Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Комплексные экологические исследования Балаклавской бухты // Экология моря. — 1999. — Вып. 49. — С. 16-20.
15. Куфтаркова Е. А., Ковригина Н. П., Родионова Н. Ю. Гидрохимическая характеристика вод Балаклавской бухты и прилегающей к ней прибрежной части Черного моря // Гидробиологический журнал. — 1999. — Т. 35, № 3. — С. 88-99.
16. Мезенцева И. В., Чайкина А. В., Клименко Н. П. Современный уровень загрязнения вод акватории Балаклавской бухты // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. ЭКОСИ-Гидрофизика. — Севастополь, 2003. — Вып. 8. — С. 115-118.
17. Ревков Н. К. Таксоценоз моллюсков биотопа рыхлых грунтов Балаклавской бухты (Крым, Черное море) // Экология моря. — 2006. — Вып. 72. — С. 38-46.
18. Овсяный Е. И., Котельянец Е. А., Орехова Н. А. Мышьяк и тяжелые металлы в донных отложениях Балаклавской бухты (Черное море) // Морской гидрофизический журнал. — 2009. — № 4. — С. 67-80.

### *Резюме*

На основі аналізу історичного картографічного матеріалу, літературних відомостей; масивів емпіричних даних, накопичених в Інституті біології південних морів НАН України в ході виконання моніторингових океанологічних досліджень в 2000-2010 рр. проаналізовані сучасні морфометричні параметри Балаклавської бухти,

відстежена їх трансформація упродовж двох останніх століть. Представлені відомості про екологічний ущерб, нанесений природі гідротехнічним будівництвом, днопоглибленням, будівництвом і експлуатацією бази підводних човнів СРСР.

*С. П. Нагаєва,  
К. І. Желтов*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ МОРСЬКИХ ВОД КЕРЧЕНСЬКОГО РЕГІОНУ**

Природно-ресурсний потенціал Чорного моря включає в себе біологічні, мінеральні, паливно-енергетичні та інші ресурси. Значна частина узбережно-морської території використовується для курортно-рекреаційних цілей.

Останні десятиліття знаменуються посиленням антропогенних впливів на морські екосистеми в результаті забруднення морів і океанів, поширення багатьох забруднюючих речовин придбало локальний, регіональний і навіть глобальний масштаби. Тому забруднення морів, океанів і їх біоти стало найважливішою міжнародною проблемою, а необхідність охорони морського середовища від забруднень диктується вимогами раціонального використання природних ресурсів.

Узбережжя Чорного моря і басейн річок, що впадають в нього, є районами з високим антропогенним впливом. В цілому сучасний екологічний стан Чорного моря є несприятливим. У Керченському районі зосереджено ряд портів — Переправа, Торговий і Камиш-Бурунський і бухт, а також завод «Залив», діяльність яких безпосередньо впливає на морське середовище. Очисні споруди являють собою станції повної біологічної очистки, але не завжди дотримуються нормативів, що підвищує ступінь забруднення морських вод і антропогенне навантаження на дану територію [1; 4].

Моніторинг за якістю морської води Керченського регіону ведеться більше, ніж по 20 створам по 11 показникам (розчинений кисень, рН, БСК<sub>5</sub>, завислі речовини,  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ , Fe, СПАР, феноли, нафтопродукти). В роботі використані матеріали спостережень за гідрохімічними показниками по 6 створам, на яких велись безперервні спостереження в період 2000-2010 рр., надані Державною Азово-Чорноморською екологічною інспекцією.

Для оцінки стійкості поверхневих вод до антропогенного забруднення в Україні використовують методику по комплексному показнику екологічного стану (*КПЕС*) [2; 3]:

- для шкідливих речовин токсикологічної (*т*) ЛОШ вираження для *КПЕС* має вигляд:

$$КПЕС_m = 1 - \sum_{i=2}^n \left( \frac{P_i}{H_i} \right)^m, \quad (1)$$

- для параметрів загальних вимог (розчинений кисень, *pH* і ін.) *КПЕС* визначається за формулою:

$$КПЕС_{ЗВ} = \left( \frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n (ПЕС)_i, \quad (2)$$

де  $ПЕС_i$  — показник екологічного стану по *i*-му параметру загальних вимог;  $H_i$ ,  $P_i$  — норма і вимірне значення *i*-го параметра.

Для аналізу доцільно використовувати середні і мінімальні значення *КПЕС*. По ним можна дати оцінку екологічного стану підсистеми:

1. Якщо *КПЕС*<sub>серед</sub> і *КПЕС*<sub>мін</sub> перевищують нуль, то підсистема екологічно стійка.
2. Якщо *КПЕС*<sub>серед</sub> більше нуля, а *КПЕС*<sub>мін</sub> менше нуля, то підсистема в середньому стійка з очеретками нестійкості.
3. Якщо *КПЕС*<sub>серед</sub> і *КПЕС*<sub>мін</sub> менше нуля, то підсистема в цілому нестійка.

Жодна з екосистем не є стійкою до антропогенного впливу.

Для оцінки якості поверхневих вод в Україні використовують методику по індексу забруднення води (*ІЗВ*), рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету [5; 6].

Розрахунок індексу забруднення вод (*ІЗВ*) проводиться за обмеженим числом інгредієнтів. Визначається середнє арифметичне значення результатів хімічних аналізів по кожному з таких показників: азот амонійний, азот нітритний, нафтопродукти, феноли, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню (*БСК<sub>5</sub>*). Знайдене середнє арифметичне значення кожного з показників порівнюється з їх *ГДК*. При цьому у випадку розчиненого кисню величина *ГДК* ділиться на знайдене середнє значення концентрації кисню, тоді як для інших показників це робиться навпаки.

*ІЗВ* розраховується за формулою:

$$ІЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ГДК_i}, \quad (3)$$

де  $C_i$  — середня концентрація одного із шести показників якості води;  $ГДК_i$  — гранично допустима концентрація кожного з шести показників якості води.

Таблиця 1.

Результати розрахунків середніх та мінімальних значень  $KПЕС_{заг.вим.}$  і  $KПЕС_m$  Керченського регіону

Створи	$KПЕС_m$		$KПЕС_{заг.вим.}$		Характеристика
	сер. знач.	мін. знач.	сер. знач.	мін. знач.	
1. Азовське море, скид возв. вод з о/с Керченского ПУВКХ	-0,31	-1,05	0,11	0,09	Нестійка
2. Центр Керченської протоки	-2,99	-25,08	0,13	0,11	Нестійка
3. Чорне море, центр Камиш-Бурунської бухти	-2,40	-15,18	0,12	0,09	Нестійка
4. Камиш-Бурунська бухта, випуск р.к. «Жемчужна моря»	-1,62	-11,13	0,12	0,11	Нестійка
5. Камиш-Бурунська бухта, порт Камиш-Бурун	-2,09	-13,15	0,11	0,10	Нестійка
6. Чорне море, район рейдових перегрузок НПП	-4,36	-35,08	0,12	0,11	Нестійка

Значення  $IЗВ$ , розраховані по даним досліджуваних постів, наведені в табл. 2. З таблиці видно, що на всіх постах на протязі усього відрізка часу вода відповідає переважно I та II класам якості (дуже чиста і чиста вода відповідно).

Для наочності був побудовано графік ходу  $IЗВ$  за 2000-2010 роки (рис. 1). На графіку чітко простежується різке збільшення  $IЗВ$  у 2007 році. Це пов'язано із штормом у 6 балів, який відбувся 11 листопаду 2007 р. і став причиною аварій чотирьох судів (танкер класу ріка-море «Волга-Нафта-139», на борту якого перебувало близько 5 т мазуту, суховантаж «Вольногорськ» з 2,6 т сірки, суховантаж «Нахічевань» з 2 тис. т сірки, суховантаж «Ковель», завантажений сіркою), ще шість сіли на міліну, отримали пошкодження два танкери. З танкера в море вилилося близько 2 тис. т мазуту, на затонулих сухогрузах знаходилося близько 7 тис. т сірки.

Таблиця 2.

## Результати розрахунку ІЗВ Керченського регіону

Роки	Показники	Створи					
		Аз.м. ПУВКХ	Центр. Керч. Пр.	Ч.М. центр К-Б.	К-Б. р.к. ЖМ	Порт К-Б.	Район пер. НП
2000	ІЗВ	0,34	0,2	0,36	0,21	0,21	0,36
	Клас якості	II	I	II	I	I	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Дуже чиста	Дуже чиста	Чиста
2001	ІЗВ	0,37	0,19	0,46	0,2	0,2	0,4
	Клас якості	II	I	II	I	I	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Дуже чиста	Дуже чиста	Чиста
2002	ІЗВ	0,36	0,2	0,4	0,2	0,2	0,39
	Клас якості	II	I	II	I	I	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Дуже чиста	Дуже чиста	Чиста
2003	ІЗВ	0,36	0,21	0,48	0,41	0,49	0,47
	Клас якості	II	I	II	II	II	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста
2004	ІЗВ	0,35	0,18	0,5	0,23	0,22	0,4
	Клас якості	II	I	II	I	I	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Дуже чиста	Дуже чиста	Чиста
2005	ІЗВ	0,37	0,19	0,44	0,45	0,46	0,47
	Клас якості	II	I	II	II	II	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста
2006	ІЗВ	0,38	0,19	0,38	0,21	0,23	0,46
	Клас якості	II	I	II	I	I	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Дуже чиста	Дуже чиста	Чиста
2007	ІЗВ	0,52	0,16	2,89	0,2	0,22	6,19
	Клас якості	II	I	IV	I	I	VI
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Забруд- нена	Дуже чиста	Дуже чиста	Дуже брудна
2008	ІЗВ	0,52	0,22	1,46	0,21	0,24	1,83
	Клас якості	II	I	III	I	I	III
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Пом. забр.	Дуже чиста	Дуже чиста	Пом. забр.
2009	ІЗВ	0,37	0,32	0,41	0,47	0,5	0,44
	Клас якості	II	II	II	II	II	II
	Характеристика	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста
2010	ІЗВ	0,48	0,29	0,42	0,44	0,56	0,38
	Клас якості	II	I	II	II	II	II
	Характеристика	Чиста	Дуже чиста	Чиста	Чиста	Чиста	Чиста

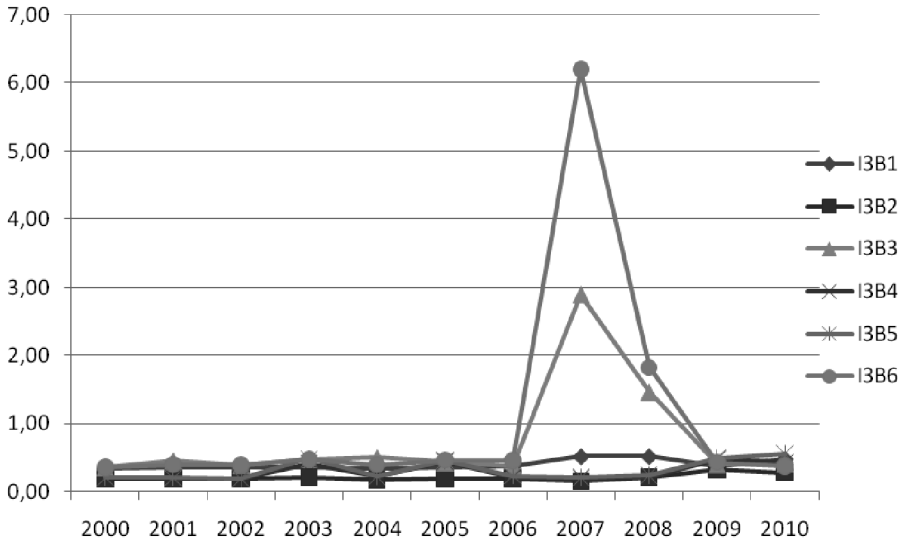


Рис. 1. Графік ходу ІЗВ Керченського регіону по 6 постах

Для поліпшення якості морських вод досліджуваних регіонів необхідно регламентувати скид неочищених та недостатньо очищених стічних вод, а також удосконалити систему контролю при транспортуванні нафтопродуктів та інших грузів.

### *Література*

1. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 553 с.
2. Руководство по методам химического анализа морских вод. / Под ред. С. Г. Орадовского. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — С. 118-131.
3. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. — К: Ніка-Центр, 2001. — 262 с.
4. Фомин Г. М. Крым: настоящее и будущее. — Симферополь: Таврия, 1995. — 452 с.
5. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» / Чугай А. В., Юрасов С. М., Чернякова О. І., Грабко Н. В. — Одеса: ОДЕКУ, 2006. — 139 с.
6. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. та ін.. — К.: Символ-Т, 1998. — 28 с.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ УЧЕТА РАСХОДА ВОДЫ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

1. Косвенные методы учета расхода воды.

1.1. Известно, что между расходом электроэнергии и объемом перекачанной воды, существует прямая зависимость, выраженная формулой [1; 2]:

$$A = \frac{W \cdot H}{367\eta} \quad \text{кВт}\cdot\text{ч}, \quad (1)$$

где  $W$  — объем перекачанной воды, м<sup>3</sup>;  $H$  — высота подъема воды (манометрический напор), м;  $\eta$  — коэффициент полезного действия насосного агрегата, доли числа, КПД.

Из формулы (1) расход электроэнергии на 1000 м<sup>3</sup> перекачанной воды на высоту  $H$  при известном КПД и  $\eta$  будет определяться формулой:

$$A_{y\partial} = \frac{272H}{\eta} \quad \text{кВт}\cdot\text{ч}/1000 \text{ м}^3, \quad (2)$$

где  $A_{y\partial}$  — удельный расход электроэнергии.

Рабочая формула имеет вид:

$$W = \frac{A}{A_{y\partial}} \quad \text{м}^3 \quad (3)$$

Пример 1 расчета объема перекачанной воды по расходу электроэнергии:

При  $A = 219\,600$  кВт/ч,  $A_{y\partial} = 252$  кВт·ч/м<sup>3</sup>,

$$W_1 = \frac{219600}{0,252} = 871000 \text{ м}^3$$

УкрНИИГиМе предлагает свой способ определения количества поданной воды по расходу электроэнергии на ее перекачку. В его основу положена зависимость мощности потребляемой насосными агрегатами от подачи насоса.

$$P = P_m - \alpha \cdot (Q_m - Q) \quad (4)$$

где  $P$  — мощность, потребляемая насосным агрегатом, кВт;  $Q_m$  — максимальная подача насоса, м<sup>3</sup>/ч;  $P_m$  — мощность, потребляемая электродвигателем при максимальной подаче насоса, кВт;  $Q$  — подача насоса, м<sup>3</sup>/ч;  $\alpha$  — тангенс угла (коэффициент наклона) мощностей насосного агрегата, кВт·ч/м<sup>3</sup>.



Количество поданной воды насосной станцией с однотипными насосами вычисляется по формуле:

$$W_2 = \left[ E_1 - E_{СП} - \sum_{n=1}^N (Pm - Qm \cdot \alpha) \cdot t_n \right] : \alpha \quad (4)^*$$

Где  $E_1$  — расход электроэнергии за период работы насосной станции, определяемый по счетчику суммарного расхода электроэнергии, кВт·ч;  $E_{СП}$  — расход электроэнергии на собственные нужды насосной станции (кВт·ч), определяемый по счетчику собственных нужд, включенному после счетчика суммарного расхода электроэнергии;  $t_n$  — время работы  $n$ -го насосного агрегата, час;  $N$  — количество насосов.  
\* Погрешность расчета объемов поданной воды в пределах,  $\pm 10 \%$ .

Источниками погрешности расчета являются:

- отклонение параметров мощностных характеристик насосных агрегатов от значений принятых в расчете;
- ошибки в учете времени работы насосных агрегатов.

Пример 2 расчета объема водоподачи по методике УкрНИИГиМе:

При  $E_1 = 219\,600$  кВт·ч;  $E_{СП} = 0$ ;  $Pm = 262$  кВт;  $Q = 720$  м<sup>3</sup>/ч;  $\alpha = 0,252$  кВт·ч/м<sup>3</sup>;  $t_n = 1115,9$  ч

$$W_2 = \frac{219600 - 0 - (262 - 720 \cdot 0,252) \cdot 1115,9}{0,252} = 513000 \text{ м}^3$$

Сравнивая формулы расчета объемов водоподачи (1) и (4) получим следующее:

$$\Delta W_1 - W_2 = \frac{A}{A_{уд}} - \left[ E_1 - E_{СП} - \sum_{n=1}^N (Pm - Qm \cdot \alpha) t_n \right] : \alpha \quad (5)$$

Полагая, что  $A = E$ ;  $A_{уд} = \alpha$ ;  $E_{СП} = 0$ , получим:

$$\Delta W = \frac{\sum_{n=1}^N (Pm - Qm \cdot A_{уд})}{A_{уд}} \cdot t_n \quad (6)$$

Рассчитаем  $\Delta W$  по данным примера 2:

$$\Delta W = \frac{(262 - 720 \cdot 0,252)}{0,252} \cdot 1115,9 = 358000 \text{ м}^3$$

Наши расчеты показали, что в результате неучтенных параметров  $Pm$ ,  $Qm$  и  $t_n$ , формула (3) завышает объем перекачанной воды на 358 000 м<sup>3</sup> по сравнению с формулой (4)\*.

При дальнейшем применении метода оценки объема перекачанной воды по затраченной электроэнергии, необходимо использовать формулу (4)\*, предложенную УкрНИИГиМе. Эта формула позволяет снизить погрешность расчетов до  $\pm 2,7\%$  при условии использования, в качестве исходных данных, усредненных параметров мощностных характеристик насосов, а также точного учета времени наработки насосов.

Недостатком метода косвенного определения объемов перекачанной воды является:

- высокий уровень погрешности (от 3 до 40 %);
- низкая оперативность контроля объемов перекачанной воды и водного баланса на сетях (объективная и субъективная причины);
- зависимость точности расчетов объемов перекачанной воды от добросовестности исполнителей (субъективная причина);
- зависимость от технического состояния электросилового оборудования насосной станции (объективная причина).

2. Ультразвуковой метод определения объемов перекачанной воды.

2.1. Для эффективного и экономного расходования оросительной воды на гидромелиоративных системах Украины, разработан и внедрен комплекс новых средств измерения объемов перекачанной воды.

Широкое применение получили ультразвуковые расходомеры. Они позволяют измерять мгновенные и суммарные расходы воды. Принцип действия приборов (УЗР-В, РУМ-1, РАСХОД 7, ДРК-1, ДРК-2, ДРК-1М и др.) основан на измерении скорости распространения ультразвукового сигнала в движущейся среде в зависимости от значения скорости этой среды [3; 4]. Структурная схема УЗР-В показана на рис. 1.

Ультразвуковой расходомер (УЗР-В) со счетчиком «АКУСТРОН» является частотно-импульсным расходомером с одновременной работой двух синхроколец в одном электроакустическом канале [7; 8]. С двух сторон трубопровода диаметром  $D_1$ , по которому перекачивается вода со скоростью  $V$ , установлены под углом  $\alpha$  к оси трубопровода пьезоэлектрические преобразователи ПП1, ПП2 (поз. 1, 2, рис. 1). Импульс с выхода формирователя запускающих импульсов  $Z$  поступает на ПП1, который излучает короткий ультразвуковой сигнал. Этот сигнал проходит через измеряемый объем воды и принимается ПП2 через время  $T_1$ . Принятый ПП2 ультразвуковой

вой сигнал после усиления (поз. 4) поступает на формирователь запускающих импульсов (поз. 3), который вновь формирует импульс поступающий на ПП1, и процесс прохождения сигнала повторяется. Образуется автоциркуляция импульсов в первом синхрокольце с частотой:

$$F1 = \frac{1}{T1} \quad (\text{Гц}) \quad (7)$$

Аналогично работает второе синхрокольцо. Время прохождения ультразвукового сигнала в потоке измеряемой воды,  $T2$ .

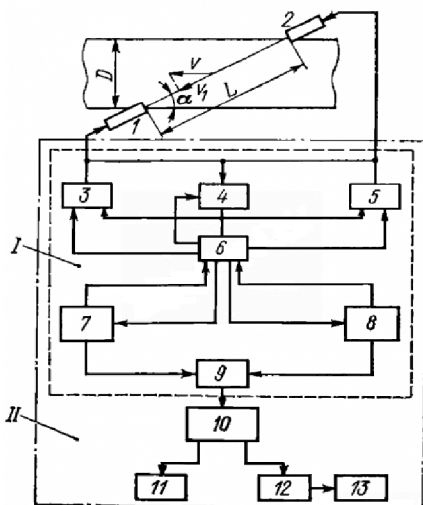


Рис. 1. Схема ультразвукового расходомера воды УЗР-В

Далее, принятый ПП1 ультразвуковой сигнал усиливается и поступает на формирователь запускающих импульсов (поз. 5), который вновь формирует импульс, поступающий на ПП2 и процесс прохождения сигнала повторяется. Образуется автоциркуляция импульсов с частотой:

$$F2 = \frac{1}{T2} \quad (\text{Гц}) \quad (8)$$

Оба синхрокольца одновременно работают в одном электроакустическом канале. Работой синхрокольцев управляет устройство управления, обеспечивающее необходимую их синхронизацию (поз. 6). С помощью системы автоподстройки обеспечивается привязка час-

тот генераторов Г1 и Г2 (поз. 7 и 8) с частотами синхроколец по формулам:

$$f1 = n \cdot F1, \quad f2 = n \cdot F2 \quad (9)$$

где  $f1$  и  $f2$  частоты генераторов Г1 и Г2, Гц;  $n$  — коэффициент преобразования.

Последовательность импульсов с генераторов Г1 и Г2 поступает на смеситель (поз. 9), который выделяет разностную частоту:

$$\Delta F = k \cdot (F2 - F1) \quad (10)$$

При угле  $\alpha = 45$  град. и  $k = 100$  из формулы (10) можно получить выражение для определения разностной частоты:

$$\Delta F = 100 \cdot \frac{V}{D} \quad (11)$$

Таким образом, разностная частота линейно зависит от скорости потока воды  $V$  в трубопроводе и не зависит от скорости ультразвука в измеряемом потоке воды, а значит, не зависит от изменения ее физических свойств.

Последовательность импульсов  $\Delta F$  поступает в аналоговый преобразователь (поз. 12), с которого уже аналоговый сигнал поступает на интегратор (поз. 11), проградуированный в единицах скорости потока воды или ее расхода. Можно контролировать эти параметры.

Так как частота импульсного сигнала прямо пропорциональна расходу воды, то количество импульсов также пропорционально объему воды, прошедшей по трубопроводу за это время.

Подавая сигнал с масштабного преобразователя (поз. 10) на счетчик импульсов (поз. 11), проградуированный в единицах объема, можно контролировать объем воды прошедшей по трубопроводу за время работы расходомера со счетчиком.

Масштабный преобразователь обеспечивает требуемый предел измерения расходомера со счетчиком.

2.2. Расчетная формула для определения расхода воды при использовании импульсного сигнала:

$$W_{ИМП} = k1 \cdot F \quad (12)$$

где  $W_{ИМП}$  расход воды, м<sup>3</sup>/с;  $k1$  — коэффициент преобразования, м<sup>3</sup>;  $F$  — частота выходного сигнала расходомера, Гц.

Коэффициент преобразования определяется по формуле:

$$k_1 = \frac{S \cdot L_0 \cdot (L_0 + 2 \cdot C \cdot t)}{200 \cdot m \cdot L_p \cdot \cos \alpha} \quad (13)$$

где  $S$  — площадь поперечного сечения трубы, в которой расположены ПП, м<sup>2</sup>;  $L_p$  — длина активной части акустического канала, м:

$$L_p = \frac{2 \cdot D}{D_1 \cdot \sin \alpha} \sqrt{(\chi - n)(D_1 - \chi + n)} \quad (14)$$

где  $\chi$  — смещение оси акустического канала относительно наружной стенки трубы;  $n$  — толщина стенки трубы;  $D$  — среднее значение диаметра трубы определенное по направлению параллельному плоскости установки ПП;  $D_1$  — среднее значение диаметра трубы, определенное по направлению перпендикулярному  $D$ ;  $m$  — гидродинамический коэффициент.

Площадь поперечного сечения трубы определяется по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot (D + D_1)^2}{16} \quad (15)$$

2.3. Расчетная формула для определения расхода воды при использовании аналогового выходного сигнала:

$$W_{АН} = k \cdot k_1 \cdot A ; \quad m^3 / c = (\Gamma_{ц} / A) \cdot m^3 \cdot A \quad (16)$$

где  $k$  — коэффициент преобразования «частота-ток», Гц/А;  $A$  — значение сигнала на аналоговом выходе, А.

2.4. Расходомер УЗР-В со счетчиком, в зависимости от диаметра трубы, может иметь следующие пределы измерения:

Таблица 1.

Тип	Диаметр	Верхние пределы измерения, м <sup>3</sup> / с							
УЗРВ 0,4	400 мм	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00
УЗРВ 0,6	600 мм	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50
УЗРВ 0,8	800 мм	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
УЗРВ 1,0	1000 мм	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	10,00

Из 8-ми диапазонов можно выбрать необходимый диапазон. Нижний предел измерения равен нулю.

2.5. Погрешности измерения в режиме расхода не превышают:

- по импульсному выходу, 0,5 %;
- по аналоговому выходу, 0-5 мА, 1,0 %.
- в режиме измерения объема воды, 0,3 %.

### 3. Пример работы расходомерной сети УЗР-В.

Установка УЗР-В на оросительной сети:

На главной насосной станции (ГНС) на каждой нитке трубопровода устанавливается по одному УЗР-В для учета суммарной подачи воды в магистральный канал (МК), в точки водовыдела (НСП) и ветви (n-МК) магистрального канала.

$$W_{ГНС} = W_{МК} + W_{1-МК} + W_{2-МК} + W_{3-МК} + \dots + W_{n-МК} + \dots + W_{НСП1} + W_{НСП2} + \dots + W_{НСПn} \quad (17)$$

Установленные на НСП расходомеры УЗР-В обеспечивают учет воды поданной в хозяйства. На ветвях МК ведется суммарный водоучет. С помощью установленных на оросительной сети УЗР-В контролируются расход и объем поданной воды.

### 4. Уравнение водного баланса оросительной сети по данным УЗР-В.

$$W_{ГНС} = W_1 + W_2 + \dots + W_n + W_{n-МК} + W_{И} + W_{Ф} + W_{СВ} + W_{ЗС} \quad (18)$$

где  $W_{ГНС}$  — объем воды забранный ГНС;  $W_1 \dots W_n$  — объемы воды, поданные НСП1 ... НСПn в хозяйства;  $W_{ЗС}$  — объем воды, поданный для заполнения системы;  $W_{n-МК}$  — объем воды поданный у ветви МК;  $W_{И}$ ,  $W_{Ф}$ , и  $W_{СВ}$  — объемы воды уходящие на испарение, фильтрацию и аварийные (технологические) сбросы.

Значения  $W$  оперативно поступают по каналам связи в управления оросительных систем для обработки, анализа и принятия решений по регулированию водоподдачи в системе и по ее участкам.

#### **Выводы**

1. Метод определения объемов перекачанной воды по показаниям счетчиков затраченной электроэнергии допускает высокий уровень погрешностей, до 40 % и зависит от субъективных ошибок технического персонала НСП, и его низкой оперативности при контроле объемов использованной воды [3].
2. Метод, предложенный УкрНИИГиМе позволяет снизить погрешности [6] водоучета до 3 %, но также зависит от субъективных ошибок персонала сети, от технического состояния насосных агрегатов и электросилового оборудования.
3. Применение в оросительных сетях ультразвуковых расходомеров снижает уровень погрешностей до 1,0 %, а также исключает

влияние ошибок технического персонала насосных станций на результаты учета объемов использованной воды [7-9].

4. При расчете водного баланса оросительной сети необходимы точные данные по объемам воды, уходящей на испарение и фильтрацию, о потерях на аварийных водосбросах и пр. Для этого необходимо применять такие средства водоучета, данные которых сопоставимы [5; 7].

#### *Литература*

1. Базисные нормы расхода электрической энергии на перекачку воды насосными станциями мелиоративных систем. — М., 1981.
2. Учет воды на закрытых оросительных системах. — К., 1985.
3. Средства измерения расхода и количества воды на мелиоративных системах. — К., 1992.
4. Средства водоучета и водораспределения. ЦЕНТИ Минводстроя. — М., 1989.
5. Методи і засоби обліку води на відкритих каналах зрошувальних систем. Урожай. — К., 1971.
6. Рекомендации по применению водомерных устройств на мелиоративных системах. — К., 1978.
7. Расходомер ультразвуковой со счетчиком АКУСТРОН. Модель УЗР-В. Техническое описание. — 1994.
8. Методические указания. Расходомеры ультразвуковые со счетчиком АКУСТРОН. Модель УЗР-В. Методика поверки. — 1994.
9. Расходомер ультразвуковой со счетчиком АКУСТРОН. Модель УЗР-В. Паспорт. — 1994.

*О. В. Кобилянська,  
В. Г. Ільїна*

### **ОПТИМІЗАЦІЯ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ**

У зв'язку із зміною клімату виникає потреба в оптимізації умов посівних площ, які зайняті під сільськогосподарські рослини, а також необхідність у застосуванні режиму зрошення. Вода, яка використовується для зрошення не завжди відповідає вимогам, що в свою чергу викликає засолення та осолонцювання ґрунту. Ця проблема є дуже актуальною для умов Одеської області.

Засолення ґрунту, як відомо, уявляє собою збільшення утримання у ньому легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфідів

фатів). Якщо процес засолення обумовлений засоленістю ґрунтоутворюючих порід, приносом солей ґрунтовими та поверхневими водами, тоді засолення називають первинним або вторинним. Процес осолонцювання уявляє собою утворення солодій з солонців шляхом деградації останніх в результаті заміщення обмінного  $\text{Na}^+$  на  $\text{H}^+$ . Воно обумовлено натрієво-кальцієвим потенціалом зрошувальної води. Процес засолення ґрунту обумовлений кількістю мінеральних солей, які знаходяться у зрошувальній воді, тобто значенням її мінералізації [1].

Вплив осолонцювання ґрунту на формування врожаю сільськогосподарських культур враховується за допомогою функцій впливу рівню натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст рослинної маси (1):

$$K_{\text{Na-Ca}}^j = 1 - (0,31P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)} - 0,4) \mu^j \text{TSL}^j n^j \quad (1)$$

де  $K_{\text{Na-Ca}}^j$  — функція впливу натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст сухої біомаси цілої рослини;  $P_{\text{Na-Ca}}^{\text{почв}(j)}$  — натрієво-кальцієвий потенціал ґрунту;  $\mu$  — потенціальна інтенсивність росту рослин.

Зниження продуктивності рослин під впливом засолювання ґрунту розраховується за допомогою функції впливу міри засолювання ґрунту на приріст біомаси рослин (2):

$$K_S^j = 1 - q_S (S_{\text{почв}}^j - S_{\text{почв}}^{\text{кр}}) \mu^j \text{TSL}^j n^j \quad (2)$$

де  $K_S^j$  — функція впливу утримання солей у ґрунті на приріст біомаси рослин;  $q_S$  — зниження приросту біомаси на одиничний приріст засолення;  $S_{\text{почв}}^j$  — вміст солей у водній витяжці ґрунту, г/л;  $S_{\text{почв}}^{\text{кр}}$  — критичний рівень засолення,  $\text{гл}^{-1}$ .

Приймається, що формування фонду вільного азоту на кожному часовому кроці йде за рахунок поглинання азоту з ґрунту, продуктів розпаду тканин і витрат на відновлення життєдіяльних структур тканин (3):

$$\frac{dN_{lab}}{dt} = N_{abs} + N_{hyd} - N_{sen}, \quad (3)$$

де  $N_{lab}$  — фонд вільного азоту;  $N_{abs}$  — кількість поглиненого з ґрунту азоту;  $N_{hydr}$  — кількість азоту, що утвориться при розпаді білка;  $N_{sen}$  — витрати на відновлення білка [1].



Процес поглинання азоту рослиною з ґрунту йде активним шляхом і пасивним — виносом азоту з транспіраційною течією (4):

$$\frac{dN_{abs}}{dt} = \frac{N_{abs}^{max} \bar{N}_{s.r.} m_r^n}{K_{abs}^N + \bar{N}_{s.r.}} K_{abs}^N (T_s) + T \bar{N}_{s.w.}, \quad (4)$$

де  $N_{abs}^{max}$  — максимальна швидкість поглинання азоту коренем;  $\bar{N}_{s.r.}, \bar{N}_{s.w.}$  — концентрація азоту відповідно на поверхні коріння і в ґрунтовому розчині;  $K_{abs}^N$  — константа Міхаеліса-Ментен;  $K_{abs}^N (T_s)$  — функція впливу температури ґрунту на швидкість поглинання азоту коренем.

Приймається, що швидкість відновлення білка кожного органа рослини пропорційна вмісту азоту в тканинах цього органа (5):

$$\frac{dN_{isen}}{dt} = \alpha_{sen} N_i, \quad (5)$$

де  $\alpha_{sen}$  — відносна швидкість відновлення білка;  $N_i$  — вміст азоту в тканинах.

Багаторічне зрошування сільськогосподарських угідь водою з підвищеною концентрацією радіонуклідів приводить до накопичення їх в ґрунтах, і в цих умовах разом з некореневим надходженням радіонуклідів в сільськогосподарські рослини все більше значення набуватиме кореневого шляху засвоєння. При цьому основні закономірності кореневого засвоєння радіонуклідів рослинами на зрошуваних угіддях практично не відрізняються від таких для богарного землеробства, з тією лише різницею, що на процеси метаболізму речовин в рослинах робитиме вплив вода [1].

В умовах Одеської області можливо отримання високих та стійких урожаїв більшості сільськогосподарських культур (овочевих та багаторічних трав), тільки при умові використання режиму зрошення. Динаміка накопичення радіонуклідів в зрошуваних ґрунтах визначається як результат складання двох процесів: надходження радіонуклідів з водою на ґрунт і процесу, пов'язаного з втратами [2]. У табл. 1 наведені основні показники режиму зрошення районів Одеської області. З таблиці видно, що найбільші зрошувальні території відносяться до овочевих культур, картоплі та рису, найменші зайняті під кукурудзу на зерно та зернові культури. Крім того, у таблиці представлені значення кратності поливів, що дає можливість розробляти режим зрошення. Найбільша кількість

поливів припадає на овочеві та бахчові культури, а також рисові чеки. Для озимих культур важливими є поливи у перші періоди розвитку рослин, коли відбувається найбільша інтенсивність росту біологічної маси.

Таблиця 1.  
Показники режиму зрошення районів Одеської області

Райони	Поливо		Крат. поливу, разів	Поливна норма (нето) м <sup>3</sup> /га	Відсоток поливу від прогн. площі
	фіз. площі, га	га/поливи, га			
Болградський	<u>81</u>	<u>518</u>	<u>6,4</u>	<u>352</u>	<u>75</u>
	15	20	1,3	340	75
Ізмаїльський	<u>103</u>	<u>502</u>	<u>4,9</u>	<u>273</u>	<u>100</u>
	0	0	0,0	0	0
Кілійський	<u>309</u>	<u>1268</u>	<u>4,1</u>	<u>504</u>	<u>100</u>
	422	422	1,0	1000	84
Татарбунарський	<u>711</u>	<u>4853</u>	<u>6,8</u>	<u>393</u>	<u>102</u>
	175	245	1,4	538	100
Білгород- Дністровський	<u>88</u>	<u>1399</u>	<u>15,9</u>	<u>331</u>	<u>100</u>
	76	93	1,2	241	76
Овідіопольський	<u>2295</u>	<u>10213</u>	<u>4,5</u>	<u>377</u>	<u>63</u>
	483	483	1,0	400	100
Дністровський	<u>4006</u>	<u>7799</u>	<u>1,9</u>	<u>440</u>	<u>100</u>
	0	0	0,0	0	0

Примітка: чисельник — овочі; знаменник — багаторічні трави.

Найбільша площа зрошення спостерігається в Овідіопольському та Дністровському районах, де спостерігається найбільші площі вирощування овочевих культур. В інших районах області займаються вирощуванням зернових та технічних культур.

У табл. 2 наведені основні показники режиму зрошення в цілому для Одеської області. З таблиці видно, що у валовому відношенні найбільші площі зрошення спостерігається на овочевих культурах та рисових чеках.

При цьому найбільша поливна норма також спостерігається для рисових чеків. У табл. 3 наведена порівняльна характеристика способів зрошення.

Найбільш розповсюдженим методом зрошення є дощування. Цей метод найменш матеріало- та капіталоемний, але коефіцієнт ефективності при цьому складає 30-40 %. Поверхневий спосіб можливо застосувати для рослин, які мають незначну площу листової поверхні. Найбільш ефективним є крапельне зрошення, але він є найбільш матеріалоемним.

Таблиця 2.

## Показники режиму зрошення в Одеській області

Назва культур та угідь	Поливо		Крат. поливу, разів	Поливна норма (нето) м <sup>3</sup> /га	Відсоток поливу від прогн. площі
	фіз. площі га	га/поливи, га			
Всього с/г угідь	22448	60702	2,7	1292	83
Зернові, всього	10868	20291	1,9	3118	79
- озимі культури	4983	4983	1,0	435	99
- кукурудза на зерно	1465	3607	2,5	434	92
- рис	3641	10881	3,0	5440	100
Овочі	7738	33835	4,4	369	85
- картопля	7619	26553	3,5	399	153
Кормові культури	1334	1421	1,1	602	84
з них: багаторічні трави	1176	1263	1,1	628	92
Технічні, всього	1193	2620	2,2	380	88

Таблиця 3.

## Порівняльна характеристика способів зрошення

Показники способів поливу	Одиниці виміру	Кількість
Дощуванням	га	21584
Поверхневим способом	га	12551
Краплинним зрошенням	га	4408

Іонний склад, *pH* води і зміст суспензій впливатимуть на рухливість радіонуклідів в системі «вода-рослина» унаслідок утворення різних по рухливості хімічних сполук радіонуклідів. Гідрохімічний клас природної поливної води і її мінералізація роблять такий же вплив на надходження радіонуклідів в рослини, як і поливши водою з внесеними до неї солями [2].

При цьому, як первинна сорбція <sup>89</sup>Sr (питома активність рослин відразу після висихання рослин), так і його накопичення в урожаї було в 2-5 разів меншим при поливі водою сульфатно-натрієвого класу в порівнянні з поливом водою інших класів (табл. 4).

Цей ефект зв'язаний, в першу чергу, з утворенням сульфату стронцію — слаборозчинного, а значить, і біологічно менш рухомого з'єднання, в порівнянні з його гідрокарбонатом. Подібні закономірності забруднення рослин відмічені і для <sup>137</sup>Cs [2].

Підвищення мінералізації поливної води також призводить до двократного зниження надходження <sup>89</sup>Sr в озиму пшеницю як відразу після поливу, так і в період збирання врожаю, що також пов'я-

зане із збільшенням кількості іонів, що конкурують в процесах сорбції. При поливі сільськогосподарських культур дощуванням водою різного гідрохімічного складу і різного ступеня мінералізації забруднення урожаю  $^{137}\text{Cs}$  розрізнялося від 2-х до 5-ти разів.

Таблиця 4.

Вплив гідрохімічного класу зрошувальної води на накопичення  $^{89}\text{Sr}$  в урожаї озимої пшениці при зрошуванні дощуванням у фазу цвітіння нормою 500 м<sup>3</sup>/га

Гідрохімічний клас зрошувальної води	Мінералізація, мг/л	Концентрація $^{89}\text{Sr}$ , відносна одиниця	
		вегетативна маса після поливу	зерно
Гідрокарбонатно-натрієвий	490	330	3,0
Гідрокарбонатно-кальцієвий	300	180	4,5
Хлоридно-натрієвий	880	190	5,5
Сульфатно-натрієвий	780	70	1,0

Інтенсивність втрат  $^{89}\text{Sr}$  з рослин в результаті змивання атмосферними опадами коливається. Після поливу рослин дощуванням водою різних гідрохімічних класів з рослин змивається різну кількість радіонуклідів [3].

Збільшення мінералізації поливної води знижує перехід  $^{89}\text{Sr}$  в рослини. Відмінності в накопиченні цього радіонукліду істотно більше у випадках, коли зрошення проводиться ультрапресною і слабосоленою водою (150 і 780-2900 мг/л), ніж при зрошенні слабосоленою і солонуватою водою (табл. 5).

Таблиця 5.

Вплив мінералізації поливної води на накопичення  $^{89}\text{Sr}$  кукурудзи при зрошенні дощуванням, кБк/кг повітряно-сухої маси

Гідрохімічний клас води	Мінералізація, мг/л	Наземна маса відразу після поливу	У період зборки врожаю	
			наземна маса	кукурудза
Сульфатно-натрієвий	150	326	13,0	11,50
	780	41	17,0	0,70
	2900	52	13,0	0,60
Хлоридно-натрієвий	880	141	78	4,1
	1260	122	51	2,6
	3000	100	74	2,6

Накопичення  $^{134}\text{Cs}$  кукурудзи так само, як і  $^{89}\text{Sr}$ , залежить від хімічного складу води і ступеня її мінералізації. Отримані в результаті дослідження результати підтверджені в табл. 5

В подальшому будуть проведені дослідження, які дозволять встановити вплив технології вирощування сільськогосподарських культур (а саме, внесення мінеральних, органічних добрив, а також пестицидів на накопичення радіонуклідів і важких металів у сільськогосподарських рослинах, яку вирощуються в умовах Одеської області).

### *Література*

1. Бихеле З. Н., Молдау Х. А., Росс Ю. К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 223 с.
2. Маликов В. Г., Перепелятников Г. П., Алексахин Р. Т. О связи гидрохимических классов природной оросительной воды с накоплением  $^{89}\text{Sr}$  в урожае озимой пшеницы при орошении дождеванием / Докл. ВАСХНИЛ, 1981. — № 7. — С. 25-26.
3. Харченко С. И. Гидрология орошаемых земель. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. — 223 с.

*В. Г. Ільїна*

### **ОЦІНКА СКЛАДУ БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ В АГРОЕКОСИСТЕМАХ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Біогенні елементи поступають у гідрографічну мережу від точкових та площадних джерел, розташованих у приброчних зонах (до 500 м), улоговин, лощин та балок або у водоохоронних зонах рік [1].

Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь (площадні джерела) проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які зв'язують кількість речовин, що виносяться з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур.

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт, метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.)

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою  $i$ -тою сільськогосподарською культурою ( $R_i$ ), визначають за формулою (1):

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_P k_i y_i + \alpha_K k_i y_i \quad (1)$$

де  $\alpha_N, \alpha_P, \alpha_K$  — відповідно коефіцієнти виносу азоту, фосфору та калію для різних ґрунтових умов та сільськогосподарських культур;  $k_i$  — винос біогенів з ґрунту з урожаєм, кг/т (табл. 2);  $y_i$  — фактична врожайність сільськогосподарської культури т/га (табл. 1).

Для визначення питомого виносу біогенних речовин спочатку слід встановити урожайність деяких сільськогосподарських культур ц з 1 га [1].

Таблиця 1.

Урожайність основних видів продукції рослинництва

Види культур	Урожайність, ц/га
Пшениця	36,8
Ячмінь	31,1
Зернові та зернобобові культури	38,5
Кукурудза на зерно	63,5
Цукрові буряки	302,4
Ріпак	20,0
Соя	16,2
Картопля	149,0
Овочі	204,0

Відповідно загальний винос біогенних речовин з водоохоронної зони річки або іншого водного об'єкту визначають за формулою:

$$\sum W_{пл} = \sum_{i=1}^n R_i S_i \quad (2)$$

де  $\sum W_{пл}$  — загальний виніс біогенів з площі водоохоронної зони, кг/рік;  $R_i$  — питомий виніс біогенів з площі, зайнятої сільськогосподарською культурою;  $n$  — кількість сільськогосподарських культур на площі водоохоронної зони;  $S_i$  — площа, яка зайнята сільськогосподарською культурою, га.

При розрахунках використовують значення врожайності культури за прогнозом. Площу, зайняту культурою, визначають за фактичними даними господарства про структуру посівів у водоохоронній зоні річки [1].

Таблиця 2.

Винос біогенів з ґрунту  
з врожаєм сільськогосподарських культур, кг/т

Культура	Ґрунти	$N$	$P_2O_5$	$K_2O$
Озима пшениця	чорноземи звичайні, каштанові	29,0	10,0	27,0
Ярий ячмінь	чорноземи звичайні	30,4	11,4	22,0
Картопля	усі ґрунти	17,6	6,3	19,5

Початкову кількість внесених біогенних елементів визначають за формулою (3):

$$W_{исх} = \sum_{j=1}^m \Phi_{M_j} W_{CP_j} , \quad (3)$$

де  $W_{исх}$  — вихідна кількість внесених у ґрунт біогенів, кг/рік;  
 $m$  — кількість видів добрив;  $\Phi_{M_j}$  — фізична маса  $j$ -го виду добрив, що вносяться, т;  $W_{CP_j}$  — середній вміст біогенних елементів у добриві  $j$ -го виду (табл. 3).

Фізичну масу добрив розраховують за формулою (4):

$$\Phi_{M_j} = \sum_{j=1}^m S_j N_j , \quad (4)$$

де  $S_j$  — площа внесення  $j$ -го добрива, га;  $N_j$  — норма внесення  $j$ -го добрива, т/га.

Підвищенні втрати біогенів можуть спостерігатись при низьких рівнях технологій використання добрив. Використовуючи дані табл. 2, можна визначити долю втрат біогенних елементів та розрахувати їх сумарний винос з ділянки внаслідок порушень технології ( $W_{пот}$ , кг/рік) за формулою [1]:

$$\sum W_{пот} = \sum_{j=1}^m W_{исх_j} q_j , \quad (5)$$

де  $q_j$  — доля втрат біогенних елементів в наслідок порушень технології внесення  $j$ -го добрива;  $W_{исх_j}$  — вихідна кількість внесених біогенних добрив  $j$ -го виду, кг/рік.

Загальна величина виносу біогенів ( $W_{об}$ , кг/рік) буде складати:

$$W_{об} = \sum W_{пл} + \sum W_{пот} , \quad (6)$$

а коефіцієнт втрат

$$\alpha_{пот} = W_{об} / W_{исх} \quad (7)$$

Таблиця 3.

## Середній вміст біогенних речовин в добривах, %

Добрива	Азот	Фосфор	Калій
<b>Органічні</b>			
Гній змішаний	0,57	0,280	0,800
Перегній	0,70	0,800	0,900
Торф верховий	0,90	0,100	0,010
Торф низинний	2,00	0,200	0,150
Пташиний послід	1,70	1,500	0,900
Каналізаційні стічні води	0,01	0,002	0,004
Торфомінеральні аміачні добрива	0,50	0,300	0,400
<b>Мінеральні</b>			
Суперфосфат	9	18	10
Фосфориста мука	11	21	10
Кісна мука	10	23	10
Амофос	11	42	10
Нітрамофоска	16	16	16

Проблема деградації шляхом ерозії ґрунтів у Київській області, як і в цілому в Україні, не тільки не вирішена, але і дещо загострилася і особливо це відчутно в умовах економічної кризи і реформування земельних відносин.

Вміст гумусу — важливий чинник родючості ґрунтів, від нього залежить придатність земель до вирощування культур. В цілому по Київській області відсоток гумусу в середньому однаковий становить 3,05. Однак існують області в яких показник вмісту гумусу значно відрізняється, від середнього значення. До них відносяться Броварський та Макарівський райони, значення показника становить від 1,38 до 1,69 %. Дослідивши вміст гумусу в різних ґрунтах Київської області складена загальна еколого-агрохімічна оцінка. Основними показниками, за якими визначається агрохімічна оцінка ґрунтів, є: вміст в орному шарі ґрунту гумусу, азоту (сполук, які легко гідролізуються), рухомого фосфору, обмінного калію та мікроелементів (марганцю, молібдену, цинку, міді, бору, кобальту), кислотність ґрунту, сума ввібраних основ, щільність ґрунту. В цілому середнє значення по області землі сільськогосподарського призначення становить 55 балів. Однак в двох районах кількість балів значно менша, ніж в інших це Броварський і Макіївський райони. Це свідчить про те, що кількість мінеральних та органічних сполук в ґрунті нижча чим потрібно, аби здобути високий врожай.



У табл. 4 наведено розрахунок фізичної маси добрив. З даних таблиці видно, що для росту і розвитку багаторічних рослин потрібно вносити найбільшу частку органічних добрив, а потім азотних мінеральних, фосфорних, та найменшу частку калійних.

Таблиця 4.

Розрахунок фізичної маси добрив, тис. т

Види рослин	Мінеральні добрива			Органічні добрива
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	
Багаторічні трави	16603	3369	3742	33483

Визначивши фізичну масу добрив, слід визначити початкову кількість біогенних елементів (табл. 5).

Таблиця 5.

Внесення початкової кількості біогенних елементів, кг/рік

Мінеральні добрива			Органічні добрива		
<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
190930	72865	41915	30135	15068	14733

Згідно даних табл. 5, найбільшу частку біогенних елементів потрібно внести мінеральними добривами, їх кількість значно вища, ніж органічних. Визначення вносу біогенних елементів різними сільськогосподарськими культурами наведено в табл. 6. З даних таблиці видно, що найбільше поживних речовин з ґрунту виносить ячмінь, потім картопля, а найменше пшениця.

Таблиця 6.

Питомий вміст біогенів різних сільськогосподарських культур

Культура	Питомий вміст біогенів, кг/га
Пшениця	28,46
Ячмінь	75,19
Картопля	34,27

Визначення загального вносу біогенних речовин з водоохоронної зони наведено в табл. 7.

Таблиця 7.

Загальний вміст біогенних речовин з водоохоронної зони

Культура	Загальний вміст, кг/рік
Пшениця	7484980
Ячмінь	12609363
Картопля	3197391

З ґрунтів водоохоронної зони найбільше біогенів виноситься ячменем, його загальний винос найбільший в порівнянні з іншими культурами [4]. Визначення втрат біогенних елементів за рахунок порушення технології наведено в табл. 8.

Таблиця 8.

Втрати біогенних елементів  
за рахунок порушення технології вирощування

Мінеральні добрива			Органічні добрива		
<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
19093	29146	16766	3013	1506	1473

Найбільше біогенів втрачається з посівних площ саме мінеральних добрив, в порівнянні з органічними. Визначення загальної величини вносу біогенів наведено в табл. 9. З таблиці видно, що найбільшу кількість біогенів з ґрунту за рік виносить ячмінь, потім картопля, та найменшу кількість пшениця.

Таблиця 9.

Загальна величина вносу біогенних елементів, кг/рік

Культура	Мінеральні добрива			Органічні добрива		
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
Пшениця	824870	777644	765264	751511	750004	749971
Ячмінь	1337308	1290082	1277702	1263949	1262443	1262409
Картопля	396111	348885	336505	3227526	321245	321212

У табл. 10 наведені дані про коефіцієнт вносу біогенних елементів у порівнянні з вносимою кількістю з мінеральними та органічними добривами.

Таблиця 10.

Визначення коефіцієнту вносу біогенних елементів, %

Культура	Мінеральні добрива			Органічні добрива		
	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
Пшениця	4,3	10,7	18,3	24,9	49,8	50,9
Ячмінь	7,0	17,7	30,5	41,9	8,4	8,5
Картопля	2,1	4,8	8,0	10,7	21,3	21,8

*Література*

1. Куценко А. М., Писаренко В. Н. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве. — К.: Урожай, 1991. — 387 с.

2. Ефимов В. Н., Донских И. Н., Царенко В. П. Система применения удобрений. — М.: Колос, 2002. — 320 с.
3. Листопадов И. Н., Шапошникова И. М. Плодородие почвы в интенсивном земледелии. — М.: Россельхозиздат, 1984. — 205 с.
4. Писаренко В. Н., Писаренко П. В., Писаренко В. В. Агроэкология. — Полтава, 2008. — 408 с.

*О. Є. Ярмольська*

## **МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЇВ ТОМАТІВ В УКРАЇНІ**

Овочівництво є однією з важливих галузей сільського господарства України. Дослідження та широка практика показали, що правильне застосування добрив та зрошення у посушливих теплих районах України у декілька разів підвищують врожайність овочевих культур. Однак зараз цей резерв використовується недостатньо.

Овочеві культури такі як томати є провідними культурами, які вирощуються в Україні. Врожаї томатів по території України дуже мінливі і їх величина визначається забезпеченістю території світлом, теплом, вологою, продуктами живлення, а також родючістю ґрунтів та біологічними особливостями.

Підвищення врожаїв томатів можливе за рахунок багатьох факторів: введення у виробництво нових, більш продуктивних сортів, введення сортового районування, при якому розміщення різних за скоростиглістю сортів виконується з врахуванням відповідності агрокліматичних ресурсів території біологічним особливостям цих культур.

Нами для дослідження використовувались матеріали управління статистики з врожайності томатів, дані спостережень метеорологічних та агрометеорологічних станцій за період з 1971 по 2005 р.

В районах Південного Степу України томати вирощуються переважно із застосуванням зрошення. Режим зрошення томатів значно відрізняється для різних сортів. Ранні томати в сухі роки поливають 7-8 разів, у близькі до середніх багаторічних — 5-6 разів. Перші два-три поливи проводять невеликими нормами 250-300 м<sup>3</sup>/га. Наприкінці травня - початку червня до кінця періоду плодоносіння на південних важко суглинкових чорноземах рекомендується норма поливу 500 м<sup>3</sup>/га [1].

Середньостиглі розсадні та безрозсадні томати в сухі роки поливаються 8-9 разів, в роки, близькі до середніх багаторічних —

7-8 разів з нормою поливу  $500 \text{ м}^3/\text{га}$ . Тільки перший полив має норму  $300\text{-}400 \text{ м}^3/\text{га}$ .

У томатів максимальний приріст рослинної маси приходить на липень-серпень. В цей же період різко зростає і споживання води. Для всіх сортів томатів притаманне збільшення розмірів і маси рослин при використанні добрив і зрошення.

Своєчасне зрошення та внесення добрив підвищують середню масу плода всіх сортів (рис. 1) [1].

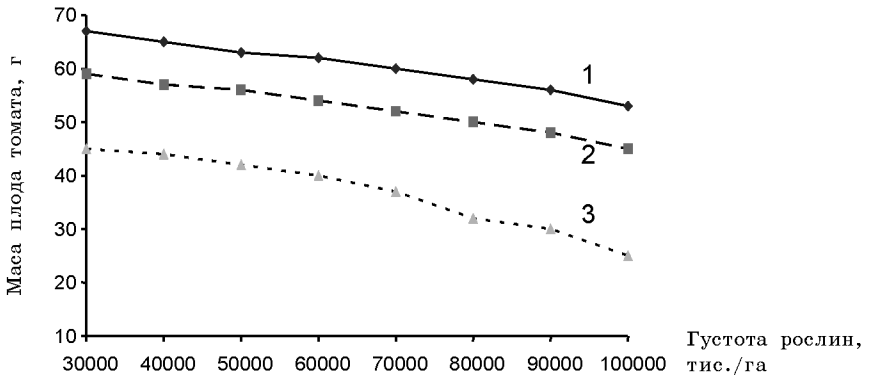


Рис. 1. Середня маса плода томатів сорту Факел в залежності від густоти рослин, добрив та зрошення: 1) із добривами та зрошенням; 2) без добрив із зрошенням; 3) без добрив і без зрошення

До родючості ґрунтів томати менш вимогливі, ніж інші овочеві культури. Їх вирощують на різних за механічним складом ґрунтах. Оптимальна реакція середовища рН  $5,5\text{-}5,6$ . Найвищі урожаї томатів отримують на пухких, добре прогрітих чорноземних та заплавних родючих ґрунтах. На піщаних та супіщаних ґрунтах урожаї томатів нижчі ніж на суглинках, але досягання плодів починається раніше. Погано ростуть томати на надмірно вологих полях. Склад ґрунту впливає на розвиток томатів починаючи з вирощення розсади в парниках. Для вирощення розсади кращими ґрунтами є суміш дерну з перегноем у співвідношенні  $1:1$  [2].

Практично томати вирощуються по всій території України, але найбільші посівні площі зосереджені в областях Північного та Південного Степу. У всіх районах практикується вирощування різних за скоростиглістю сортів для продовження надходження врожаїв до населення якомога довше. Ранньостиглі сорти дозрівають через  $90\text{-}95$  днів після сходів, середньостиглі — через

110-120 днів, пізньостиглі — 125-150 днів. Швидкість дозрівання томатів залежить також від природно кліматичної зони вирощування. Одні й ті ж сорти в південних районах дозрівають на 15-20 днів раніше, ніж в центральних районах України, і на 25-30 днів раніше ніж в північних.

Настання зрілості томатів залежить від способу вирощування. При вирощуванні томатів розсадним способом збір плодів починається з другої декади липня в південних районах та з третьої декади липня в центральних та північних районах. Величина врожаю безрозсадних томатів нижче, ніж томатів вирощених розсадним методом. Крім того, величина врожаю томатів також залежить від способу збирання. При багаторазовому збиранні врожай вище, ніж при одноразовому. Строки плодоносіння різних за скоростиглістю томатів відрізняються на 15-20 днів [3].

В південних районах України та Молдови для підвищення виробництва плодів застосовується пожнивний спосіб вирощування томатів. Урожай при пожнивному вирощуванні надходить у другій половині вересня - першій половині жовтня. Врожайі пожнивних томатів значно нижчі і в середньому становлять 100-170 ц/га. В роки з дуже пізніми осінніми заморозками врожайі підвищуються і становлять 350-430 ц/га.

В цілому по території України величини врожайів різні. В Лісовій зоні вони коливаються від 50 до 125 ц/га, в Лісостеповій — від 58 до 208 ц/га, в Північному Степу — від 150 до 300 ц/га, в Південному Степу — від 175 до 458 ц/га.

Як і в інших овочевих культур, у томатів спостерігається коливання урожаїв як у часі, так і просторі. Були побудовані графіки динаміки урожаїв томатів по кліматичних зонах України та розраховані лінії трендів (рис. 2-4).

Як видно з рис. 2-4, в цих зонах спостерігається щорічне відхилення урожаїв від ліній трендів. Перевірка гіпотези, що мінливість випадкової величини не пов'язана зі зміною часу показала, що можна прийняти гіпотезу про випадковий характер відхилень часового ряду врожаїв від тренда.

Мінливість урожаїв томатів відображає особливості термічного режиму та режиму забезпечення вологою кожного конкретного року у всіх районах.

Культура томатів в областях Південного Степу відзначається найвищою дохідністю.

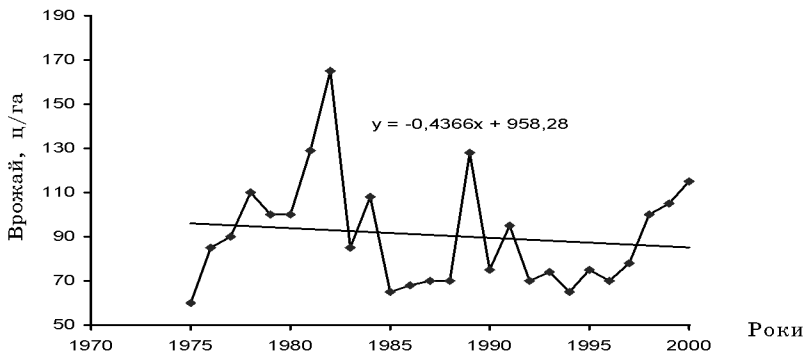


Рис. 2. Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Лісовій зоні України (на прикладі Київської області)

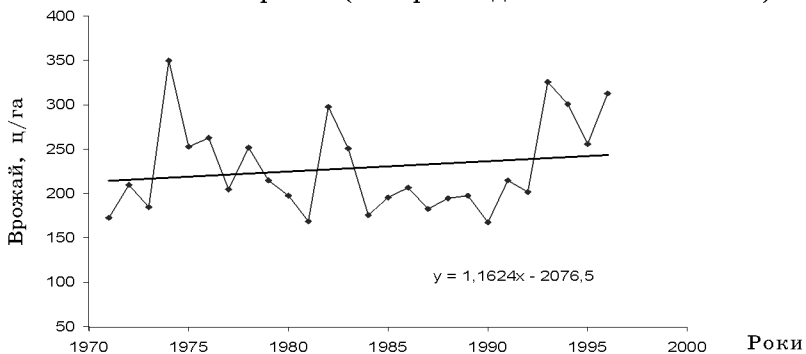


Рис. 3. Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Лісостеповій зоні України (на прикладі Черкаської області)

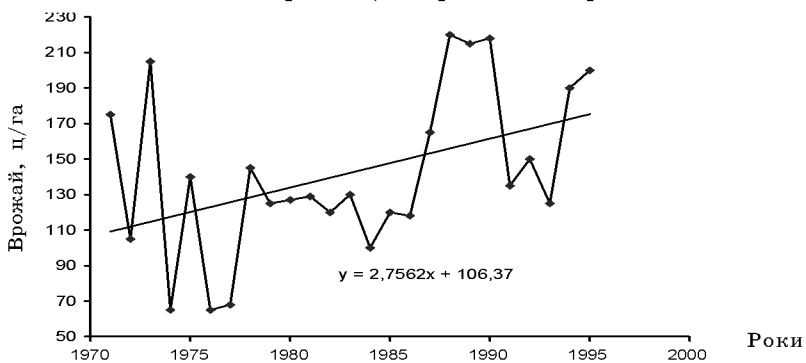


Рис. 4. Динаміка врожаїв томатів і лінія тренда в Південному Степу України (Одеська область)

Як і у інших овочевих культур, величина врожаю томатів залежить від багатьох факторів, в першу чергу від забезпечення вологою, теплом, поживними речовинами особливо в критичний період розвитку — в період від масового утворення бруньок до першого масового збору плодів. На рис. 5. представлена динаміка ФАР по агрокліматичним зонам України.

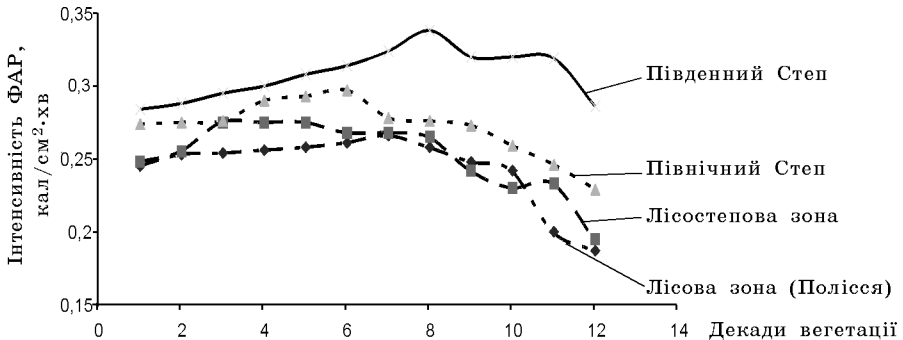


Рис. 5. Динаміка ФАР по агрокліматичних зонах за вегетаційний період томатів

В Південному Степу найвищі прирости сухої маси спостерігаються у томатів і коливаються всередині вегетаційного періоду від 260 до 364 г/м<sup>2</sup>. Прирости сухої маси томатів найбільші в Лісовій зоні та в зоні Північного Степу. У всіх зонах максимальний приріст сухої маси всіх культур спостерігається в декади максимального надходження ФАР з 6 по 8 декади.

Томати вирощуються в усіх областях України, але найбільші площі під посівами томатів зосереджені в областях Північного і Південного Степу. У більшості районів томати вирощуються за допомогою розсади і тільки в південних районах можливий посів насіння в ґрунт.

Таким чином, досліджені рівні коливання врожаїв томатів по Україні, їх динаміка, побудовані лінії трендів. Мінливість урожаїв томатів відображає особливості термічного режиму та режиму забезпечення вологою кожного конкретного року у всіх районах. Можна зробити висновок, що культура томатів в областях Південного Степу відзначається найвищою дохідністю.

#### Література

1. Божко Л. Е. Клімат і продуктивність овочевих культур в Україні. — Одеса: ОДЕКУ, 2010. — 365 с.

2. Божко Л. Е. Радиационные факторы и продуктивность овощных культур // Український гідрометеорологічний журнал. — Одеса, 2007. — № 2. — С. 105-119.
3. Божко Л. Ю., Ярмольська О. Е., Барсукова О. А. Динамічна модель формування кількості та якості врожаю овочевих культур // Український гідрометеорологічний журнал. — Одеса, 2010. — № 6. — С. 138-147.

УДК 551.5:633.358

*В. В. Иконникова*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СЕВА НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ГОРОХА ПО ОСНОВНЫМ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМ ЗОНАМ УКРАИНЫ**

*Введение.* Горох — однолетнее травянистое растение, относящееся к бобовому растению. Растения гороха обладают способностью эффективно использовать питательные вещества в почве за счет наличия клубеньковых бактерий на корнях, а также сильно разветвленной корневой системы, проникающей на большую глубину. Длина вегетационного периода является сортовым признаком у гороха. Горох — светлюбивое растение [1]. По отношению к длине дня основные эколого-географические группы гороха являются длиннодневными [2].

Горох на территории Украины занимает свыше двух третей общей площади, отведенной под зернобобовые культуры. В оценке воздействия факторов внешней среды на продуктивность посевов, в оптимизации структур и функций посевов и в разработке принципов программирования урожайности важное место занимают математические модели продукционного процесса растительного покрова и формирования урожая. Построение математических моделей фитоценоза открывает возможности объединить знания по физиологии растений, биофизике, метеорологии, геоботанике в единое целое, с тем, чтобы изучить, как функционирует и развивается со временем фитоценоз, в котором выявляются закономерности, характерные для фитоценоза в целом. Являясь важной культурой, горох, тем не менее, недостаточно изучен в агрометеорологическом отношении. Поэтому исследования агрометеорологических условий произрастания гороха являются, несомненно, актуальными и необходимыми [3].



**Материалы и методы исследования.** Целью исследования являлось изучение влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности гороха по основным природно-климатическим зонам Украины. В качестве исходной информации использовались среднеобластные данные наблюдений на сети гидрометеорологических и агрометеорологических станций Гидрометслужбы Украины. В качестве теоретической основы исследования использована динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур, адаптированная нами применительно к культуре гороха.

**Результаты исследований и их анализ.** Продуктивность посевов, определяемая по динамической модели, находится в зависимости, с одной стороны, от факторов внешней среды, а с другой, — от параметров модели. Следовательно, с помощью динамической модели можно оценить влияние различных факторов среды на продуктивность посева [4].

С помощью модели формирования урожая можно исследовать фотосинтетическую деятельность посевов в различных ситуациях и различных природно-климатических зонах [5]. При этом могут быть рассмотрены самые различные сочетания параметров, характеризующие условия произрастания.

Данный численный эксперимент был проведен на основе среднелетних данных агрометеорологических наблюдений за период с 1961 по 1990 года. С помощью модифицированной модели были рассчитаны основные показатели интенсивности фотосинтеза и урожая культуры гороха по основным природно-климатическим зонам Украины: Полесью (Черниговская обл.), Лесостепи (Черкасская обл.), Северной Степи (Кировоградская обл.) и Южной Степи (Одесская обл.). В результате выполненной работы дана количественная оценка влияния сроков сева на интенсивность фотосинтетической деятельности растений в посевах и урожай бобов гороха по основным природно-климатическим зонам Украины. В качестве такой оценки для гороха принята величина прироста проростальной массы за декаду.

Анализ агрометеорологических условий показывает, что интенсивный прирост связан с улучшением водного и теплового режима [6]. Средняя за декаду температура воздуха на момент сева гороха в Полесье (вторая декада апреля) находилась в одном диапазоне 9,5 °С; в Лесостепи (вторая декада апреля) — 10,4 °С; в Южной и Северной Степи (первая и вторая декада апреля) —

11,4 и 14,2 °С, соответственно. Осадки в этот же период выпадали неравномерно: в Полесье (вторая декада апреля) осадков выпало — 20 мм; в Лесостепи (вторая декада апреля) — 14 мм; в Южной и Северной Степи (первая и вторая декада апреля) — 14 мм.

Отмеченные особенности агрометеорологических условий соответствующим образом отразились на формировании площади листовой поверхности и уровне чистой продуктивности фотосинтеза гороха [7].

Анализ агрометеорологических условий показывает, что интенсивный прирост связан с улучшением водного и теплового режима. Так, максимальный показатель площади листьев в Полесье приходится на сроки сева в третью декаду апреля и составляет 3 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, относительная влагообеспеченность составляет 0,64 отн.ед., температура воздуха составляет 16,6 °С; в Лесостепи максимальная площадь листьев приходится во вторую декаду апреля и составляет 2,9 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, температура воздуха была 17 °С, относительная влагообеспеченность 0,57 отн.ед. В Южной и Северной Степи максимальные показатели площади листьев приходятся на сроки сева в первую и вторую декады апреля и составили: в Южной Степи — 2,5 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, относительная влагообеспеченность в этот период составляет 0,57 отн.ед., температура воздуха 16 °С, а в Северной Степи — 2,8 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, относительная влагообеспеченность в этот период составляет 0,56 отн.ед., температура воздуха 17,1 °С.

На рис. 1 представлен график динамики изменения площади листьев гороха по декадам за период вегетации в Полесье (на примере ст. Чернигов). На рис. 1 видно, что максимальные показатели площади листьев приходятся на второй срок сева, что соответствует третьей декаде апреля.

На рис. 2 представлен график динамики изменения площади листьев гороха в Лесостепи (ст. Черкассы). На рис. 2 видно, что максимальные показатели площади листьев приходятся на второй срок сева, что соответствует второй декаде апреля.

На рис. 3 и 4 представлены графики динамики изменения площади листьев гороха в Южной (ст. Одесса) и Северной Степи (ст. Кировоград). На рис. 3 можно увидеть, что максимальные показатели площади листьев наблюдались в первый срок сева (ст. Одесса), что соответствует второй декаде апреля. На рис. 4 видно, что максимальные показатели площади листьев наблюдались во второй срок сева (ст. Кировоград), что соответствует второй декаде апреля.

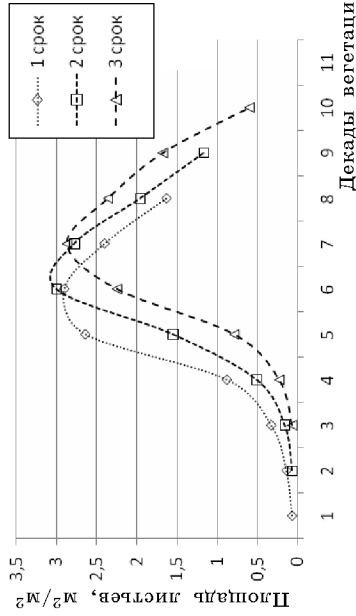


Рис. 1. График динамики изменения площади листьев гороха по декадам за период вегетации в Черниговской области

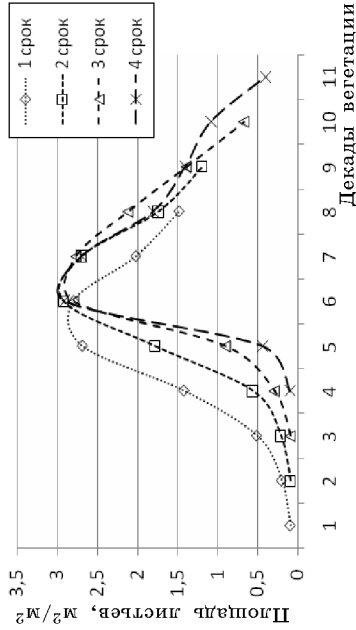


Рис. 2. График динамики изменения площади листьев гороха по декадам за период вегетации в Черкасской области

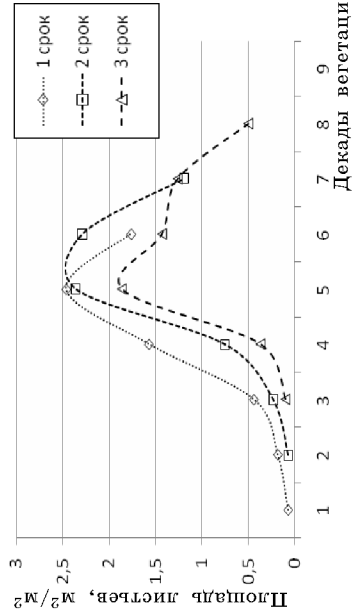


Рис. 3. График динамики изменения площади листьев гороха по декадам за период вегетации в Одесской области

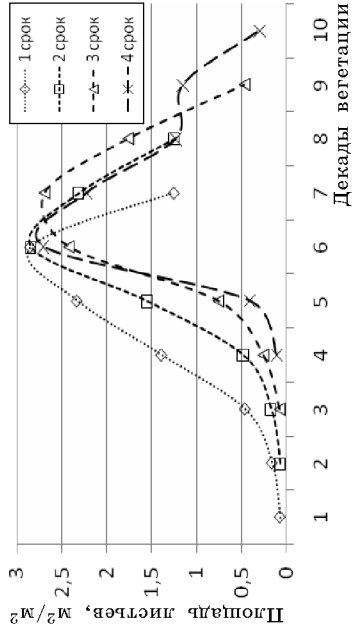


Рис. 4. График динамики изменения площади листьев гороха по декадам за период вегетации в Кировоградской обл.

Важную роль в формировании урожая гороха играет продуктивность работы листьев. Рассмотрим чистую продуктивность фотосинтеза в период, соответствующий максимальной площади листьев. В Полесье в III декаду апреля ЧПФ составила 15,9 г/м<sup>2</sup> сутки; в Лесостепи во II декаду апреля составляет 17,4 г/м<sup>2</sup> сутки.

В Южной и Северной Степи в I и II декады апреля ЧПФ составила: Южная Степь — 20,1 г/м<sup>2</sup> сутки и 21,8 г/м<sup>2</sup> сутки, соответственно.

Интенсивность фотосинтеза (ЧПФ) определяет продукционный процесс гороха. Кривые хода ЧПФ показывают, что падение и рост ее у растений гороха различных вариантов наблюдались в одни и те же периоды. Поскольку растения находились в различных фазах развития, можно предположить, что изменение продуктивности фотосинтеза в значительной степени определяются агрометеорологическими условиями [8].

Кривые динамики чистой продуктивности фотосинтеза гороха в Полесье по декадам за период вегетации представлены на рис. 5 (ст. Житомир). На рис. 5 видно, что максимальные показатели ЧПФ приходится на второй срок сева (ст. Чернигов), что соответствует III декаде апреля. Анализ влияния на ЧПФ среднедекадной температуры воздуха показывает, что в их ходе имеется согласованность. На рис. 5 видно, что рост продуктивности в III декаде апреля составил до 15,9 г/м<sup>2</sup> в сутки при повышении температуры до 16,6 °С, при сумме осадков 25,7 мм, падение ЧПФ с 15,9 до 2 г/м<sup>2</sup> в сутки происходило при повышении температуры с 16,6 до 26 °С.

Кривые динамики ЧПФ гороха в Лесостепной зоне Украины по декадам за период вегетации представлены на рис. 6 (на примере ст. Черкассы). На рис. 6 видно, что максимальные показатели ЧПФ приходится на третий срок сева, что соответствует второй декаде апреля. На рис. 6 видно, что рост продуктивности во второй декаде апреля составил до 17,4 г/м<sup>2</sup> в сутки при повышении температуры до 17,0 °С, при сумме осадков 29,2 мм, падение ЧПФ с 17,4 до 2 г/м<sup>2</sup> в сутки происходило при повышении температуры воздуха с 17,0 до 28 °С.

Кривые динамики ЧПФ гороха в Южной и Северной Степи Украины по декадам за период вегетации представлены на рис. 7 и 8 (ст. Одесса, ст. Кировоград). На рис. 7 максимальные показатели ЧПФ приходится на первый срок сева, что соответствует второй декаде апреля, рост продуктивности во второй декаде апреля

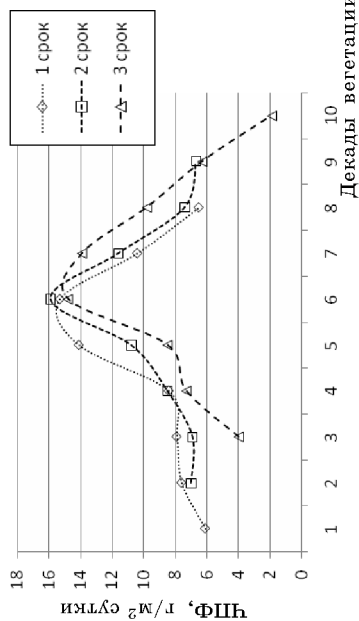


Рис. 5. График динамики чистой продуктивности фотосинтеза у растений горюха по декадам за период вегетации в Черниговской области

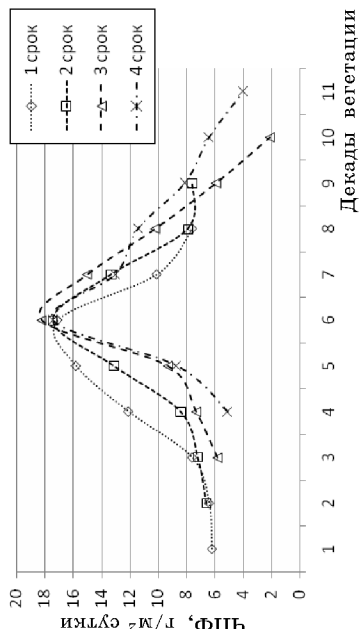


Рис. 6. График динамики чистой продуктивности фотосинтеза у растений горюха по декадам за период вегетации в Черкасской области

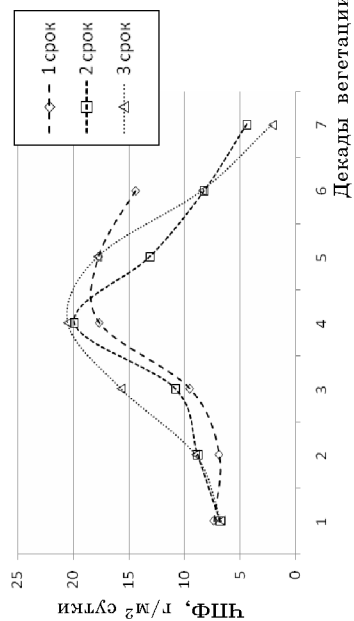


Рис. 7. График динамики чистой продуктивности фотосинтеза у растений горюха по декадам за период вегетации в Одесской области

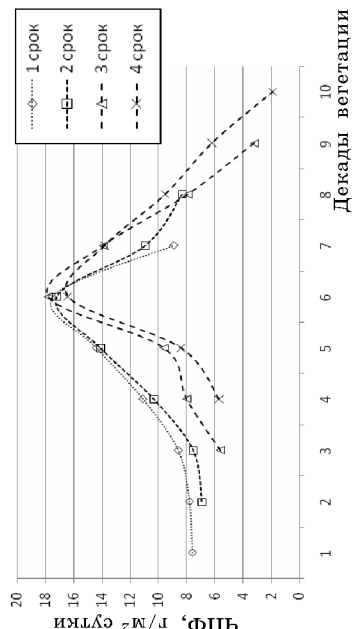


Рис. 8. График динамики чистой продуктивности фотосинтеза у растений горюха по декадам за период вегетации в Кировоградской области

составил до 20,1 г/м<sup>2</sup> в сутки при повышении температуры до 17,1 °С, при сумме осадков 28,6 мм, падение ЧПФ с 20,1 до 3 г/м<sup>2</sup> в сутки происходило при повышении температуры воздуха с 17,1 до 32 °С; на рис. 8 — максимальные показатели ЧПФ приходятся на третий срок сева, что соответствует третьей декаде апреля, рост продуктивности во второй декаде апреля составил до 21,8 г/м<sup>2</sup> в сутки при повышении температуры до 17,5 °С, при сумме осадков 24,2 мм, падение ЧПФ с 21,8 до 2 г/м<sup>2</sup> в сутки происходило при повышении температуры воздуха с 17,5 до 30 °С.

Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Проанализировав показатели фотосинтетического потенциала (ФСП) в каждой природно-климатической зоне в различные сроки сева, мы видим, что максимальные значения в Полесье приходятся на вторую декаду апреля и составляют: на ст. Чернигов — 1181 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. В Лесостепи максимальные значения ФСП приходятся на первую декаду апреля (ст. Черкассы) и составляют: 1122 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>. В Северной и Южной степи максимум ФСП наблюдается: Южная Степь — в третью декаду апреля (ст. Одесса) и составляет 690 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>; в Северной Степи — во вторую декаду апреля (ст. Кировоград) — 868 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>.

Максимальные показатели урожая гороха (при 14 % влажности бобов) в Полесье, так же как и максимальные показатели ФСП и площади листьев, пришлось на третью и декаду апреля и составляют 21,7 ц/га (ст. Чернигов). В Лесостепи максимальные показатели урожая гороха, так же как и максимальные показатели площади листьев, пришлось на вторую декаду апреля и составляют 22,8 ц/га (ст. Черкассы). В Южной и Северной Степи максимальные показатели урожая наблюдались в первую и вторую декады апреля: Южная Степь — во второй декаде апреля 16,2 ц/га (ст. Одесса); Северная Степь — во вторую декаду апреля 19,4 ц/га (ст. Кировоград).

**Выводы.** В результате выполненной работы было изучено влияние различных сроков сева на интенсивность фотосинтетической деятельности растений культуры гороха в основных природно-климатических зонах Украины: Полесье, Лесостепи, Южной и Северной Степи. Дана сравнительная количественная оценка продуктивности гороха в различных природно-климатических зонах при различных сроках сева. Полученные результаты показали, что при поздних сроках сева формирование продуктивности гороха

**Таблица 1.**  
**Влияние различных сроков сева на основные показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах и урожай бобов гороха**

Природно-климатические зоны	Сроки сева	Максимальная площадь листьев, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Относительн. влагообеспеченность, отн.ед.	Температура воздуха за декаду, °С	ЧФ в период с максимальной площадью листьев, г/м <sup>2</sup> сутки	Кхоз	Сухая масса бобов, г/м <sup>2</sup>	ФСП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Урожай, ц/га при 14 % влажности бобов
Полесье (Чернигов)	18.04	2,9	0,67	15,9	15,3	0,21	215	1181	21,5
	28.04	3,0	0,64	16,6	15,9	0,23	217	1134	21,7
	08.05	2,9	0,63	17,4	14,8	0,23	195	1087	19,5
Лесостепь (Черкасы)	06.04	2,8	0,59	16,1	17,5	0,17	191	1122	19,1
	16.04	2,9	0,57	17,0	17,4	0,21	228	1120	22,8
	26.04	2,8	0,55	17,8	18,2	0,21	213	1104	21,3
Южная Степь (Одесса)	06.05	2,9	0,54	18,6	17,4	0,20	176	1045	17,6
	11.04	2,5	0,57	16,0	20,1	0,22	162	649	16,2
	21.04	2,4	0,54	17,4	19,9	0,21	139	690	13,9
Северная Степь (Кировград)	01.05	1,9	0,51	17,8	17,7	0,23	122	553	12,2
	02.04	2,8	0,56	17,1	17,5	0,23	192	852	19,2
	12.04	2,8	0,55	17,1	17,2	0,23	194	868	19,4
	22.04	2,7	0,5	18,2	17,8	0,23	179	845	17,9
	02.05	2,7	0,47	19,2	16,4	0,21	139	784	13,9

проходит при менее благоприятных агрометеорологических условиях, что приводит к значительному снижению площади листьев, которое в свою очередь приводит к уменьшению ФСП и, как следствие этого, к снижению урожая.

### *Литература*

1. Антоний А. К. Пылов А. П. Зернобобовые культуры на корм и семена. — Л.: Колос, 1980. — 221 с.
2. Володин В. И., Широбокова Е. С. Об изменчивости фотосинтеза некоторых зернобобовых культур // Научные труды Всес. НИИЗК. — 1966. — Т. 1. — С. 91-101.
3. Гуленко А. Т. Характер формирования листьев гороха // Растениеводство. — 1968. — Вып. 5. — С. 69-72.
4. Гуляев Б. И., Рожко И. И., Рогаченко А. Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. — К.: Наукова думка, 1989. — 112 с.
5. Демина Р. Б. Влияние метеорологических факторов на рост и развитие бобов // Сб. тр. аспирантов и молодых научн. сотр. ВИР. — 1965. — № 6. — С. 53-60.
6. Панина В. Ф. Показатели оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерна гороха // Метеорология и гидрология. — 1965. — № 2. — С. 27-29.
7. Синицына Н. И., Ле Тхи Ким Зунг. К вопросу определения площади листовой поверхности гороха // Метеорология, гидрология и климатология. — 1984. — Вып. 20. — С. 24-32.
8. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 176 с.

### *Резюме*

Були представлені результати чисельних експериментів, дана кількісна оцінка впливу різних строків сівби на інтенсивність фотосинтетичної діяльності рослин гороху в основних природно-кліматичних зонах України.



## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СРОКОВ СЕВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИСТОВОГО АППАРАТА ГОРОХА НА СТ. ОДЕССА

**Введение.** На территории Украины основной зернобобовой культурой является горох, который занимает свыше двух третьих общей площади, отведенной под зернобобовые культуры [1]. Горох в Украине среди возделываемых зернобобовых культур занимает около 20 % возделываемых площадей. Зернобобовые культуры имеют большое народно-хозяйственное значение как источник растительного белка [2]. Однако, несмотря на большую ценность этих культур, они до последнего времени не получили должного распространения как на территории Украины, так и в целом в СНГ. Увеличение валовой продукции гороха даст возможность обеспечить население высококачественными продовольственными продуктами. Однако, являясь важной культурой, горох, тем не менее, недостаточно изучен в плане оценки влияния агрометеорологических условий на формирование урожая бобов. Поэтому исследования агрометеорологических условий произрастания гороха являются, несомненно, актуальными и научно необходимыми.

**Материалы и методы исследования.** Целью исследования являлось изучение влияния агрометеорологических условий на формирование продуктивности гороха в Одесской области на станции Одесса за 2011 год. В качестве теоретической основы исследования использована динамическая модель формирования урожая сельскохозяйственных культур, адаптированная нами применительно к культуре гороха.

Работа проводилась со среднеспелыми сортами гороха Мадонна следующих сроков посадки: 1 срок — 25 марта, 2 срок — 5 апреля, 3 срок — 15 апреля. В качестве исходной информации использовались среднеобластные данные наблюдений по Одесской области на сети Гидрометслужбы Украины. В основу работы положены данные о различных сроках сева (ранний, средний и поздний). В качестве входной информации использованы ежедекадные данные о запасах влаги в 0-20 и 0-100 см слоях почвы, данные о среднедекадной температуре воздуха и сумме осадков за декаду, сведения о числе часов солнечного сияния за декаду и среднедекадном дефиците влажности воздуха. Далее ежедекадно для каждого из перечисленных элементов ведется расчет характеристик.

Также дается оценка условий, которая отражает возможные снижения урожая за счет воздействия различных факторов. В качестве таковых рассматривается оценка условий всходы - образование соцветий, оценка продолжительности периода образования соцветий - цветение, оценка влагообеспеченности периода образование соцветий - цветение, оценка влагообеспеченности периода образование соцветий - цветение и цветение - созревание по значениям ГТК, а также оценка снижения урожая за счет засушливых явлений, сильного похолодания в период образование соцветий - цветение, из-за переувлажнения после цветения. Приводится итоговая (суммарная) оценка условий по декадам и выдаются эти оценки на окончание периода вегетации, даются расчетные значения урожайности в ц/га при стандартной (14 %) влажности зерна.

**Результаты исследований и их анализ.** В оценке воздействия факторов внешней среды на продуктивность посевов, в разработке принципов программирования урожайности важное место занимают математические модели продукционного процесса растений [3].

Продуктивность посевов, определяемая по динамической модели, находится в зависимости, с одной стороны, от факторов внешней среды, а с другой — от параметров модели. Следовательно, с помощью динамической модели можно оценить влияние различных факторов среды на продуктивность посева.

Экстремальные погодные условия вызывают резкие колебания урожайности, как в сторону повышения, так и понижения по сравнению со среднемноголетним уровнем урожая. В связи с этим является важным применение модели для анализа агрометеорологических условий в различные по условиям урожайности сроки сева [4].

Данный численный эксперимент был проведен на основе данных за 2011 год. С помощью модифицированной модели были рассчитаны основные показатели интенсивности фотосинтеза и урожая культуры гороха на станции Одесса.

Условия погоды отдельных периодов вегетации существенно отличались как по тепловому режиму, так и по режиму увлажнения (рис. 1).

В 2011 г. имели место благоприятные условия произрастания гороха. Этот сельскохозяйственный год характеризовался повышенным температурным фоном в летний период и значительным недобором осадков в весенне-летний период. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С к более высоким

значениям произошел 23 марта, что на 1-6 дней позднее средних многолетних дат. На рис. 1 видно, что в конце марта, в апреле, мае, июне и июле (1-11 декады) температура воздуха росла. В марте отмечался дефицит осадков. Количество их в среднем не превысило 9 мм. В апреле преобладала умеренно теплая, в отдельные периоды прохладная погода, с осадками в первой половине месяца. Среднемесячная температура воздуха составила 10 °С тепла и оказалась близкой к норме. Максимальная температура воздуха в третьей декаде апреля повышалась до 22-25 °С тепла. Минимальная относительная влажность воздуха на протяжении 3-13-ти дней месяца понижалась до 30 % и менее. Среднемесячная температура воздуха составила 16-17 °С тепла, максимальная температура в наиболее теплые дни третьей декады мая повышалась до 30-32 °С тепла.

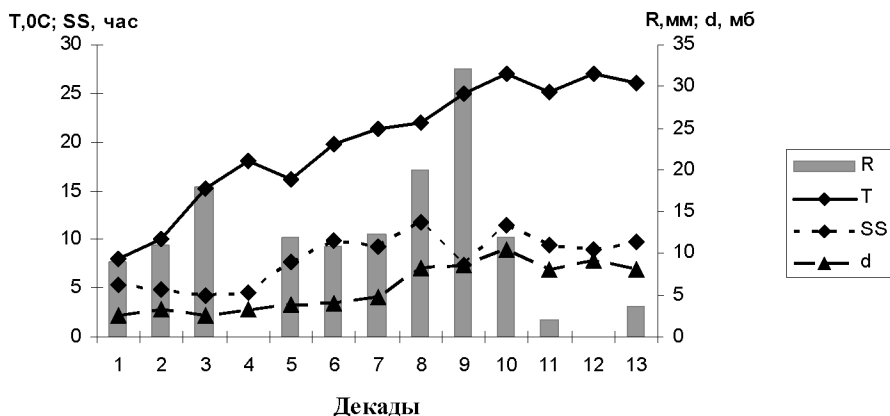


Рис. 1. Агрометеорологические условия вегетационного периода гороха в 2011 году: R — осадки; T — температура воздуха; SS — число часов солнечного сияния; d — дефицит влажности воздуха

В июне преобладала теплая погода с ливневыми осадками различной интенсивности. Максимальная температура воздуха в наиболее жаркие дни июня повышалась до 32-35 °С, минимальная температура понижалась до 9-13 °С тепла, среднемесячная температура воздуха составила 20-21 °С.

В июле преобладала очень теплая, временами жаркая сухая погода. Среднемесячная температура воздуха составила 25-27 °С, что на 3 °С выше нормы. Минимальная относительная влажность воздуха в течение 1-4-х дней месяца понижалась до 30 % и менее.

Максимальная температура воздуха в наиболее жаркие дни месяца повышалась до 37-40 °С, на поверхности почвы 58-65 °С.

ГТК за теплый период составил 0,4-0,6. Наиболее засушливые условия наблюдались: в конце апреля (ГТК — 0,0-0,2); в июле (ГТК — 0,3-0,6)

Осадки в течение вегетационного периода выпадали неравномерно (рис. 1). В период посев - всходы на участках всех сроков сева (1-3 декады) были удовлетворительные условия для произрастания гороха. При раннем сроке сева в период посев-всходы, который наблюдался 25.03-13.04, количество осадков в конце марта (1 декада) составляло 9 мм, в первой декаде апреля (2 декада) наблюдалось повышение количества осадков до 11 мм, в середине апреля (3 декада) количество осадков составило 18 мм. При среднем сроке сева (05.04-19.04; 2-3 декада) в начале апреля осадков было 11 мм, а в середине апреля количество осадков составило 18 мм (3 декада). При позднем сроке сева (15.04-04.05; 3-5 декада) в середине апреля осадков выпало 18 мм, в конце апреля осадки отсутствовали, но, несмотря на отсутствие осадков, запасы продуктивной влаги в пахотном слое были достаточными для нормального произрастания культуры на данном этапе развития (33 мм). В первой декаде мая количество осадков составило 12 мм.

В период всходы - 3-й лист на участках всех сроков сева были благоприятные условия для произрастания гороха. Период всходы - 3-й лист при раннем сроке сева наблюдался в период 13.04-25.04. Количество осадков в середине апреля (3 декада) составило 18 мм, в конце апреля (4 декада) осадки отсутствовали. При среднем сроке сева (19.04-03.05) количество осадков в середине апреля (3 декада) составило 18 мм, в конце апреля (4 декада) осадки отсутствовали, в начале мая (5 декада) — 12 мм. При позднем сроке сева (04.05-14.05) количество осадков в начале мая (5 декада) количество осадков составило 12 мм, в середине мая 11 мм.

Период 3-й лист - цветение на всех трех сроках сева происходил при удовлетворительных условиях. При раннем сроке сева (25.04-24.05) осадки в конце апреля отсутствовали, в начале мая количество осадков составило 12 мм, в середине мая 11 мм, в конце мая 12 мм. При среднем сроке сева (03.05-27.05) количество осадков в начале мая составило 12 мм, в середине мая 11 мм, а в конце мая 12 мм. При позднем сроке сева (14.05-08.06) количество осадков в середине мая составило 11 мм, в конце мая — 12 мм, в начале июня — 25 мм.

В период цветения - созревание на участках всех сроков сева наблюдались удовлетворительные агрометеорологические условия. При раннем сроке сева, который наблюдался 24.05-18.06, количество осадков в конце мая составляло 12 мм, в начале июня 20 мм, в середине июня 32 мм. При среднем сроке сева (27.05-24.06) количество осадков составляло 12 мм, в начале июня — 20 мм, в середине июня — 32 мм, в конце июня количество осадков составляли 12 мм. При позднем сроке сева (08.06-03.07) количество осадков в начале июня составляли 20 мм, в середине июня — 32 мм, в конце июня — 12 мм, в начале июля — 2 мм.

Отмеченные особенности агрометеорологических условий соответствующим образом отразились на формировании площади листовой поверхности и уровне чистой продуктивности фотосинтеза гороха.

Ход изменения площади листьев у растений гороха всех трех вариантов посева за 2011 год представлен на рис. 2. На рис. 2 видно, что в течение вегетации при раннем (1) и среднем (2) сроках сева четко выражен период с более интенсивным нарастанием площади листовой поверхности во второй декаде июня (цветение), а при позднем (3) сроке сева период с более интенсивным нарастанием площади листовой поверхности наблюдался в конце июня (10 декада, созревание).

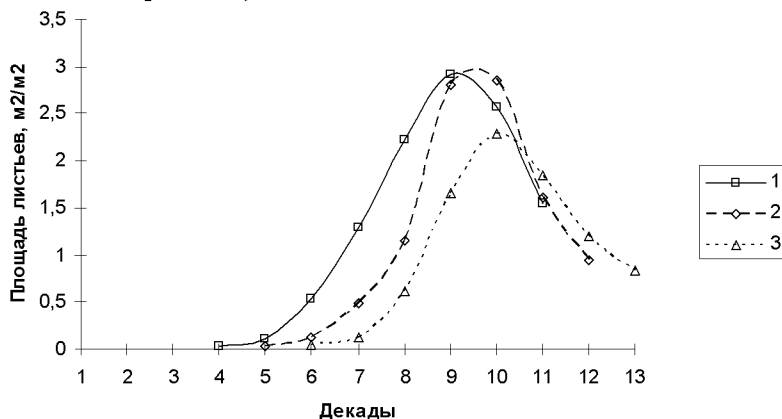


Рис. 2. Динамика относительной площади листьев посевов гороха различных сроков сева в 2011 году: 1 — первый срок сева (30.03); 2 — второй срок сева (10.04); 3 — третий срок сева (20.04)

Анализ агрометеорологических условий показывает, что интенсивный прирост связан с улучшением водного и теплового режима [5]. В период наибольшего прироста, когда максимальная площадь листьев при раннем сроке сева (1) достигла  $2,81 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , температура воздуха была  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  (9 декада), осадки составляли 32 мм, дефицит влажности 11,1 мб, число часов солнечного сияния 11,2 часа. При среднем сроке сева максимальная величина площади листьев наблюдалась в период цветения и составляла приблизительно  $2,85 \text{ м}^2/\text{м}^2$  (9-10 декада); при позднем сроке сева максимальная площадь листьев была в 10 декаде и составляет  $2,32 \text{ м}^2/\text{м}^2$ , соответственно. В этот период температура воздуха в 10 декаде составляла  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , сумма осадков 12 мм, дефицит влажности 9,6 мб, число часов солнечного сияния 10,5, соответственно.

Период медленного нарастания площади листовой поверхности связан со старением растений и изменением агрометеорологических условий [6]. При раннем сроке сева (1) уменьшение величины площади листьев наблюдался в 9-11 декадах, при среднем (2) сроке сева — в 10-12 декадах, при позднем (3) сроке сева — в 10-12 декадах, в этот период количество осадков значительно понизилось (до 2 мм), температура воздуха была на уровне  $25\text{-}27 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Важную роль в формировании урожая играет продуктивность работы листьев [7]. Ход изменения чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) гороха всех трех вариантов в течение периода вегетации за 2011 год представлен на рис. 3. На рис. 3 видно, что максимальные величины ЧПФ отмечались во второй июня (9 декада) при раннем и среднем сроках сева, а при позднем сроке сева — в 10 декаде (конец июня). Минимальные величины продуктивности фотосинтеза были отмечены в конце мая при раннем и среднем сроках сева (7 декада), и в начале июня (8 декада) при позднем сроке сева.

Кривые хода ЧПФ показывают, что падение и рост ее у растений гороха трех вариантов наблюдались в одни и те же периоды. Поскольку растения находились в различных фазах развития, можно предположить, что изменение продуктивности фотосинтеза в значительной степени определяются агрометеорологическими условиями [8].

Анализ влияния на ЧПФ среднедекадной температуры воздуха показывает, что в их ходе имеется согласованность. На рис. 1 и 3 видно, что падение продуктивности фотосинтеза с  $5\text{-}10 \text{ до } 3\text{-}7 \text{ г}/\text{м}^2$  в сутки в середине мая (6 декада) происходило при по-

вышении температуры воздуха с 16 до 20 °С, рост продуктивности во второй декаде июня (9 декада) составил до 4,5-13,8 г/м<sup>2</sup> в сутки при температуре воздуха 25 °С и сумме осадков 32 мм.

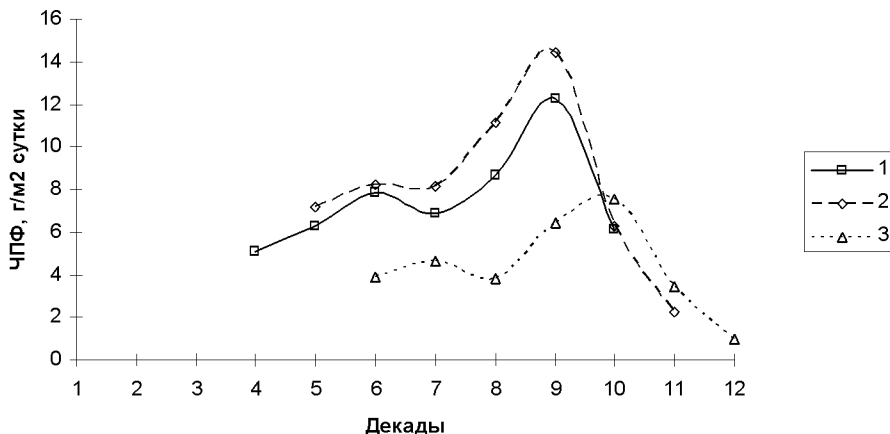


Рис. 3. Динамика чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) посевов гороха различных сроков сева в 2011 году:  
 1 — первый срок сева (25.03); 2 — второй срок сева (5.04);  
 3 — третий срок сева (15.04)

Обильные осадки, выпавшие во второй декаде июня (9 декада) в сумме 32 мм вызвали резкое повышение ЧПФ. Отсутствие осадков в конце июня - начале и середине июля (10-12 декады) вызвало снижение величины продуктивности фотосинтеза.

Величина урожая находится в тесной зависимости от хода роста площади листьев и продуктивности их работы в онтогенезе. В зависимости от конкретных условий ЧПФ может иметь большее или меньшее значение в определении интенсивности нарастания сухого вещества (табл. 1).

Наибольшие величины урожая сухой массы бобов 17,2 ц/га наблюдались при раннем сроке сева, 21,4 ц/га — при среднем сроке сева, и 13,6 ц/га — при позднем сроке сева.

Как видно из табл. 1, в конечном итоге большей величине фотосинтетического потенциала (ФСП) растений соответствует и большая величина сухой массы урожая. Так, при раннем сроке сева максимальная величина ФСП составляет 950 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, а урожай — 17,2 ц/га; при среднем сроке сева ФСП 1010 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, урожай — 21,4 ц/га, при позднем сроке сева ФСП 915 м<sup>2</sup>/м<sup>2</sup>, урожай — 13,6 ц/га.

Таблица 1.

Влияние различных сроков сева на основные показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах и урожай гороха

Год	Участок	Срок сева	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ЧПФ, максим. за вегет., г/м <sup>2</sup> сут.	Сухая масса бобов, г/м <sup>2</sup>	ФСП, м <sup>2</sup> /м <sup>2</sup>	Урожай (ц/га) при 14 % влажности бобов
2011	№ 1	25.03	26,1	12,3	172	950	17,2
	№ 2	05.04	28,5	14,5	214	1010	21,4
	№ 3	15.04	23,2	7,1	136	915	13,6

Если сравнить все три участка с различными сроками сева за 2011 год, то по агрометеорологическим условиям 2-й срок сева, чем первый и третий сроки сева.

**Выводы.** В результате выполненной работы было изучено влияние агрометеорологических условий различных сроков сева за 2011 год на формирование площади листьев в посевах гороха. Дана сравнительная количественная оценка по трем участкам с различными сроками сева за 2011 год. Полученные результаты показали, что при поздних сроках сева формирование продуктивности гороха проходит при менее благоприятных агрометеорологических условиях, что приводит к значительному снижению площади листьев, которое в свою очередь приводит к уменьшению фотосинтетического потенциала и, как следствие этого, к снижению урожая.

### Литература

1. Антоний А. К. Пылов А. П. Зернобобовые культуры на корм и семена. — Л.: Колос, 1980. — 221 с.
2. Володин В. И., Широбокова Е. С. Об изменчивости фотосинтеза некоторых зернобобовых культур // Научные труды Всес. НИИЗК. — 1966. — Т. 1. — С. 91-101.
3. Гуленко А. Т. Характер формирования листьев гороха // Растениеводство. — 1968. — Вып. 5. — С. 69-72.
4. Гуляев Б. И., Рожко И. И., Рогаченко А. Д. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений. — К.: Наукова думка, 1989. — 112 с.
5. Демина Р. Б. Влияние метеорологических факторов на рост и развитие бобов // Сб. тр. аспирантов и молодых научн. сотр. ВИР. — 1965. — № 6. — С. 53-60.



6. Панина В. Ф. Показатели оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерна гороха // Метеорология и гидрология. — 1965. — № 2. — С. 27-29.
7. Сеницына Н. И., Ле Тхи Ким Зунг. К вопросу определения площади листовой поверхности гороха // Метеорология, гидрология и климатология. — 1984. — Вып. 20. — С. 24-32.
8. Полевой А. Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. — Л.: Гидрометеиздат, 1983. — 176 с.

### *Резюме*

Розглядається вплив різних строків сівби на ріст та розвиток площі листя, як на один з головних показників формування маси бобів.

*Л. М. Полетаєва,  
В. М. Ситов*

## **РЕКРЕАЦІЙНО-ТУРИСТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В АНТАРКТИДІ (на прикладі української станції «Академік Вернадський»)**

В останні роки все більш посилюється значення туризму у житті сучасного суспільства. Цьому сприяє зростання прибутку населення, збільшення кількості вільного часу, доступність віддалених регіонів [1].

Туризм на початку ХХІ століття характеризується як один із видів економічної діяльності, що стрімко і динамічно розвивається, випереджаючи за темпами зростання доходів нафтовидобуток і автомобілебудування. В останні роки майже всі регіони світу продемонстрували значне зростання обсягів туризму.

Не стала винятком й Антарктида. Туризм — наймасштабніша діяльність людини в Антарктиді за весь час її освоєння. Загалом на континенті знаходиться 83 дослідницькі станції з постійною інфраструктурою, яка продовжує розбудовуватись. Натомість у розпорядженні туроператорів немає жодного постійного об'єкту обслуговування в усьому навколоантарктичному просторі.

*Мета* даного дослідження — розглянути особливості організації туристичної діяльності в Антарктиці, проаналізувати можливість організації та економічну ефективність екологічного туру в районі української антарктичної станції «Академік Вернадський», розрахувати оцінку рекреаційного навантаження на території української станції.

Згадаємо, що з метою визначення міжнародно-правового режиму Антарктиди у 1959 році був укладений Договір про Антарктиду, який проголошує, що південний континент перетворюється в зону миру, де проголошується свобода наукових досліджень [2]. Діяльність у районі дії Договору про Антарктику повинна плануватися і здійснюватися таким чином, щоб уникати:

- негативних впливів на характер клімату та погоду;
- значних негативних впливів на якість повітря та води;
- значних змін в атмосферному, наземному (включаючи водний), льодовому або морському середовищах;
- шкідливих змін у розподілі, кількості чи продуктивності видів або популяцій видів фауни і флори;
- подальшої небезпеки для видів або популяцій таких видів, що вже знаходяться під загрозою зникнення;
- погіршення або суттєвого ризику для районів біологічного, наукового, історичного, естетичного значення або районів, які мають значення завдяки первісності їх природи.

Туристична діяльність в Антарктиді має певні особливості, пов'язані з характером організації туристичної діяльності, видом послуг, структурою продукту, співвідношенням попиту і пропозиції.

У 1991 році була створена Міжнародна асоціація антарктичних туроператорів (International Association of Antarctic Tour Operators) з метою просунення туризму в цьому регіоні і водночас захисту навколишнього середовища від інтенсивного вторгнення людини. На сьогоднішній день в асоціації IAATO 50 туроператорів, які працюють з напрямком на Антарктиду.

Ключова «заповідь» туроператорів: в одному місці не повинно перебувати два і більше суден одночасно. Крім цього, на березі не може знаходитися більше ста чоловік, круїзні лайнери із чисельністю понад 500 пасажирів взагалі не мають права висадки на берег, 75 відсотків штату турекспедиції зобов'язані мати антарктичний досвід, а на кожні 20 відвідувачів мусить бути хоча б один гід-професіонал.

Унікальні природні ресурси, тваринний світ Антарктики притягує багато туристів. Пік туристичного попиту був зареєстрований у 2007-2008 рр. — 46 265 туристів (рис. 1). Потім внаслідок світової економічної кризи потік туристів в Антарктиду знизився.

Головним чином антарктичні подорожі сконцентровані на незамерзаючих прибережних зонах в період літнього сезону — з лис-

топада по березень, коли денне світло продовжується до 20 годин на добу.

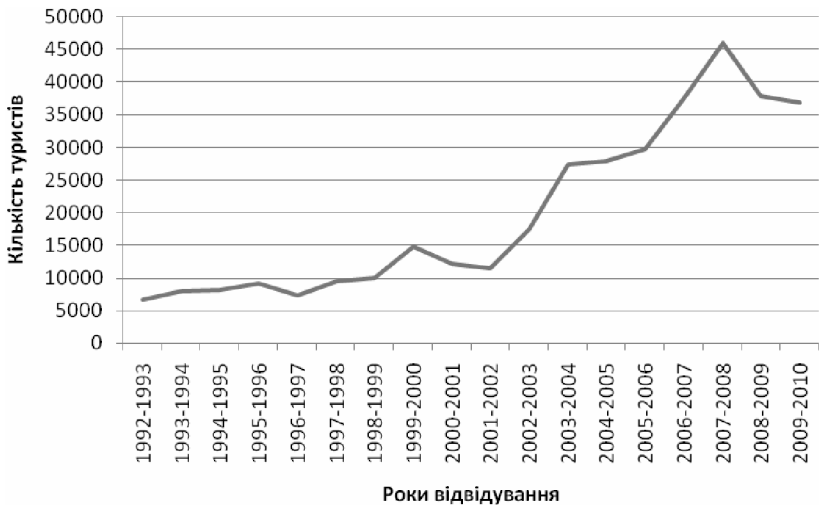


Рис. 1. Кількість туристів, які відвідали Антарктиду у 1992-2010 рр.

Антарктична українська станція «Академік Вернадський» розташована на о. Галіндез (Аргентинські острови). До 1996 р. це була британська станція Фарадей, яка була передана Україні Великою Британією [3]. Ця наукова база на Аргентинських островах поблизу Антарктичного півострова була заснована під час Британської експедиції на Землю Грейама ще у 1934-1937 рр.

Порівняно сприятливі кліматичні та льодові умови, транспортна доступність з портів Південної Америки, зумовили те, що субантарктичні острови північно-західної частини Антарктичного півострова, стали форпостами інтенсивного освоєння шельфу та самого континенту. Сьогодні це район максимальної концентрації стаціонарних наукових станцій в Антарктиці та найбільш відвідуємий туристами.

Кількість туристів, які відвідали станцію «Академік Вернадський» з 1995 по 2006 рр., надана на рис. 2. За літній сезон на станції буває від 1 до 5 тис. туристів. У 2007-2011 рр. чисельність відвідувачів станції коливалась близько 1-2 тис. Часто кількість туристів залежить від льодових обставин антарктичних морів.

Біля української станції «Академік Вернадський» розташовані історичні та культурні пам'ятки. Це місця (або артефакти), пов'я-

зані з конкретними особами та експедиціями, що зіграли важливу роль у дослідженні Антарктики:

- Метеорологічна обсерваторія стації Faradey, Wordie House (1947 р.), о. Вінтер;
- кам'яна піраміда з меморіальною дошкою, на якій перераховані члени першої Французької антарктичної експедиції, о. Бус;
- Острів Пітерман;
- Протока Лемайєр.

Крім того, тут відкриті самі південні православна церква, відділення пошти, сувенірна лавка та бар з оригінальними напоями.

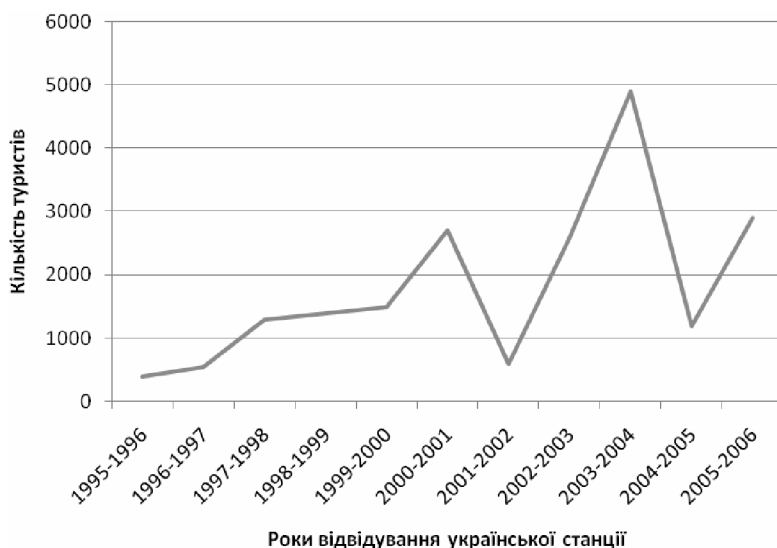


Рис. 2. Кількість туристів, які відвідали станцію «Академік Вернадський» у 1995-2006 рр.

Ознайомившись із загальною характеристикою української антарктичної станції «Академік Вернадський» (місцезнаходження, рельєф, клімат, природні ресурси, наявність історичних та культурних пам'яток), можна зробити висновок, що в районі української станції доцільно розвивати рекреаційно-пізнавальний або екологічний туризм.

Для цього необхідно оцінити місткість рекреаційного центру (одночасну кількість рекреантів, які можуть перебувати на даній території не порушуючи екологічної рівноваги) [4].

Місткість рекреаційного центру за існуючою методикою залежить від величини центру, природних умов, цінності рекреаційних ресурсів і визначається за формулою:

$$Mi = Knyi \cdot Kpi \cdot Hi \cdot KR \quad , \quad (1)$$

де  $Mi$  — рекреаційна місткість  $i$ -го центру, тис. осіб;  $Knyi$  — коефіцієнт природних умов  $i$ -го рекреаційного центру;  $Kpi$  — коефіцієнт цінності рекреаційних ресурсів  $i$ -го центру;  $Hi$  — кількість жителів населеного пункту, де розміщений  $i$ -тий рекреаційний центр, тис. осіб;  $KR$  — коефіцієнт комфортності.

На основі цієї методики було запропоновано новий її варіант для території Антарктиди, яка враховує природні особливості материка, цінність рекреаційних ресурсів, їх статус, час перебування туристів, кількість штату антарктичної станції.

Місткість  $i$ -того центру екологічного туризму (антарктичної станції):

$$MiA = Kpi \cdot Kt \cdot Kny \cdot Kc \quad , \quad (2)$$

де  $MiA$  — рекреаційна місткість  $i$ -го центру в Антарктиді, осіб тур.;  $Kpi$  — коефіцієнт цінності рекреаційних ресурсів  $i$ -го центру;  $Kt$  — коефіцієнт часу перебування;  $Kny$  — коефіцієнт природних умов  $i$ -го рекреаційного центру;  $Kc$  — кількість штату антарктичної станції, осіб.

За цією методикою була розрахована місткість української станції — 33 відвідувача, якщо перебування туристів на станції більше 3 годин. Якщо менше 3 годин, то в 2 рази більше. Перебування на льодовиках передбачає зниження групи відвідувачів до 15 осіб.

Розглянувши існуючі туристичні пропозиції міжнародних туроператорів, була складена програма нового трьохденного екологічного туру «Недоторкана реальність» з пропозицією нових туристичних послуг в районі української антарктичної станції, таких як: дайвінг, каякінг, кемпінг, та відвідуванням історичних і культурних пам'яток. При кількості туристів в групі 20 осіб, загальна вартість туру 1 туриста на станції — 270 \$. При повторюваності 4 тура в місяць економічна ефективність даного екологічного туру за 4-місячний туристичний сезон буде складати 25920 \$.

#### **Висновки:**

1. В районі української антарктичної станції «Академік Вернадський» доцільно розвивати рекреаційно-пізнавальний та екологічний туризм.

2. Було розроблено варіант методики оцінки рекреаційного навантаження для території Антарктиди, яка враховує природні особливості материку, час перебування, статус відвідуваних об'єктів.
3. Була складена нова 3-денна програма екологічного туру «Недоторкана реальність».
4. Прибуток за сезон відвідування від проведення екологічного туру на території української станції може скласти 25920 \$.

Слід підкреслити, що Антарктика є ареною міжнародної співпраці, спільним надбанням людства. Проведення туристичної діяльності в Антарктиці піднімає міжнародний авторитет України.

Вважається, що туризм — єдина альтернатива іншим видам комерційної діяльності в Антарктиці (таким як промисловий вилов криля та риби або зовсім неприпустима розробка корисних копалин). Займаючи порожню нішу на цьому регіональному ринку, туристична галузь може служити джерелом просвіти щодо збереження унікальної природи на Південному материку.

#### *Література*

1. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про туризм» // Відомості Верховної Ради України. — 2003. — № 13. — С. 434-452.
2. Международно-правовой режим Антарктики // Международное право / Отв. ред. Ю. М. Колосов, В. И. Кузнецов. — М.: Международные отношения, 1955. — 608 с.
3. Ігнат'єв С. Український Фарадей // Морська держава. — 2004. — № 1(7). — С. 22-26.
4. Герасименко В. Г. Організація туристичної діяльності — Оdesa: ТЕС, 2007. — 66 с.

*М. В. Люкшина,  
Л. Н. Полетаєва*

### **КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ СТРАНАМИ МИРА ПО ОТРАСЛЯМ ЭКОНОМИКИ**

Влияние антропогенной деятельности на изменение климата на Земле остается достаточно спорным вопросом. Это влияние прослеживается по объемам эмиссии парниковых газов (ПГ) от различных видов человеческой деятельности. В данной работе был проведен кластерный анализ данных Международного Энергетического агентства по выбросам парниковых газов 135 странах мира.

С помощью данного анализа нам удалось оценить вклад каждого из государств в отдельности и группировать их в кластеры.

Для анализа данных о выбросах парниковых газов странами мира был использован метод кластерного анализа. Суть метода заключается в том, что все страны были разбиты на несколько кластеров по видам антропогенной деятельности и по видам транспорта. Разбиение на кластеры было проведено по принципу нахождения наибольшего вклада от отраслей промышленности и видов транспорта, однако в отличие от простого ранжирования, данный вид анализа учитывает взаимное расположение векторов между собой и нам удалось выявить подкластеры внутри каждого из кластеров [1].

Поскольку транспорт является одним из основных источников выбросов парниковых газов в атмосферу, мы провели анализ эмиссии различных видов транспорта [2].

В наших расчетах были использованы данные отчетов Международного Энергетического Агентства за 2010 г. Методом кластерного анализа были построены дендрограммы с кластерами и приведены таблицы с более подробным содержанием каждого из кластеров (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1.

Перечень стран каждого из кластеров выбросов ПГ различных для видов антропогенной деятельности 135 стран мира

1 а	Эритрея, Гибралтар, Габон, Того, Замбия, Исландия, Конго, Гаити, Албания, Мозамбик, Конго, Мальта, Непал, Таджикистан, Армения, Намибия, Никарагуа, Камбоджи, Ботсвана, Нидерландские Альтийские о-ва, Сенегал, Камерун, Грузия, Бенин, Кот Дивуар, Молдова, Киргизстан, Эль Сальвадор, Латвия, Парагвай, Тайвань, Уругвай, Гондурас, Панама, Бруней-Дарусалам, Коста Рика, Эфиопия, Ямайка, Кения, Мьянма, Гана, Люксембург, Ангола, Боливия
1 б	Кипр, Зимбабве Литва, Македония, Шри-Ланка Монголия
2 а	Судан, Гватемала, Словения, Хорватия, Йемен, Иордания, Доминиканская Республика, Тунис, Эстония, Ливан, Бахрейн, Азербайджан, Босния и Герцеговина, Словакия, Эквадор, Куба, Новая Зеландия, Норвегия, Оман, Перу, Ирландия, Марокко, Швеция, Швейцария, Венгрия, Сингапур, Нигерия, Тринидад и Тобаго, Дания, Туркменистан, Бангладеш, Португалия, Колумбия, Катар, Австрия, КНДР
2 б	Болгария, ЛАД, Финляндия, Гон Конг, Сербия, Сирия, Чили, Беларусь, Филиппины, Румыния, Израиль, Алжир, Бельгия, Кувейт.
3 а	Ирак, Греция, Вьетнам, Узбекистан, Чехия, Пакистан, Венесуэла, Аргентина, Нидерланды, Малайзия, Египет, ОАЭ, Казахстан, Таиланд, Турция, Украина, Испания, Китайский Тайпей, Польша, Франция, Бразилия, Индонезия, Италия, Мексика, Саудовская Аравия, Великобритания, Южная Африка, Канада, Австралия, Иран, Корея, Германия, Япония, Россия, Индия
3 б	США
3 в	Китай

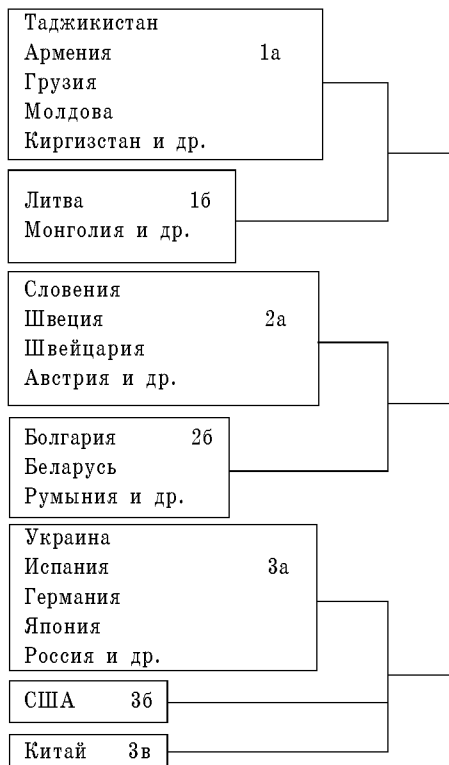


Рис. 1. Дендрограмма результатов кластерного анализа выбросов ПГ для различных видов антропогенной деятельности 135 стран мира

Мы получили 3 кластера с подкластерами в каждом из них. От 1 до 3 кластера нарастает степень возрастающего влияния на атмосферу эмиссии парниковых газов группы стран. Подкластеры (1а и 1б) — страны с наименьшим вкладом парниковых газов, их влияние минимально. Вторая группа (2а и 2б) — кластеры стран с большим влиянием, чем в первом случае, и в последнем, третьем кластере, находятся страны с максимальным вкладом ПГ в атмосферный воздух. США и Китай выделены в отдельные подкластеры, поскольку спектр отраслей промышленности в обеих странах очень отличается. Хотя по общему количеству выбросов ПГ США и Китай можно было бы определить в один кластер, но в этом и есть преимущество данного метода — он учитывает соотношение выбросов каждой из отраслей экономики.



Далее был проведен кластерный анализ выбросов ПГ от транспорта 59 стран мира (имевшихся в отчете первичных данных). Здесь мы получили 2 кластера с подкластерами внутри (рис. 2, табл. 2).



Рис. 2. Дендрограмма результатов кластерного анализа выбросов парниковых газов от транспорта 59 стран мира

Таблица 2.

Перечень стран каждого из кластеров ПГ (транспорт)

1 а	Албания, Армения, Молдова, Исландия, Македония, Грузия, Эстония, Босния и Герцеговина, Мальта, Латвия, Азербайджан, Беларусь, Литва, Словения, Сербия, Словакия, Хорватия, Люксембург, Болгария
1 б	Казахстан, Норвегия, Финляндия, Болгария, Новая Зеландия, Дания, Ирландия, Швейцария
2 а	Чешская республика, Румыния, Швеция, Греция, Австрия, Украина, Китайский Тайпэй, Бельгия, Малайзия, Польша, Турция, ЮАР, Таиланд, Нидерланды, Индонезия, Австралия, Корея, Саудовская Аравия, Иран, Испания, Индия, Италия, Великобритания, Франция, Канада, Бразилия, Мексика, Германия, Россия
2 б	Япония, Китай
2 в	США

Как и в первом случае, группа (1а и 1б) — кластеры стран с меньшим влиянием ПГ на окружающую среду. Страны с большим влиянием, а, следовательно, большими выбросами, входят во вторую группу (2а, 2б и 2в). В данном случае наибольшее влияние принадлежит США. Япония и Китай находятся в одном подкластере, их влияние меньше по сравнению с США.

**Выводы.** В результате обработки данных Международного энергетического Агентства мы пришли к выводу, что за последние 20 лет ряд стран (Китай, США, Индия) значительно увеличили выбросы парниковых газов. Китай достиг лидирующих позиций по эмиссии парниковых газов, вместе с тем имеет низкую эффективность производства продукции, что выражается в большой энергоёмкости продукции в пересчете на \$ США.

135 стран мира в результате исследования нам удалось разделить на 3 кластера и 7 подкластеров по видам антропогенной деятельности и на 2 кластера (5 подкластеров) по выбросам ПГ от транспорта. Лидерами в первом случае являются Китай и США, во втором — США, Китай и Япония. В результате кластеризации мы выявили те страны, которые в соответствии с Киотским протоколом должны будут либо покупать квоты, либо снижать выбросы, например, путем совершенствования технологии производства. К сожалению, основные «виновники» выбросов ПГ — США и Китай не взяли на себя обязательств по выполнению решений Киотского протокола.

Вопрос изменения климата остается не изученным до конца, так как существует множество факторов способствующих изменению климатических процессов. Перед учеными стоит задача — оценить вклад в изменения климата антропогенных и природных факторов.

### *Литература*

1. Reducing transport greenhouse gas emissions: Trends & Data 2010 — © OECD/ITF 2010
2. CO<sub>2</sub> EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION, HIGHLIGHTS. © OECD/IEA, 2011, International Energy Agency

### *Резюме*

У цій роботі проведено кластерний аналіз даних Міжнародного Енергетичного агентства по викидах парникових газів у 135 країнах світу. За допомогою цього аналізу оцінюється вклад кожної держави.

**О ТОЧНОСТИ ПОЛУЧАЕМЫХ ОТ РАДИОТЕОДОЛИТА УЛ  
ДАННЫХ О МЕСТОНАХОЖДЕНИИ РАДИОЗОНДА В  
ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ В ПРОЦЕССЕ  
ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Первичные данные измерений, приводимые в распечатке УЛ, содержат как результаты прямых измерений так и расчетные данные. Точность прямых измерений зависит от точности датчиков температуры и влажности. Эти данные сверяются с термометром и гигрометром находящимися в метеобудке при проверке радиозонда и определяются их точностью.

Точности измерения дальности, и измерения углов должны определяться при проверке радиотеодолита в органах Госстандарта, но до настоящего времени не имеется инструкции по его проверке утвержденной Госстандартом, а проверка Радиотеодолита УЛ на месте его установки не производится.

Ошибки измеренной дальности и углов войдут в расчет высоты радиозонда (Р.З.) Изготовитель радиотеодолита в своих документах гарантирует измерение дальности с точностью  $(0,002 + 0,0002 \cdot D)$  км, измерение углов с точностью 0,1 градуса. Пока что мы принимаем это утверждение на веру. Судить о точности определения азимута в процессе зондирования сложно, т.к. не с чем сравнить показания УЛ, но возможно, хоть и приблизительно, проверить точность распечатки показаний угла места и рассчитываемой высоты радиозонда (Р.З.), что косвенно позволяет судить и о точности азимута, так как принцип измерения угла места и азимута методом равносигнальной зоны одинаков.

Приближенный контроль высоты Р.З. можно произвести по известной скороподъемности оболочки Р.З. равной (300-400 м/мин.). Если полученная в распечатке скороподъемность выходит за указанные пределы следует попытаться проверить ее расчетным способом.

Расчет высоты Р.З. производится программой УЛ по измеренным углу места ( $y.m.$ ) и наклонной дальности по формуле (1) с последующим введением поправок на кривизну поверхности земли

$$h = nD \cdot \sin(y.m.) , \quad (1)$$

где  $h$  — высота,  $nD$  — наклонная дальность,  $y.m.$  — угол места или вертикальный угол Р.З.

Следовательно можно произвести такой расчет независимо от компьютера вручную. Если значение рассчитанной по данной формуле высоты не совпадает с распечаткой следует предположить ошибку в измерении угла места или наклонной дальности. Причем, рассчитанная таким образом (по выше приведенной формуле) высота Р.З. всегда должна быть меньше высоты, рассчитанной компьютером, так как в нее не войдет поправка на кривизну поверхности земли.

В табл. 1 приведены данные для двух выпусков взятых произвольно, то есть без специальной подборки данных за 16 и 17 марта. Из приведенных в табл. 1 данных видно, что наибольшие изменения угла места (скачки) происходят в первые две минуты полета Р.З. Затем значения угла места изменяются меньше и более плавно. Начиная с третьей минуты во многих выпусках высота расчетная становится больше полученной от УЛ, чего быть не может в действительности, так как к рассчитанной по формуле «вручную» высоте не прибавлялась поправка на кривизну земной поверхности. Следовательно данные УЛ не верны.

Известно, что добавленная к основной широкоугольная антенна имеет ширину диаграммы направленности антенны (ДНА) по половинной мощности порядка 100 градусов в вертикальной и горизонтальной плоскостях (определена по сектору засветки помехой). Последнее, сделано изготовителем радиотеодолита предположительно для того, чтобы в начале зондирования на малых дальностях от антенного устройства при быстром перемещении Р.З. УЛ не терял цели, а успевал ее отслеживать. За это пришлось заплатить точностью измерения углов. Широкоугольная антенна работает примерно в течение двух минут и, поскольку, у нее достаточно широка равносигнальная зона, которой пеленгуется цель, точность определения, как азимута, так и угла места не велика. Это и объясняет причины как неравномерного вращения антенны, так и скачков у.м. отмеченных при выпусках Р.З., показанных в приведенных выше расчетах.

За две минуты Р.З. поднимается на высоту 600-800 м. Затем происходит переключение антенн и за целью начинает следить узкоугольная более точная антенна. Теперь разброс значений измеряемых углов места уменьшается, точность определения Р.З. в пространстве увеличивается.

Поскольку УЛ не поверялся и установить соответствует ли точность измерения дальности заявленной изготовителем УЛ, возможны погрешности не только в измерении углов но и в измерении дальности, а, следовательно, и в расчете высоты радиотеодолитом.

Таблица 1.

Время, мин.			Дальн. УЛ	УМ расчетный		Высота УЛ, м	Разность высот УЛ и расчетной
	т.д	град		рад	град		
16.03.12 г.							
1	485	29,10	682	0,572811	28,22480	390	-0,87520000
2	440	26,40	1527	0,504421	28,90119	738	2,50119153
3	449	26,94	2255	0,499442	28,61591	1080	1,67591385
4	445	26,70	3080	0,487967	27,95845	1444	1,25845189
5	422	25,32	4075	0,458333	26,26056	1803	0,94056034
время	Ум ТД	ум УЛ гр	ум рад УЛ	дальУЛ	выс УЛ	выс расч	разность
1	485	29,10	0,507891	682	390	331,6807295	58,3192705
2	440	26,40	0,460767	1527	738	678,9579186	-59,0420814
3	449	26,94	0,470192	2255	916	1021,643966	105,643966
4	385	23,10	0,403171	3080	1202	1208,398319	6,3983192
5	409	24,54	0,428304	4075	1515	1692,463289	177,463289
время	ум УЛ	ум УЛ гр	ум рад УЛ	высота УЛ	даль УЛ	дальн расч	Разность дальности
1	485	29,10	0,507891	390	682	801,9157472	119,915747
2	440	26,40	0,460767	738	1527	1659,787697	132,787697
3	449	26,94	0,470192	1080	2255	2383,805005	128,805005
4	445	26,70	0,466003	1444	3080	3213,752377	133,752377
5	422	25,32	0,441917	1803	4075	4215,833644	140,833644
17.03.12 г.							
время	У.м. УЛ			Угол места расчетн.		Высота УЛ	Разность у.м.
	в тд	град		Рад.	Град.		
1	892	53,52	379	0,572811	32,83632	363	-20,68367800
2	794	47,64	846	0,941617	53,95067	684	6,31067094
3	835	50,10	1246	0,949289	54,39024	1013	4,29024168
4	839	50,34	1628	0,937189	53,69695	1312	3,35695379
5	663	39,78	2410	0,726022	41,59802	1600	1,81802342
	ум	ум УЛ гр	ум рад УЛ	даль УЛ	выс. УЛ	выс. расч.	Разность высот УЛ и расчетной
1	892	53,52	0,934100	379	363	304,7404243	59
2	794	47,64	0,831475	846	684	625,131322	59
3	835	50,10	0,874410	1246	916	955,8877792	-39
4	385	23,10	0,403171	1628	1202	638,7248259	563
5	409	24,54	0,428304	2410	1515	1000,941479	514
	ум УЛ	ум УЛ гр	ум рад УЛ	высота УЛ	даль УЛ	дальн. расч.	Разность дальности
1	892	53,52	0,934100	363	379	451,4563512	-72
2	794	47,64	0,831475	684	846	925,6679031	-80
3	835	50,10	0,874410	1013	1246	1320,445797	-74
4	839	50,34	0,878599	1312	1628	1704,238475	-76
5	663	39,78	0,694292	1600	2410	2500,619376	-90

Все выше сказанное приводит к значительным ошибкам определения скорости и направления ветра в слое от поверхности земли до 1000 м, что подтверждается практикой аэрологических наблюдений.

*Н. Ю. Даус*

## **ОРГАНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ В АРХИТЕКТУРЕ**

Природные, или естественные, строительные материалы и изделия получают непосредственно из недр земли или путем переработки древесных материалов. Чаще других, из природных используют древесные и каменные материалы и изделия. Кроме них, в готовом к употреблению виде или при механической обработке можно получить природный битум или асфальт, камыш, торф, костру и другие природные продукты.

Природными каменными материалами называют строительные материалы, получаемые из горных пород за счет применения лишь механической обработки (дробления, раскалывания, распиливания, шлифования, полирования и др.). В результате такой обработки природные каменные материалы почти полностью сохраняют физико-механические свойства горной породы, из которой они были получены.

По происхождению горные породы разделяют на три группы: магматические (изверженные), осадочные и метаморфические.



Бутовый камень служит материалом для кладки фундаментов, стен не отапливаемых зданий и сооружений, подпорных стенок и др. Отходы при заготовке бутового камня дробят и используют в виде щебня для бетонов.

Стеновые камни и блоки изготовляют из известняков, вулканических туфов и других горных пород плотностью до 2200 кг/м<sup>3</sup>. Размеры камней для ручной кладки 390×190×190 мм, размеры укрупненных блоков для механизированной кладки устанавливают исходя из прочности породы и грузоподъемности кранов. Правильную геометрическую форму и требуемые размеры камней и блоков получают, как правило, выпиливая их из массива при помощи камнерезных машин; значительно реже выпускают колотые штучные камни. Лицевая поверхность стеновых камней и блоков должна отвечать требованиям декоративности.

Камни и блоки из легких горных пород являются в ряде районов нашей страны местными материалами. Стены жилых и общественных зданий из легких природных камней и блоков значительно дешевле кирпичных и имеют красивый внешний вид.

Облицовочные камни и плиты изготовляют из блоков природного камня путем их распиливания или раскалывания с последующей механической обработкой. Горные породы для получения блоков-полуфабрикатов следует выбирать с учетом эксплуатационных условий, в которых будут находиться изготовленные из них облицовочные изделия. Так, горные породы, предназначенные для наружной облицовки, должны быть атмосферостойкими, без трещин и следов выветривания, иметь красивую и неизменную окраску. Для этой цели применяют: граниты, сиениты, диориты, габбро, лабрадориты, кварциты, плотные известняки, туфы, песчаники. Горные породы, используемые для внутренней облицовки, должны иметь красивую окраску и легко полироваться. Чаще всего для внутренней облицовки применяют мрамор.

Облицовочные камни и плиты бывают пилеными и тесаными. Пиленые изделия, как правило, дешевле и долговечнее тесаных, так как при распиловке горных пород удается получать сравнительно тонкие изделия без микротрещин, которые возникают при теске камня.

Плиты для облицовки стен и настилки полов должны иметь прямоугольную форму и заданные размеры. Кроме того, лицевой поверхности плит придают различную декоративную фактуру. В зависимости от способа выполнения фактуры делят на: ударные, получаемые скалыванием частиц камня (фактура «скалы», бугристая, бороздчатая, точечная, рифленая), и абразивные, получаемые путем истирания поверхности различными абразивами (пиленая, шлифованная, лощеная, зеркальная).

Плиты и камни из изверженных горных пород (граниты, лабрадориты, габбро и др.) применяют для наружных облицовок цоколей и фасадов монументальных зданий, долговечных и декоративных полов в помещениях общественных зданий с интенсивными людскими потоками, например, на станциях метрополитена, вокзалах и в универсамах, а также для облицовки набережных, гидротехнических сооружений и др. При производстве мраморных плит получают большое количество отходов в виде обрезков, которые используют для устройства мозаичных полов.

Из природного камня, кроме облицовочных плит, изготавливают профильные детали, например плинтусы, угловые детали и детали граненых и каннелированных облицовок, а также ступени, подоконники и др.

Кровельные плитки из глинистого (кровельного) сланца весьма долговечный кровельный материал для сельского строительства. Раскалывая и отрубая материал, ему придают прямоугольную или ромбическую форму.

В дорожном строительстве широко применяют разнообразные изделия из природного камня, например брусчатку, колотый или булыжный камень, бортовые камни. Эти изделия изготавливают из изверженных или осадочных горных пород, которые должны иметь высокую прочность, низкое водопоглощение, хорошо сопротивляться ударным и истирающим нагрузкам, быть морозостойкими, а также не должны быть затронуты выветриванием. Такие же требования предъявляют к каменным материалам (граниту, диориту, диабазу, габбро), предназначенным для защитных плит-оболочек гидротехнических сооружений. Материалы и изделия из природного камня (базальта, диабазы и др.) используют также для конструкций, работающих при высоких температурах. Кроме того, материалы и изделия из гранита, диорита, кварцита, базальта, диабазы и кремнистого песчаника в виде облицовочных камней и плит правильной формы применяют для защиты конструкций зданий и аппаратов от воздействия кислот.

*Древесина* — материал, широко применяемый в строительной промышленности, так как он обладает высокой прочностью при небольшой плотности, малой теплопроводностью, легкостью механической обработки. Вместе с тем в древесине присутствуют и недостатки: неравнозначность ряда свойств в различных направлениях, легкая загниваемость и возгораемость, высокая гигроскопичность, наличие ряда пороков.



**Круглые лесоматериалы** — очищенные от сучьев отрезки древесных стволов: бревна строительные и пиловочные должны иметь диаметр верхнего торца не менее 14 см и длину 4-6,5 м, должны быть ошкурены и опилены под прямым углом к продольной оси.

По качеству бревна подразделяют на три сорта:

- подтоварник — часть ствола дерева с диаметром верхнего торца 8-13 см и длиной 3-9 м;
- жерди имеют диаметр верхнего торца 3 см и длину 3-9 м;
- рудничные стойки — круглый лесоматериал длиной 0,5-5 м и толщиной в верхнем торце 7-30 см. Отклонения длины стоек допускаются в размере  $\pm 2$  см, диаметра  $\pm 0,5$  см для стоек толщиной до 11 см (включительно) и  $\pm 1$  см для стоек толщиной 12 см и более.

**Пиломатериалы** изготавливают путем продольной распиловки пиловочных бревен:

- пластины или распилы — распиловкой бревна на две половины;
- четвертины — распиловкой по двум взаимно перпендикулярным диаметрам;
- горбыль или обapol — срезанная наружная часть бревна. Обapol может быть горбыльным, когда пропил имеется только с одной стороны или дощатым — с пропилом с двух сторон;
- доски — пиломатериал, ширина которого более двойной толщины. Толщина досок 13-100 мм, ширина — 80-250 мм. Доски хвойных пород имеют длину до 6,5 м, лиственных — до 5 м с градацией через 0,25 м. Доски бывают необрезные (с неопиленными кромками на всю длину или на половину доски) и обрезные (пропил должен быть более чем на половину длины доски). По качеству древесины и обработке доски подразделяют на пять сортов — отборный, 1, 2, 3 и 4;
- брусья имеют толщину или ширину 100-250 мм при отношении ширины к толщине менее двух. Брусья, опиленные с двух сторон, называют двухкантными или шпальным брусом, а пропиленные с четырех сторон — четырехкантными;
- бруски — пиломатериал типа бруса толщиной до 100 мм, длина его та же что и у досок.

**Изделия из древесины:**

- Строганные погонажные изделия — доски для полов, шпунтованные доски, фальцевые доски; профильные погонажные изде-

лия — плитусы и галтели, поручни для перил, наличники для оконных и дверных коробок, а также доски подоконников;

- изделия для паркетных полов — штучный, наборный и щитовой паркет, а также паркетные доски;
- столярные плиты — речные щиты, оклеенные с одной или двух сторон строганой фанерой или шпоном (для дверей, перегородок, полов и щитовой мебели);
- строительная фанера — плоский лист, состоящий из трех, пяти и более слоев шпона.

Шпон получают на лущильных станках путем срезания слоя древесины (березы, ели, сосны и т.д.) в виде непрерывной широкой ленты с вращающегося предварительно распаренного кряжа и последующего раскраивания на форматные листы. Листы шпона склеивают таким образом, чтобы волокна двух смежных слоев были взаимно перпендикулярны, что придает фанере прочность большую, чем у древесины. Фанеру выпускают толщиной до 22 мм. Фанера бывает повышенной, средней и ограниченной водостойкости.

#### *Основные сведения о минеральных вяжущих веществах и их классификация*

Минеральными вяжущими веществами называют искусственно получаемые порошкообразные тонкодисперсные материалы, которые при заполнении водой (водными растворами) образуют пластичное тесто, способное в результате физико-химических процессов затвердевать, т. е. переходить в камневидное состояние. Это свойство минеральных вяжущих веществ позволяет широко использовать их для приготовления строительных растворов и бетонов, а также для производства различных безобжиговых искусственных каменных материалов, изделий и деталей, клеящих и красочных составов. Это самая большая по номенклатуре, наиболее распространенная и значимая по применению группа строительных материалов.

*Минеральные вяжущие вещества* разделяют на воздушные и гидравлические. Воздушные вяжущие — вещества, которые способны твердеть, длительное время сохранять и повышать свою прочность только на воздухе. К воздушным вяжущим относятся воздушная известь, гипсовые и магнезиальные вяжущие, жидкое стекло и др.

Гидравлическими вяжущими называют вещества, которые способны твердеть, длительное время сохранять и повышать свою прочность не только на воздухе, но и в воде. К гидравлическим вяжущим относятся гидравлическая известь, романцемент, портландце-

мент и его разновидности, глиноземистый цемент, водонепроницаемые расширяющиеся и безусадочные цементы и др.

*Строительная воздушная известь* представляет собой вяжущее вещество, получаемое умеренным обжигом (не до спекания) известняков, содержащих не более 6 % глинистых примесей. В результате обжига образуется продукт в виде кусков белого цвета, называемый негашеной комовой известью (кипелкой). В зависимости от характера последующей обработки различают следующие виды воздушной извести: негашеная молотая, гашеная гидратная (пушонка), известковое тесто, известковое молоко.

*Производство воздушной извести.* В качестве сырья для производства воздушной извести используют известняки, мел, доломитизированные известняки и др., состоящие в основном из углекислого кальция  $\text{CaCO}_3$ , а также небольшого количества примесей — доломита, гипса, кварца и глины. Известь, как правило, применяют в строительстве в виде раствора, т. е. в смеси с песком.

*Области применения.* Воздушную известь используют для приготовления известково-песчаных и смешанных строительных растворов, применяемых для каменной кладки и штукатурки, в производстве силикатных изделий, а также в качестве связующего вещества для малярных красочных составов. Кроме того, воздушную известь молотую и пушонку употребляют при производстве известково-пуццолановых и известково-шлаковых цементов, которые обладают гидравлическими свойствами.

Растворы и изделия, изготовленные на воздушной извести, не следует применять во влажных помещениях и кладке фундаментов, так как они неводостойки. Штукатурные растворы на молотой негашеной извести рекомендуется использовать как при положительной, так и при отрицательной температуре наружного воздуха. В данном случае благодаря тому, что во время приготовления и нанесения раствора выделяется большое количество теплоты, излишки влаги испаряются, а сам раствор быстро набирает прочность.

*Гипсовыми вяжущими веществами* называют материалы, состоящие из полуводного гипса или ангидрита и получаемые путем тепловой обработки тонко измельченного исходного сырья.

Гипсовые вяжущие вещества в зависимости от температуры обработки сырья разделяют на две группы: низкообжиговые и высокообжиговые. Низкообжиговые гипсовые вяжущие, характеризуются быстрым твердением. Высокообжиговые гипсовые вяжущие

отличаются медленным твердением. К низкообжиговым гипсовым вяжущим веществам относят: формовочный, строительный и высокопрочный гипс, а также гипсовые вяжущие из материалов содержащих гипс. К высокообжиговым вяжущим веществам относят: ангидритовое вяжущее (ангидритовый цемент) и высокообжиговый гипс (экстрих-гипс).

*Применение строительного гипса.* Строительный гипс применяют для изделий и деталей, используемых в конструкциях зданий и сооружений при относительной влажности воздуха не более 60 %. Из строительного гипса изготавливают гипсовые и известково-гипсовые штукатурные растворы, декоративные, теплоизоляционные и отделочные материалы, а также различные архитектурные детали методом отливки.

*Высокопрочным гипсом* называют вяжущее, состоящее в основном из полуводного сульфата кальция, получаемое термической обработкой двуводного гипса в автоклаве под давлением пара или кипячением в водных растворах некоторых солей с последующими сушкой и измельчением в тонкий порошок. Он обладает меньшей водопотребностью (около 45 %), что позволяет получать гипсовые изделия с большой плотностью и прочностью.

Высокопрочный гипс применяют для изготовления архитектурных деталей и строительных изделий с повышенными требованиями по прочности.

#### ***Особенности использования органических материалов при проектировании:***

- уменьшать до минимума число необходимых частей здания и число отдельных комнат в доме, образуя целое как замкнутое пространство;
- связывать здание, как целое, с его участком путем придания ему горизонтальной протяженности и подчеркивания плоскостей, параллельных земле, но не занимать зданием лучшей части участка;
- не делать комнату коробкой, а дом — другой коробкой, для чего превращать стены в ширмы, ограждающие пространство; потолки, полы и ограждающие ширмы должны переливаться друг в друга, образуя одно общее ограждение пространства, имеющего минимум подразделений;
- извлечь основание дома, содержащее в себе негигиеничный подвал, из земли, поместить его полностью над землей, превратив его

в низкий цоколь для жилой части дома, сделав фундамент в виде низкой каменной платформы, на которой должен стоять дом;

- все необходимые проемы, ведущие наружу или внутрь, привести в соответствие с человеческими пропорциями и размещать их в схеме всего здания естественно — то ли в единичном виде, то ли группами;
- исключить комбинирование различных материалов и, по мере возможности, стремиться к применению одного материала в постройке;
- совмещать отопление, освещение, водоснабжение со строительными конструкциями так, чтобы эти системы стали составной частью самого здания;
- совмещать с элементами здания, насколько это возможно, предметы обстановки, как элементы органической архитектуры, делая их едиными со зданием и придавая им простые формы;
- исключить работу декоратора. Если он не привлечет на помощь стили, то уж обязательно будет применять «завитушки и цветочки».



**Вывод:** Органические материалы получили широкое применение в строительстве загородных домов и пользуются неизменным спросом из-за своей натуральности и экологичности. Так же органические материалы имеют архитектурную выразительность. Однако при проектировании следует соблюдать ряд рекомендаций, что бы использовать их ресурс.

### *Резюме*

Мета цієї статті — перерахувати основні види органічних матеріалів і показати особливості їх використання в архітектурі.

## СОВЕЩАНИЕ-СЕМИНАР

---

---

*В.Н. Сытов*

### **СОВЕЩАНИЕ-СЕМИНАР РУКОВОДИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ МОРСКОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЕТИ УКРАИНЫ (17-20 сентября 2012 г., г. Севастополь)**

Согласно плану проведения совещаний-семинаров руководителей и специалистов гидрометеорологических организаций Министерства чрезвычайных ситуаций Украины на 2012 год в г. Севастополе на базе Севастопольской ГМО РЦГМ в АР Крым 17-20 сентября проведено совещание-семинар руководителей и специалистов морской гидрометеорологической сети: «Состояние морских наблюдений и гидрометеорологическое обеспечения морских отраслей». В работе совещания приняли участие океанологи, начальники секторов, отделов и лабораторий, начальники ЦГМ морских областей Украины, начальник РЦГМ в АР Крым А. С. Рошак, руководители отделов УкрГМЦ и директор УкрГМЦ Н. И. Кульбида.

В докладе директора УкрГМЦ, к.г.н. Кульбиды Н. И. было отмечено, что основные задания и функции по гидрометеорологическому обеспечению информацией и прогнозами органов государственной власти, объектов морехозяйственной деятельности и населения Украины морскими подразделениями УкрГМЦ МЧС Украины выполняются. Докладчик отметил, что за прошедшее пятилетие финансирование сети практически отсутствовало. На 2013-2016 гг. планируется техническое переоснащение морской наблюдательной сети, подготовлена Программа для Минэкономики Украины, которая прошла первичное рассмотрение в соответствующих инстанциях Министерства.

Е. П. Люберец, начальник отдела морской гидрометеорологии Севастопольской ГМО, представила доклад, в котором на основании прекрасно подобранных фактов показано, насколько важна была для обеспечения безопасности функционирования морехозяйственных организаций работа Гидрометслужбы. И в настоящее время этими уникальными более чем столетними временными рядами пользуются для моделирования гидрометеорологических процессов и для оценок изменений климата.

Начальник отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ Савилова А. И. в своем докладе остановилась на проблемах прог-

ностической и методической деятельности ГМЦ ЧАМ в Азово-Черноморском регионе, отметила высокую оправдываемость составляемых прогнозов.

В докладах начальника отдела системы наблюдений и гидрометеорологического обеспечения УкрГМЦ Л. В. Ткач и заведующей сектором отдела метеорологических прогнозов УкрГМЦ Л. В. Гумоненко была показана важность гидрометеорологической информации, прогнозов, штормовых предупреждений для государственных организаций. УкрГМЦ ежедневно обслуживает и передает необходимые сведения о состоянии погоды и прогнозы в более чем 150 госучреждений, в том числе и в Укрморречинспекцию.

Большой интерес у специалистов вызвали доклады сотрудников Севастопольской ГМО: д.ф.-м.н., зав. сектором обработки гидрометеорологической информации Евстигнеева М. П., Хомич А. И., Любарец Е. П. посвященные методическим аспектам внедрения усовершенствованных автоматизированных систем обработки гидрометеорологических данных (АССОКА) и техническим проблемам обеспечения морских гидрометеорологических наблюдений.

Начальник Донецкого РЦГМ Л. П. Радионова, заместитель начальника Запорожского ЦГМ Сорокина Т. П., начальник Херсонского ЦГМ Мельничук С. И. и Романовская О. В. — начальник отдела гидрометпрогнозов и гидрометеорологического обеспечения Мариупольской ГМО в своих выступлениях подняли вопросы гидрометеорологического обеспечения морских отраслей и состояние выполнения плана морских видов наблюдений. Отмечено, что в отсутствии финансирования, сохранены объемы и качество гидрометеорологических данных. Докладчиками была освещена проблема договорных отношений с морскими портами, высказана необходимость в рамках нового Закона Украины «О портах» подготовить Соглашение, которое упорядочит взаимоотношения руководства украинских портов и УкрГМЦ.

Радионова А. С., инженер по качеству, в докладе «Основы системы управления качеством в Донецком РГМЦ» показала, на опыте внедрения в Донецком РГМЦ системы мониторинга качества (СМК), что развитие СМК в направлении гидрометеорологического обслуживания морских наблюдений выведет все морские центры на новый, более высокий уровень работы, принесет больше доходов и повысит удовлетворенность работников.

Об опыте международного сотрудничества в исследованиях дельты Дуная было рассказано, а также и показано в фильме, представ-

ленным заместителем директора Дунайской ГМО Ковалевым В. А., начальником АППИ Корниловым М. В. и синоптиком Чороба Т. Ю.

Важный вопрос о подготовке и выпуске материалов Государственно водного кадастра был поднят в докладе заведующей сектором ГВК ЦГО Диденко Г. В.

Научно-производственные проблемы использования численных методов в прогнозах параметров морских вод, спутниковой информации в оперативной деятельности подразделений УкрГМЦ рассматривались заместителем начальника ГМЦ ЧАМ, к.ф.-м.н. А. С. Матыгиным, директором Севастопольской ГМО, к.г.н. Наумовой В. А., директором МО УкрНИГМИ Ю. П. Ильиным, заведующим лабораторией гидрометеорологии моря МО УкрНИГМИ В. В. Фоминым. Физические причины формирования стихийных гидрометеорологических явлений, влияния изменений климата на морские воды северо-западного шельфа Черного моря рассмотрены в сообщениях Савиловой А. И., к.г.н. Попова Ю. И., Матыгина А. С. (ГМЦ ЧАМ), Куташина О. Г. (Севастопольская ГМО). Результаты и проблемы химического мониторинга морских вод и внедрения береговых автоматизированных комплексов и дрейфтеров приведены в докладах сотрудников МО УкрНИГМИ к.г.н. Мезенцевой И. В. и ст.н.с. Репетина Л. Н.

Вышеперечисленные доклады и сообщения, а также Проект рекомендаций совещания-семинара приведены в настоящем сборнике.

#### ПРОЕКТ

### *Рекомендации совещания-семинара руководителей и специалистов морской гидрометеорологической сети по вопросам гидрометобеспечения морских отраслей экономики и состояния морских гидрометеорологических видов наблюдений*

20 сентября 2012 г.

г. Севастополь

В совещании-семинаре принимали участие руководители и специалисты гидрометеорологических организаций с морским разделом работ МЧС Украины, руководители областных и региональных центров по гидрометеорологии, Украинского Гидрометцентра, Центральной геофизической обсерватории, а также специалисты МО УкрНИГМИ и МГИ НАН Украины.

На совещании-семинаре были рассмотрены вопросы гидрометобеспечения морских отраслей экономики, состояния системы морских гидрометеорологических наблюдений, методического и научного руководства производством морских гидрометеорологических



наблюдений. При рассмотрении вопросов было уделено особое внимание обсуждению мероприятий, направленных на усовершенствование деятельности гидрометеорологических организаций с морским разделом работ, в т.ч. как наблюдательной сети, так и прогностических подразделений.

На основании заслушанных докладов были сделаны выводы о том, что в настоящее время гидрометеорологические организации выполняют основные морские виды работ и функции гидрометеорологического обеспечения морской отрасли на должном уровне.

√ Проводится гидрометеорологическое обеспечение и обслуживание по 39 объектам (акватории портов и подрайонов моря) в виде предоставления прогностической и фактической справочной информации заинтересованным организациям. Основными потребителями морской г/м информации в 2012 году были зарубежный и отечественный флот, а также организации и предприятия морехозяйственного комплекса, Одесский, Ильичевский, порт Южный, Белгород-Днестровский, Севастопольский, Ялтинский, Керченский, Мариупольский и другие морские торговые и рыбные порты, а также Государственный морской спасательно-координационный центр Минтранса Украины (МАРС ДМРГ), «Черномортехфлот», Одесский региональный центр регулирования чрезвычайных ситуаций на водных объектах (РКЦР), Госгидрография центра навигационной информации и др.

√ Морскими подразделениями за год составляется прогнозов: 16380 — морских гидрологических, 7996 — по портам, 4670 — метеорологических, 1456 — на вторые и третьи сутки, 1820 — на 5 суток. Средняя оправдываемость морской прогностической информации по акватории основных портов и судоходных районах АЧБ составляет 91-98 %. Потребители заблаговременно предупреждаются об опасных явлениях.

√ Потребителям в случае угрозы возникновения на Азово-Черноморском бассейне (АЧБ) морских ОЯ и СГЯ или РИП своевременно составлялись и доводились штормовые предупреждения о формировании и развитии погодных условий на АЧБ. Оправдываемость штормовых предупреждений — 95 %, предупрежденность — 96 %; средняя заблаговременность -17 часов.

√ План морских прибрежных наблюдений подавляющим большинством подразделений выполняется полностью. Основные зада-

чи и функции по производству морских гидрометеорологических наблюдений и работ, а также сбора, обработки данных морских наблюдений, в основном, выполняются на надлежащем уровне.

√ Сотрудниками Севастопольской ГМО продолжена работа по совершенствованию систем автоматизированной обработки данных гидрометеорологических наблюдений АССОКА. Разработано новое программное обеспечение АССОКА (Морская гидрохимия) на основе предыдущей версии. Создан модуль единой справочной системы паспортных данных по пунктам наблюдений, сведениях о приборах и нивелировках за весь исторический ряд.

√ Методическое и техническое сопровождение программного комплекса АССОКА в производственных подразделениях морской береговой сети осуществляется с использованием сайта Севастопольской ГМО, на котором проводится обновление версий АССОКА, консультации по работе в них, обсуждаются замечания и предложения по улучшению программного комплекса.

√ Продолжается работа по созданию архива материалов морских гидрометеорологических наблюдений на технических носителях. Создан архив данных наблюдений с 1950 года, по отдельным пунктам за весь период наблюдения в формате библиотеки электронных таблиц (БЭТ) формата Excel и базы данных в формате MS Access. Общий объем: 43000 таблиц (порядка 6 Гб информации) — в формате БЭТ, и 2 Гб — в формате Access.

√ Севастопольской ГМО в рамках сотрудничества с ГГА создана структура банка гидрометеорологических береговых наблюдений с использованием современных информационных технологий и программа-загрузчик из имеющихся форматов хранения метеорологических архивов.

√ С 2012 года в план работы Севастопольской ГМО была включена подготовка к изданию ежегодников Государственного Водного Кадастра (ГВК), которая проводится под руководством МО УкрНИГМИ.

√ На основе многолетних наблюдений морской и устьевой сети Гидрометслужбы в последние годы Дунайской ГМО вместе с МГУ России издана монография «Гидрология дельты Дуная». В Морском отделении УкрНИГМИ также изданы монографии, совместно с МГИ НАНУ выпущен «Океанографический атлас Черного моря и Азовского морей», получивший в текущем году Государственную премию Кабинета Министров Украины. ГМЦ ЧАМ регулярно, на-

чиная с 2007 года, выпускает сборник научных трудов «Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей», в котором значительное место занимает морская тематика.

√ Отдельными подразделениями прилагаются определенные усилия по оснащению морских пунктов наблюдения современными средствами измерения так: в ГМЦ ЧАМ установлены две метеостанции «Тропосфера» в пп. Южный и Ильичевск и проводятся параллельные измерения температуры с помощью термометра и измерителя температуры ИТП-03.

√ Значительный опыт в области международного сотрудничества имеет Дунайская гидрометеорологическая обсерватория. В настоящее время Дунайская ГМО участвует в реализации двух международных проектов, в рамках которых была модернизирована локальная компьютерная сеть Дунайской ГМО, выполнена установка и настройка современного серверного и коммуникационного оборудования, а также специализированного программного обеспечения.

Однако необходимо отметить ряд существенных проблем, которые оказывают влияние на улучшение деятельности гидрометеорологических организаций с морским разделом работ, в т. ч. как наблюдательной сети, так и прогностических подразделений:

√ Реорганизация структуры морских портов Украины, приватизация отдельных их частей без учета требований сохранения репрезентативности морских гидрометеорологических наблюдений негативно сказываются на информационном обеспечении морехозяйственной деятельности различных заинтересованных организаций. Отсутствует документ (Генеральное Соглашение между МЧС Украины и Министерством инфраструктуры), регламентирующего порядок взаимодействия по вопросам гидрометеорологического обеспечения безопасности на море, а также гарантирующего принцип сохранения и развития необходимых гидрометеорологических наблюдений в морских портах.

√ Техническое оснащение морской сети наблюдений в последние годы только ухудшилось. По-прежнему на сети не хватает термометров для измерения температуры поверхностного слоя моря ТМ-10 и оправ к ним ОТ-51. В основном действующие приборы были выпущены в 60-80-х годах прошлого столетия и давно выработали свои ресурсы. Современные приборы, способные заменить вышеперечисленные, на морской сети Украины отсутствуют. На се-

годняшний день морская гидрометеорологическая сеть не имеет перспективной программы по оснащению и переоснащению морских видов наблюдений.

√ Оптимизация морской береговой сети наблюдения проводилась неоднократно и всегда в сторону сокращения. В настоящее время количество пунктов наблюдений практически такое же, как было в начале 1900 г. Пункты наблюдения морской береговой сети Украины в основном проводят наблюдения в бухтах, лиманах, заливах, в результате чего открытая часть моря оказалась недостаточно освещенной. Это создает определенные трудности для гидрометеорологического обеспечения безопасности мореплавания. Так, отсутствуют наблюдения за волнением в подрайоне 19555(2). На открытом побережье данного подрайона находится Карадагская ГМО, расположение которой позволяет выбрать место для пункта морских береговых наблюдений, отвечающих требованиям Наставления (имеет значительный сектор обзора и глубины) и не приведет к существенным материальным затратам. Кроме того, в связи с восстановлением и началом эксплуатации глубоководного судового хода (ГСХ) Дунай-Черное море через рукав Быстрый появилась острая необходимость в создании морской гидрометеорологической станции в районе подходного канала.

√ Нельзя не отметить значительное сокращение потока морской гидрометеорологической информации, связанное с отсутствием на сети таких видов наблюдений, как судовые попутные, ледовые ледокольные наблюдения и ледовые авиаразведки. Закрытие СГМС было связано с тем, что большинство морских судов стало принадлежать частным судовладельцам, которые отказались добровольно производить гидрометеорологические наблюдения на своих судах. Решение данного вопроса возможно только на законодательном уровне.

√ Участниками семинара было уделено особое внимание проблеме рейдовых и экспедиционных наблюдений, которые продолжают выполняться в крайне небольшом объеме, составляющем 10-15 % от объема работ, произведенных в 1990 году. В последние годы (2009-2011 гг.) рейдовые наблюдения выполнялись только четырьмя подразделениями: МГ Очаков, МГ Опасное, ГМБ Ильичевск и Мариупольской ГМО (в текущем году возобновили рейдовые наблюдения МГ Геническ), экспедиционные работы выполняли ГМБ Ильичевск и Мариупольская ГМО.

√ Основная часть руководящих документов морской сети была разработана и утверждена при Советском Союзе. Работа по пересмотру руководящих документов проводилась неоднократно, однако, завершена не была. Программы наблюдений («Программа спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища» от 2002 г., ОГСНК) и «Положение о вековых гидрологических наблюдениях на морях...» 1976 г. требуют приведения в соответствии с современными условиями работы подразделений Гидрометслужбы.

√ Отсутствует взаимодействие между Гидрометеорологическими организациями, ответственными за выпуск ГВК. Данные одних и тех же пунктов входят в ежегодники, публикуемые разными методическими центрами, в связи с чем, нередко возникают несоответствия.

√ Прогностические морские подразделения в основном не используют современные прогностические модели, такие как SWAN. Данная модель была разработана МО УкрНИГМИ для Гидрометеорологической службы в 2005 году.

### *Решения*

1. Украинскому гидрометцентру и ГМЦ ЧАМ подготовить проект Генерального Соглашения между МЧС Украины и Министерством инфраструктуры про порядок взаимодействий и взаимных обязательств для решения вопросов гидрометеорологического обеспечения морской отрасли Украины, и до 31 января 2013 р. направить в Мининфраструктуры на согласование. Предусмотреть в Соглашении возможность использования нефтегазовых платформ для установки стационарных гидрометеорологических постов.
2. УкрГМЦ совместно с МО УкрНИГМИ, разработать типовой перечень оснащения морской сети, на базе которой ГМЦ ЧАМ, РЦГМ, ЦГМ, с морским разделом работ совместно с Севастопольской ГМО создать программу мероприятий по оснащению морской сети современными средствами наблюдений.
3. Севастопольской ГМО провести анализ состояния выполнения рейдовых и экспедиционных работ на Азово-Черноморском побережье и подать предложения в УкрГМЦ для приведения объемов выполняемых работ до реальных возможностей гидрометеорологических организаций и внесения изменений в Приказ № 47 2002 г. до 01.04.2013 г.

4. УкрГМЦ совместно с ГМЦ ЧАМ и Севастопольской ГМО подготовить письмо к руководству МЧС о возможность проведения рейдовых и экспедиционных работ на плавсредствах МЧС.
5. МО УкрНИГМИ, Севастопольской ГМО совместно с ЦГО подготовить и представить в УкрГМЦ предложения относительно обновления методических указаний по ведению ГВК до 1 декабря 2012 года.
6. Севастопольской ГМО совместно с ЦГО разработать порядок взаимодействия при выпуске ГВК относительно общих пунктов наблюдений до 31 марта 2013 р.
7. УкрГМЦ разместить страницу поддержки методического и технического сопровождения программного комплекса АССОКА на сайте УкрГМЦ.
8. Севастопольской ГМО внедрить программный модуль единой справочной системы на морской сети до 01.06.2013 года. Создать информационную базу паспортных данных по морским пунктам наблюдений за весь исторический ряд до конца 2015 года.
9. Крымскому РЦГМ подготовить предложения для внедрения с 1 января 2013 года на Карадагской ГМО программы стандартных морских береговых наблюдений и подать их до 31 октября 2012 г в УкрГМЦ.
10. Дунайской ГМО подготовить обоснованные предложения для открытия морской гидрометеорологической станции в устье рукава Быстрого (р. Дунай) и дать предложения до 1 ноября 2012 г. в УкрГМЦ.
11. Внедрить в Севастопольской ГМО системы приема спутниковой информации до 1 января 2013 г. РЦГМ в АРК обеспечить Севастопольскую ГМО необходимым оборудованием до 1 декабря 2012 года. УкрГМЦ предоставить помощь Севастопольской ГМО для внедрения системы приема спутниковой информации.
12. МО УкрНИГМИ внедрить численную модель волнения SWAN в ГМЦ ЧАМ, Севастопольскую ГМО, Мариупольскую ГМО до конца 2013 года. Руководителям ГМЦ ЧАМ, РЦГМ в АРК, Донецкого РЦГМ обеспечить соответствующие подразделения необходимым оборудованием.
13. Завершить разработку РД для морской сети Украины. ГМЦ ЧАМ, Севастопольская ГМО, до конца 2014 г.

## **ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНІВ ДЕРЖАВНОЇ, ВИКОНАВЧОЇ ТА ЗАКОНОДАВЧОЇ ВЛАДИ УКРАЇНИ**

Гідрометеорологічне забезпечення — це діяльність органів національної гідрометеорологічної служби, спрямована на обов'язкове і систематичне доведення гідрометеорологічної інформації загального користування, а також термінової гідрометеорологічної інформації до органів державної влади, органів місцевого самоврядування та населення. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів від 26.10.2011 року № 1102 така інформація надається безкоштовно.

В Українському Гідрометцентрі цей вид діяльності здійснюють в основному чотири відділи Головного центру аналізу, прогнозування гідрометеорологічних умов та гідрометзабезпечення:

- відділ метеорологічних прогнозів;
- відділ гідрологічних прогнозів;
- відділ агрометеорології;
- відділ системи спостережень та гідрометзабезпечення.

Гідрометзабезпечення здійснюється на підставі затвердженого директором Департаменту цивільного захисту МНС та підписаного директором УкрГМЦ Зведеного плану гідрометеорологічного забезпечення органів державної влади, міністерств, відомств — загалом 44 установи. З метою формування вищезгаданого плану щорічно здійснюється уточнення переліку споживачів, обсягів продукції і інформації, а також способів їх передачі. Для цього наприкінці року в усі установи направляються інформативні листи про можливості УкрГМЦ щодо підготовки та надання різних видів гідрометпродукції і інформації (зразок — дод. 1). Уточнюються та затверджуються Переліки інформації для кожної установи, копії Переліків надаються у відділи на виконання, обов'язково вказуються відповідальні особи як з боку УкрГМЦ, так і з боку споживача. З 2006 року було суттєво зменшено обсяги кур'єрської доставки гідрометпродукції за рахунок переходу на електронні засоби передачі інформації та тел/факс. У 2012 році зроблено ще один крок до підвищення ефективності доведення інформації до споживачів. Практично усі споживачі переведені на отримання потрібної їм інформації через код доступу з сайту УкрГМЦ. Для кожного споживача (у т.ч. Адміністрація Президента, Кабмін, Верховна Рада, Рада нацбезпеки, Міністерства і відомства) створено «кабінет» на сайті Українсько-

го ГМЦ, де він може самостійно в зручний час отримати саме ту інформацію, яку замовив. Штормові попередження доводяться в основному факсом та електронною поштою, що забезпечує негайний контроль за отриманням даної інформації споживачем. Розроблено і процедуру контролю за користуванням інформацією, за необхідності системний адміністратор будь-якої миті може дати відповідь чи отримав споживач ту або іншу інформацію — власне чи заходив до відведеного «кабінету». Для ефективного забезпечення споживачів якісною гідрометінформацією проводиться велика робота по удосконаленню не лише способів її передачі, а й розробка нових видів її представлення. Так в Українському Гідрометцентрі було розроблено нову форму гідрометеорологічного бюлетеня, створений він у форматі PDF, роздруковується у кольорі та чорно білому варіанті, кольоровий отримують усі споживачі, що користуються електронними засобами передачі, а також керівництво держави та МНС — у паперовому варіанті (доставляється кур'єром УкрГМЦ). Бюлетень випускається лише у робочі дні, у ньому вміщено як оглядовий матеріал щодо погодних умов за минулу добу (або за усі вихідні чи святкові дні), прогнози погоди по Україні та Києву і області на 1-10 днів у текстовому та табличному варіантах, штормові попередження. Випускається також гідрологічний бюлетень, який донедавна був суміщений з метеорологічним, а з 2010 року випускається окремо.

Одним з цікавих здобутків УкрГМЦ було забезпечення заходів Євро-2012, коли довелося створити новий вид продукції на замовлення організаторів і готувати прогнози погоди на добу з розбивкою на три години. Параметри таких прогнозів: температура повітря, кількість опадів, явища погоди (вітер — напрям і швидкість; гроза; град). Було підготовлено програмне забезпечення, де використовувались результати розрахунків, черговий синоптик здійснював коригування інформації і на виході отримувався графік погоди по містах проведення заходів Чемпіонату з тригодинним кроком (дод. 2), який надавався на адресу понад 100 споживачів. Прогноз готувався двома мовами — українською та російською. На сьогодні в Укр ГМЦ вже з'явився споживач для такого виду прогнозу на договірних засадах. Загалом для організаторів Євро здійснювалась підготовка прогнозів на 1-3 доби, проте на 2-у та 3-ю добу — в більш уживаній — табличній формі і зі звичним розділенням прогнозу погоди на ніч та день. Спеціально до «Євро 2012» на сайті



**Перелік гідрометеорологічних послуг та графік виконання робіт  
для Головного управління МНС України в Київській області\***

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора -  
начальник ГЦПГ УкрГМЦ

А. Л. Проколенко

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 р.

№ з/п	Найменування послуг	Періодичність надання	Терміни надання і доведення	Спосіб доведення
1	Прогноз погоди по м. Києву та Київській області на 1-5 діб	У робочі дні	13-14 год.	E-mail: адреса Код доступу
2	Попередження про небезпечні (НЯ), стихійні (СГЯ) гідрометеорологічні явища та різкі зміни погоди (РЗП) по Києву та області	При загрозі	Після складання	Телефон факс - номер
3	Карта висоти снігового покриву по території Київської області	У робочі дні (за наявності снігового покриву)	13-14 год.	E-mail: адреса Код доступу
4	Карта фактичної, прогностичної пожежонебезпеки на території Київської області та прогноз показника пожежної безпеки на 1-3 доби	У робочі дні	13-14 год.	E-mail: адреса Код доступу
5	Інформація про фактичний режим водних об'єктів на території Київської області	1-5 числа кожного місяця	13-14 год.	E-mail: адреса Код доступу
6	Прогноз припливу води до Київського та Канівського водосховища	У робочі дні	13-14 год.	E-mail: адреса Код доступу

Контактний телефон — номер телефону, прізвище відповідальної особи  
Виконавець: т. 226-23-11 — відділ метеорологічних прогнозів (п.п. 1-4), т. 239-93-93 — відділ гідрологічних прогнозів УкрГМЦ ( п.п.2,6); ГЦПГ — начальник Руських В.М. (п. 5)

\* Стосовно доступу: відділ супроводження програмно-технічних засобів Укр ГМЦ, Науменко А., т.239-93-66

Код доступу до сайту Укр ГМЦ..... логін : ..... пароль: .....

Укр ГМЦ було створено окрему сторінку для вболівальників, де надавалась прогностична інформація по містах проведення заходів Євро в Україні, інформація про кліматичні особливості міст проведення, а також висвічувалось посилання на сайт польської метеослужби, з якою ми дуже тісно співпрацювали і в процесі підготовки до Євро і вже у період його проведення, активно обмінювались інформацією, провели декілька спільних нарад і на даний час вийшли на необхідність підготовки програми обміну інформацією.

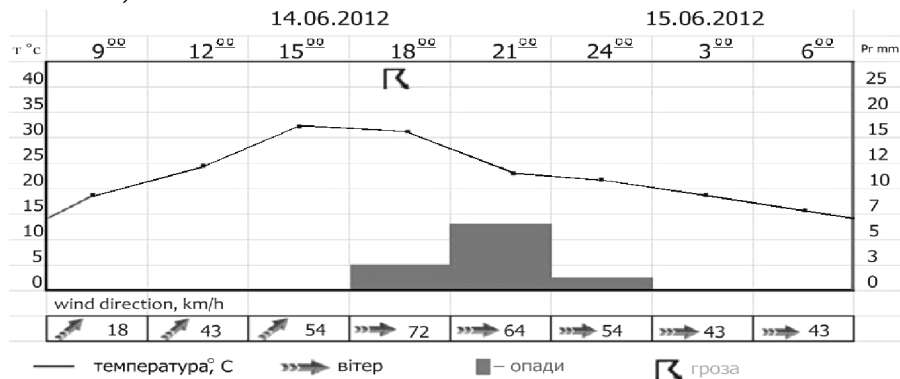
Запит на види інформації від споживачів демонструє діаграма (дод. 3). Як бачимо найбільш необхідною є штормова інформація. Загалом же обсяги інформації, що надається Укр. ГМЦ для державних органів є досить суттєвими, до її переліку входять не лише гідрометеорологічний та гідрологічний бюлетені, але й різноманітні картовані матеріали (у т.ч. опадів, температури, висоти снігового покриву, пожежної небезпеки), оперативні інформації з описом метеорологічних, агрометеорологічних, гідрологічних умов, впливу гідрометеорологічних умов на діяльність галузей національної економіки. За надзвичайних ситуацій додаються інші види інформації, якими забезпечується МНС та його підрозділи

Додаток 2.

Додаток 1 до Договору № \_\_\_\_\_  
від \_\_\_\_\_ 2012 р.













**Прогноз погоди: Харків, день 14 - ніч 15 червня**

Мінлива хмарність. У період з 16 години 14 червня до 02 години 15 червня дощ, гроза. Вітер південно-західний з переходом на північно-західний, 18-43 км/год, у період з 15 до 24 години 14 червня пориви вітру 54-72 км/год. Температура повітря вдень 31-33 °С, вночі 13-15 °С.



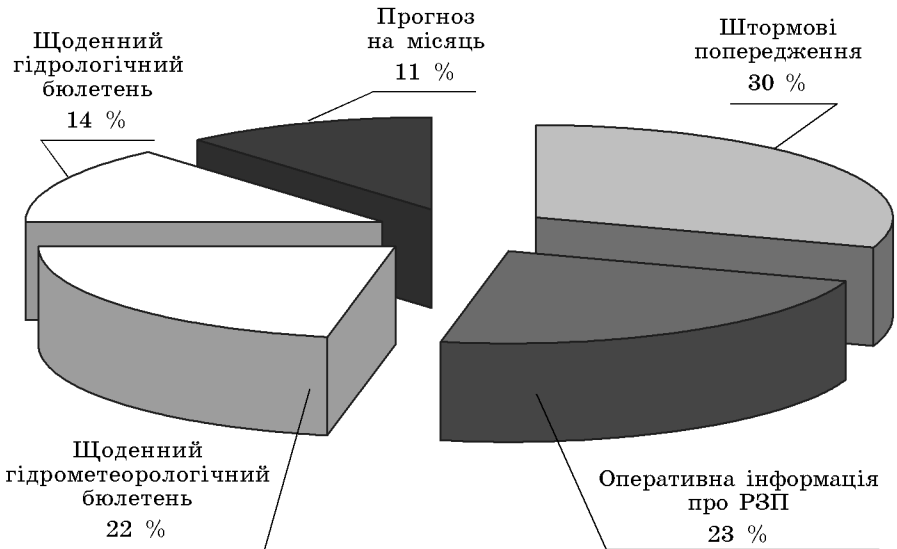
Продовження додатка 2.

**Прогноз погоди: Харків, 15-18 червня**

	15.06	16.06	16.06	17.06	17.06	18.06
	День	Ніч	День	День	День	Ніч
Хмарність						
Опади	-	-	Дощ, гроза	-	Короткочасний дощ	-
Вітер, км/год	 18-43	 18-43	 18-43 шквал 54-65	 18-43	 18-43 пориви 54-65	 18-43
Температура, °С	25-27	5-7	23-25	6-8	25-27	12-14

Додаток 3.

**Запит на види інформації від споживачів**



*В. Н. Сытов, А. С. Матыгин,  
З. П. Заволокина, Ю. О. Паламарчук*

## **ОЦЕНКА ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ ДЛЯ СЕВЕРНО-ЗАПАДНОЙ АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО МОРЯ**

Информация о ветре и ветровом волнении имеет огромное значение для обеспечения эффективности и безопасности различных видов морской деятельности на побережье и в открытых морских водах Украины. Качественная прогностическая информация о состоянии поверхности моря ежедневно необходима для всех морехозяйственных организаций Азово-Черноморского региона. В ГМЦ ЧАМ успешно составляются прогнозы волнения для всех районов и подрайонов Черного и Азовского морей, оправдываемость которых всегда превышает 95 %. Также актуальны прогнозы сильных штормов и сопутствующих им случаев сильного ветрового волнения. Обусловлено это, в частности, развитием добычи газа и нефти на морских шельфах, прокладкой трубопроводов и строительством систем транспортировки газа и нефти. Поэтому такая информация является наиболее затребованной потребителями, связанными с морем. В этом аспекте следует отметить успешное прогнозирование в ГМЦ ЧАМ штормовой ситуации, имевшей место в Черном и Азовском морях 10-12 ноября 2007 г.

Признание значимости исследований ветрового волнения находит отражение также в том, что многие из национальных и международных исследовательских программ по изучению морей и океанов предусматривают специальные разделы или проекты, относящиеся к проблематике наблюдений и прогноза морского волнения.

В то же время непосредственные наблюдения за волнением на сети прибрежных станций УкрГМЦ МЧС Украины производятся визуально. Только на 3 морских станциях наблюдения ведутся полуинструментальным способом с использованием береговых волномеров — перспектометров. С другой стороны, современные численные модели расчета ветрового волнения, в которых в достаточно полном объеме учтены основные физические механизмы, определяющие эволюцию поля волнения, позволяют рассчитывать и прогнозировать пространственно-временные параметры этого поля с хорошей точностью. В частности, для моделирования ветрового волнения у украинского побережья Черного моря применяется версия спектральной модели волнения, используемая в Морском

гидрофизическом институте Национальной академии наук Украины (МГУ НАНУ) [1].

Для практических целей оперативному прогностическому подразделению необходимо прогноз поля ветрового волнения в определенных точках акватории, который бы предоставлял информацию для передачи заинтересованному Пользователю. Высокая сложность получения соответствующих исходных данных для формирования прогностических полей давления и приводного ветра, значительный объем расчетов по спектральной модели предполагает наличие определенного соглашения между разработчиком полной версии модели и оперативным морским подразделением. Предусматривается, что на современном этапе валидации модели МГИ НАНУ по данным наблюдений на морских станциях, в ГМЦ ЧАМ будет использован только конечный продукт численного моделирования — значения высот волн, и не будет выполняться подготовка данных и расчет по численной модели.

Специалистами МГИ НАНУ разработана подсистема подготовки данных морских прогнозов для сопоставления с данными наблюдений, выполняемыми морскими станциями, расположенными вдоль прибрежной полосы экономической зоны Украины на Черном море.

Прогнозы выполнялись в Экспериментальном центре морских прогнозов МГИ НАНУ и оперативно передавались в ГМЦ ЧАМ для сопоставления с данными наблюдений на прибрежных гидрометеорологических станциях и последующего анализа. До сентября 2010 г. оценка достоверности выполнялась в неоперативном режиме в основном в рамках проекта «ЕСООР». Для изучения возможности оперативной оценки достоверности локальных морских прогнозов на основе Договора о научно-техническом сотрудничестве между МГИ НАНУ и ГМЦ ЧАМ был разработан прототип автоматизированной системы, предназначенной для сбора данных локальных морских прогнозов и прибрежных наблюдений с целью последующего их использования для оценки достоверности.

Разработана архитектура и развернуты новые сетевые средства передачи и хранения информации, которые позволяют повысить надежность хранения и передачи данных по каналам сети Интернет.

Схема автоматизированной подсистемы сбора и передачи данных морских прогнозов приведена на рис. 1.

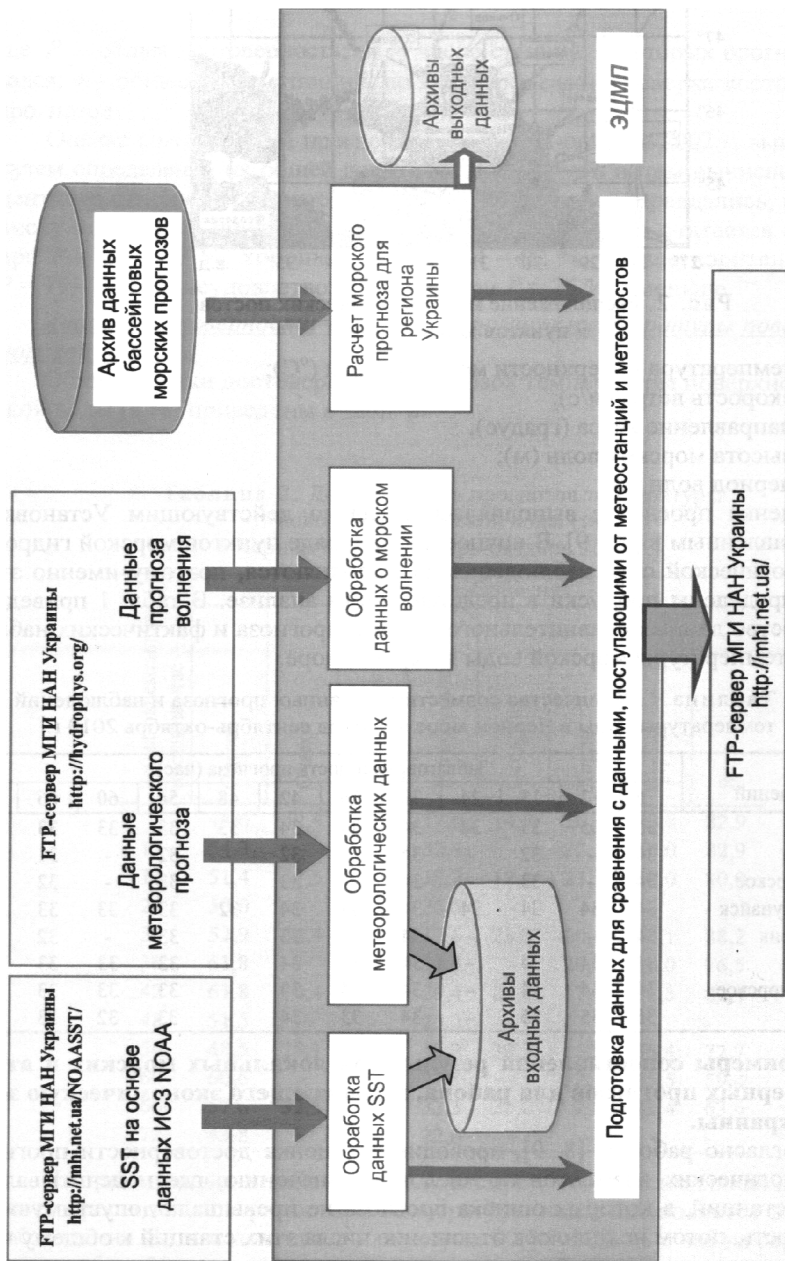


Рис. 1. Схема формирования потоков данных в прототипе оперативной автоматизированной системы подготовки данных для оценки достоверности морских прогнозов [1]

Подсистема принимает и осуществляет обработку четырех потоков данных:

- 1) дистанционных измерений температуры поверхности моря;
- 2) метеорологического прогноза для регионов Черного моря;
- 3) прогноза волнения Черного моря;
- 4) прогноза температуры, солености, скорости течений и уровня моря.

Для метеорологического прогноза и прогноза волнения данные зачисляются с FTP-сервера МГИ НАНУ (<http://hydrophys.org/>) и заносятся в файловый архив. Оттуда они извлекаются для предварительной обработки, в процессе которой выполняется интерполяция данных в точках морской акватории, ближайших к метеостанциям, затем данные заносятся в соответствующие файлы (рис. 1). Все обработанные данные копируются и записываются на FTP-сервера МГИ НАНУ (<http://mhi.net.ua>).

Кроме гидрологических параметров, в оперативный архив записываются проинтерполированные по времени и по пространству данные атмосферного прогноза, выполненные по модели *ALADIN*. Эти данные обеспечивают возможность полного задания начальных и граничных условий на твердых и жидких границах расчетного района.

В соответствии с вышеописанным, выполнен расчет и анализ достоверности численных прогнозов, созданных с привлечением модели МГИ НАНУ, по северо-западному району Черного моря, карта схема приведена на рис. 2. Анализировались два периода: сентябрь-октябрь 2010 г. и ноябрь 2011 г. - февраль 2012 г.

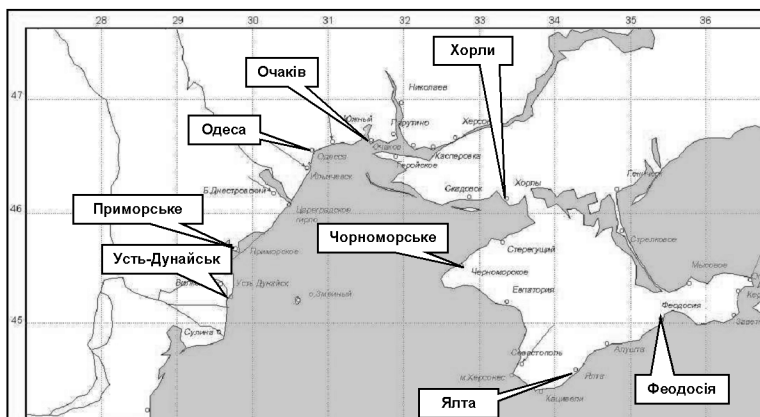


Рис. 2. Северо-западная часть Черного моря — географический район исследований

В первом случае оценка достоверности прогнозов с заблаговременностью от 6 до 72 часов выполнялась с привлечением данных наблюдений 8 гидрометеорологических станций и постов: Одесса (порт), Очаков, Приморское, Усть-Дунайск, Феодосия, Хорлы, Черноморское, Ялта. Во втором — анализировалась достоверность численного метода прогноза волнения для близко расположенных портов одесского региона: Ильичевск, Одесса, Южный.

Оценка достоверности прогнозов высоты морского волнения выполнялись согласно действующим Наставлениям и Руководствам по морским гидрологическим прогнозам [2-4].

Достоверность (P) рассчитывалась по формуле

$$P = \frac{m}{n} \cdot 100\%$$

где  $m$  — число случаев, в которых прогноз оправдался;  $n$  — общее число случаев, по которым велась проверка достоверности прогноза.

Достоверность прогнозов считается отличной при  $P = 90-93\%$ , хорошей при  $P = 84-92\%$ , удовлетворительной при  $P = 75-83\%$ . Неудовлетворительным считается прогноз, достоверность которого  $P = 75\%$  и менее.

В табл. 1 приведены оценки достоверности прогнозов высот волн с различной заблаговременностью. Как следует из приведенной таблицы, подавляющее большинство прогнозов оправдалось более чем на  $90\%$ .

Таблица 1.

Достоверность прогнозов высоты волн (%) с различной заблаговременностью в прибрежной зоне Черного моря в период сентябрь-октябрь 2010 г.

Пункт наблюдений	Заблаговременность прогноза (часы)								
	6	12	18	30	36	42	54	60	66
Одесса	97,3	93,6	100,0	94,6	95,7	100,0	89,2	95,7	100,0
Очаков	100,0	-	-	100,0	-	-	91,8	-	-
Приморское	95,0	-	91,4	94,8	-	97,4	91,2	-	94,6
Усть-Дунайск	96,5	93,1	93,2	87,4	87,7	91,4	80,3	77,0	82,0
Феодосия	100,0	98,1	100,0	100,0	96,3	100,0	98,1	98,1	100,0
Хорлы	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Черноморское	90,4	94,8	94,6	96,2	93,1	94,8	98,0	93,0	93,0
Ялта	94,8	94,8	93,1	96,6	93,0	94,8	89,5	89,3	89,5



В табл. 2 показаны обобщенные данные средней за период наблюдений достоверности прогнозов с заблаговременностью от 6 до 72 часов. Сравнительный анализ выполнен для периода сентябрь-октябрь 2010 г., который характеризовался относительно спокойными гидрометеорологическими условиями, а это способствовало высокому уровню общей достоверности прогнозов, средняя достоверность которого по всем случаям прогнозирования составляет 95,1 %.

Таблица 2.

Средняя достоверность прогноза (%) с заблаговременностью от 6 до 72 часов в течение периода сентябрь-октябрь 2010 г.

Пункт наблюдений	Одесса	Очаков	Приморское	Усть-Дунайск	Феодосия	Хорлы	Черноморское	Ялта	Средний прогноз
Средняя за период достоверность, %	96,2	97,3	93,6	87,6	99,0	100,0	94,2	92,8	95,1

Второй анализируемый период ноябрь 2011 г. - февраль 2012 г. характеризовался значительно более сложными синоптическими условиями, обусловившими штормовые ситуации в северо-западной части Черного моря. На рис. 3 представлены графики временного ряда значений высот волн, наблюдаемых в указанный период в момент времени 06 часов на метеостанциях портов Ильичевск, Одесса и Южный. Следует обратить внимание на заметное расхождение в наблюдаемых значениях высот волн по портам, достигающих 15 дм, например в середине декабря 2011 г. и в конце января 2012 г.

Экспериментальный центр морских прогнозов МГИ НАНУ оперативно передает в ГМЦ ЧАМ прогнозы высот волн для 17 пунктов Черноморского побережья Украины с заблаговременностью от 06 до 72 часов, начиная с 00 часов текущих суток. Технологически удобно анализировать оправдываемость прогнозов с заблаговременностью 06, 30 и 54 час, так как через такие интервалы производятся наблюдения: в 06 час текущих суток, в 06 часов следующих суток (через 30 часов от времени составления прогноза) и в 06 часов через двое суток (соответственно — 54 часа).

Рис. 4 показывает прогностические значения высот волн указанных заблаговременностей для трех точек наблюдений, совмещенных на одном графике. В отличие от наблюдаемых значений все три графика прогнозов высот волн для портов имеют достаточно

схожий вид. Это может быть связано с тем обстоятельством, что пространственный шаг сетки расчетов по спектральной модели составляет 5 км. Но для поля волнения в прибрежных районах со сложными береговыми чертами такой шаг может выходить за масштабы однородности поля.

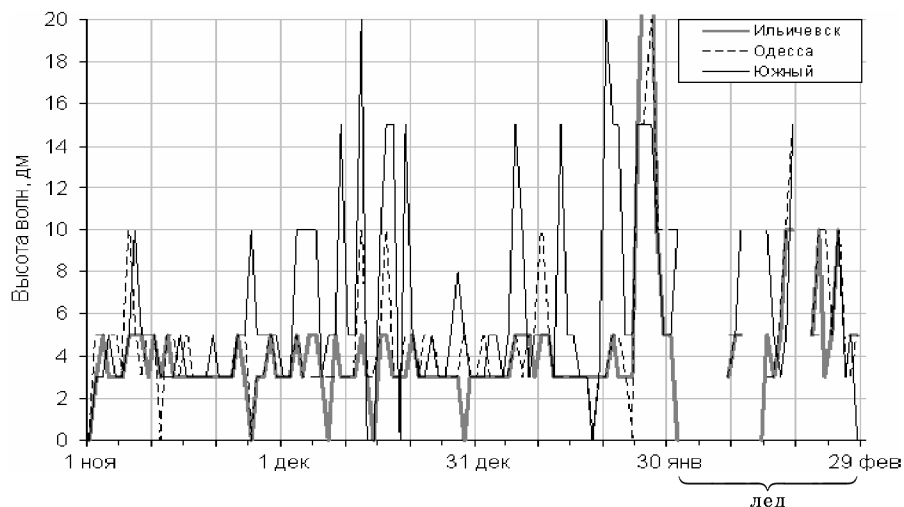
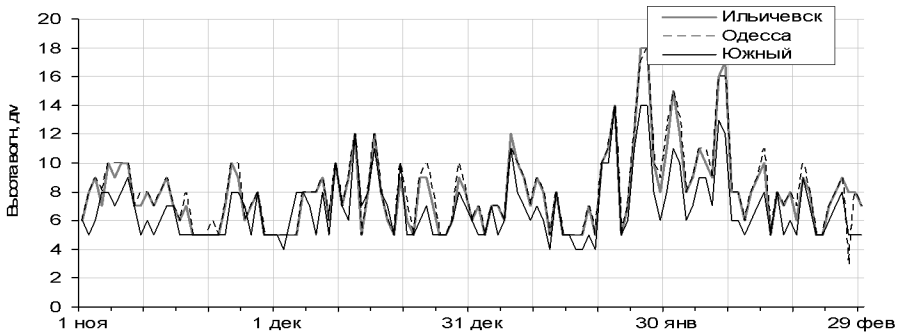


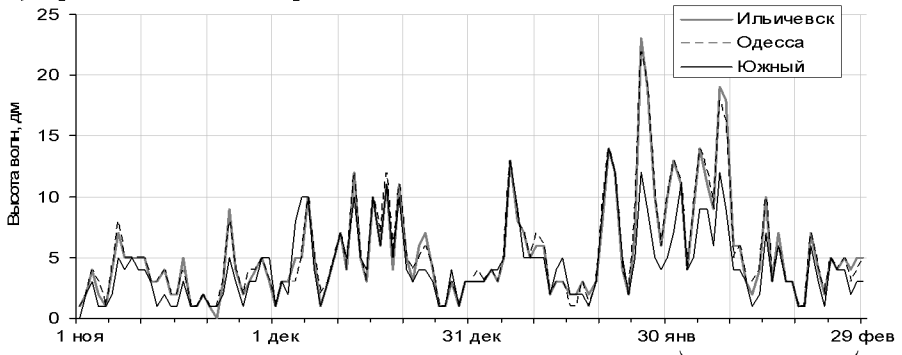
Рис. 3. Графики временных рядов значений высот волн, наблюдаемых с 01.11.2011 г. до 29.02.2012 г. за 06 часов на метеостанциях портов Ильичевск, Одесса, Южный

Графики ошибок численных прогнозов высот волн (*ошибка* = *прогноз - наблюдение*) для заблаговременности 06, 30 и 54 час по каждому порту приведены на рис. 5. Не принимаем во внимание большие значения ошибок прогнозов в феврале, так как в это время в портах наблюдались ледовые явления и наблюдаемая высота волн принималась равной нулю. Замечания об учете ледовых условий в портах были переданы разработчикам в МГИ НАНУ и соответствующее изменение в программе расчетов позволят внести корректировку, учитывающую наличие льда в акваториях.

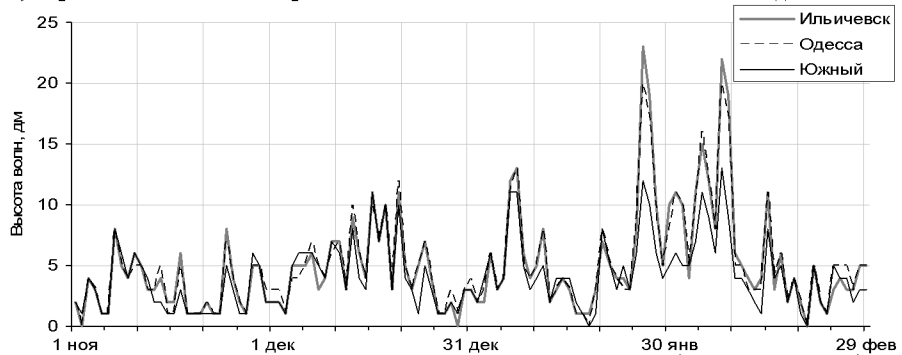
Пики ошибок группируются на временной оси графиков в основном во второй декаде декабря 2011 г. и в начале третьей декады января 2012 года. Оценка ошибки прогноза по портам указывает на постоянное завышение прогноза высоты волн для п. Ильичевск и п. Одесса и занижение для п. Южный для всех значений заблаговременности.



а) прогноз с заблаговременностью 06 часов

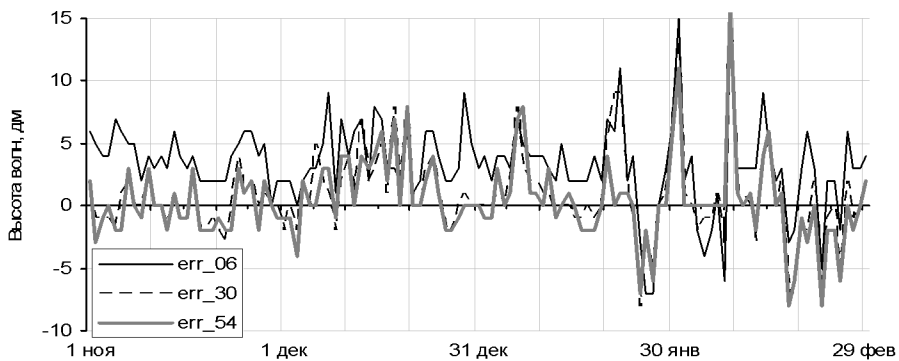


б) прогноз с заблаговременностью 30 часов

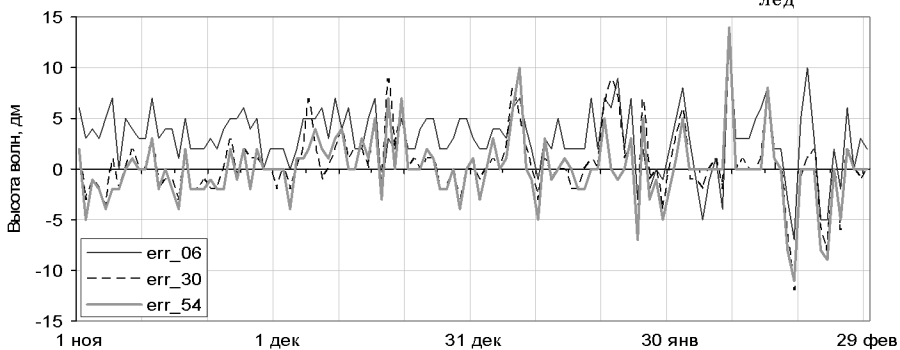


в) прогноз с заблаговременностью 54 часа

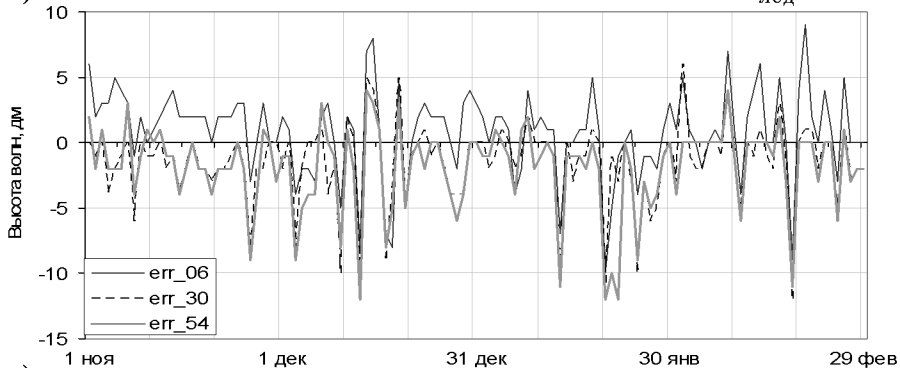
Рис. 4. Прогностические значения высот волн различной заблаговременности для трех точек наблюдений, совмещенных на одном графике



а)



б)



в)

Рис. 5. Графики ошибок численных прогнозов высот волн для заблаговременности 06, 30 и 54 часа по портам: Ильичевск (а), Одесса (б), Южный (в)

Ошибки прогноза по времени заблаговременности (рис. 6) имеют похожую временную структуру: они сосредоточены во II декаде декабря и III декаде января. Анализ возникновения расхождений между наблюдаемыми и прогнозируемыми данными показал, что нельзя однозначно сделать вывод о том, что это — недостатки метода прогноза. В отдельных случаях синоптическая ситуация, временная изменчивость скорости и направления ветра качественно предполагали наличие значений высот волн близкое к прогнозу, однако наблюдаемые высоты волн были иными.

В табл. 3 приведены суммарные результаты достоверности прогнозов, которые указывают на стабильно хорошую оправдываемость метода (минимальное значение достоверности зафиксировано на уровне 81 %).

Таблица 3.

Достоверность прогнозов высоты волн (%) с различной заблаговременностью в прибрежной зоне Черного моря в период ноябрь 2011 г. - январь 2012 г.

Пункт наблюдений	Заблаговременность прогноза (часы)								
	06			30			54		
	XI	XII	I	XI	XII	I	XI	XII	I
Ильичевск	97	84	84	97	90	84	100	97	87
Одесса-порт	90	87	84	90	87	87	90	84	81
Южный порт	100	84	90	90	81	87	93	84	84

Средняя оправдываемость за 3 месяца по трем портам для заблаговременности прогноза 6 часов составляет 88 %, для 30 часов — 87 % и для 54 часов — 88 %. Таким образом, можно сделать вывод: результаты численного прогноза высоты волн для портов одесского региона имеют хороший результат.

Для сравнения приведены сведения об оправдываемости прогнозов высоты волн, выполненных в ГМЦ ЧАМ экспертным методом (табл. 4). Разность в 10 % указывает на необходимость дальнейших исследований и уточнения методики численного прогнозирования.

Очевидно, что для более глубокого и всестороннего анализа качества отображения численными средствами будущего состояния погоды и морской поверхности необходимо привлечение более длительных рядов наблюдений и прогнозов. Именно такой подход позволит обнаружить как сезонные особенности работы модели, используемой в МГИ НАНУ, так и ее поведение в условиях процессов, которые влекут достижение штормовых и стихийных отметок.

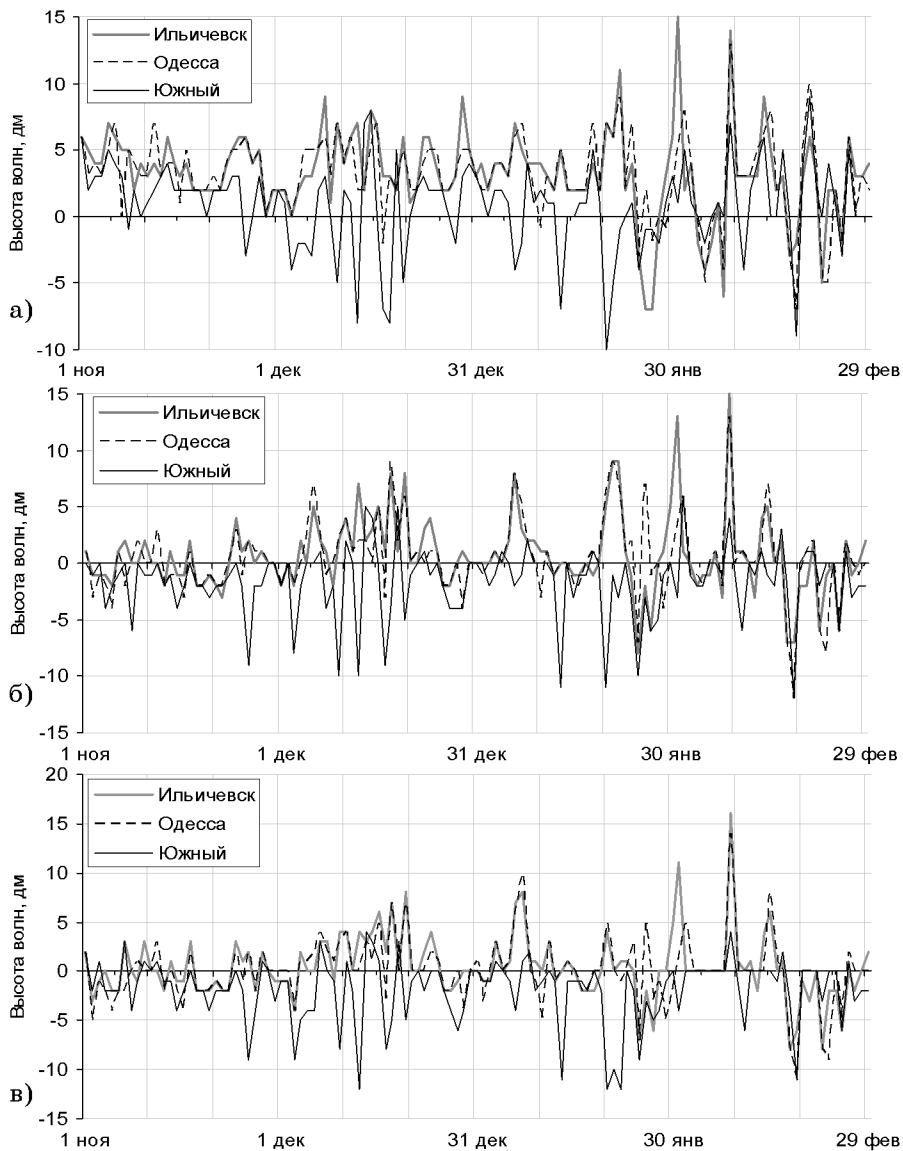


Рис. 6. Совмещенные графики оценок точности прогнозов высоты волн (модель МГИ НАНУ) для каждой заблаговременности 06 (а), 30 (б), 54 (в) часа для портов Ильичевск, Одесса, Южный

Таблица 4.

Оправдываемость морских прогнозов за 2011 год  
по Азово-Черноморскому бассейну составленных в ГМЦ ЧАМ

Прогноз волнения моря	Количество прогнозов		Оправдываемость, %
	выпущено	оправдалось	
В порту	2041	2023	99,1
По подрайонам моря	5698	5603	98,3
На 2-3 суток	2743	2684	97,8

Выполняемую работу следует рассматривать как начальный этап на пути внедрения системы морского и атмосферного прогнозов, которые выполняются в ЭЦМП МГИ НАНУ. Опыт, полученный в ходе выполнения этих работ, используется для последующего совершенствования прогностической системы и внедрения в практику работы не только ГМЦ ЧАМ, но и других морехозяйственных субъектов Украины, которые занимаются эксплуатацией и охраной ресурсов морской экономической зоны Украины в Черном море. Методики создания прогностических продуктов прошли апробацию в ГМЦ ЧАМ. Специалисты которого отметили актуальность выполненных совместных исследований и необходимость их продолжения для накопления более длительных рядов для совместного анализа результатов прогноза и данных контактных измерений на прибрежных метеостанциях.

Одним из путей решения этих проблем является использование технологии вложенных сеток при построении региональной численной модели. Для повышения точности прогноза, вероятно, надо применять 3-4-х шаговый метод вложенных сеток с горизонтальным разрешением 100-500 м. Для прибрежных районов уже реализована версия спектральной волновой модели *SWAN (Simulating Waves Nearshore)*, наиболее полно на данный момент, описывающая процессы формирования и трансформации волнения в прибрежной зоне [5; 6], причем расчеты можно выполнять на вычислительном кластере МГИ НАНУ.

Таким образом, можно сделать вывод, что при соответствующих доработках и апробациях в оперативной практике, возможно использование численных прогнозов высоты волн на Черном море, рассчитанных в ЭЦМ МГИ НАНУ.

#### Литература

1. Кортаев Г. К., Ратнер Ю. Б., Боянкина Т. М. и др. Сопоставление данных оперативного прогноза гидрофизических полей Черного моря с данными наблюдений на морских и береговых

- станциях гидрометеорологической службы Украины // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: НТЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. — Вып. 24. — С. 244-258.
2. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. Державна гідрометеорологічна служба. — К., 2003. — 37 с.
  3. Наставления по службе прогнозов. Служба морских гидрологических прогнозов. — Раздел 3. — Ч. III. — Л.: Гидрометеоздат, 1982. — 144 с.
  4. Руководство по морским гидрологическим прогнозам. — С-Пб.: Гидрометеоздат, 1994. — 526 с.
  5. Михайличенко С. Ю., Фомин В. П. Численное моделирование ветрового волнения в районе острова Коса Тузла с использованием метода вложенных сеток // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: НТЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. — Вып. 17. — С. 176-184.
  6. Михайличенко С. Ю., Фомин В. П. Расчеты нестационарного ветрового волнения в акватории Голубого залива на основе модели SWAN // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. — Севастополь: НТЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. — Вып. 25. — Т. 2. — С. 275-280.

*Р. В. Боровская*

## **ОЦЕНКА ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ИСЗ**

Лед относится к наиболее важным в прикладном отношении параметрам морской среды. Для народного хозяйства согласно требованиям к данным о состоянии ледяного покрова в океанах и морях необходимыми являются следующие виды информации:

- режимная информация;
- оперативная информация о фактическом состоянии и распределении ледяного покрова;
- ледовые прогнозы различной заблаговременности.

Требования к содержанию и точности ледовой информации для основных потребителей, к которым относится добыча полезных



ископаемых, гидротехническое строительство, морской и рыбный порт, несколько различна (табл. 1).

Таблица 1.

Требования к ледовой информации, необходимой при эксплуатации народнохозяйственных объектов [8; 10]

Информация	Периодичность информации	Период осреднения при наблюдениях	Допустимая погрешность по акватории*
Дата наступления основных ледовых фаз	1 раз в сезон		2-3 суток
Продолжительность (сутки) ледового периода (дата начала и конца)	1 раз в сезон		5 суток
Навигационный период (дата начала и конца) - плавание с ледоколом (сутки); - плавание без ледокола	1 раз в сезон		5 суток
Толщина льда (см): 0-25 25-100 100-350	Сутки, декада	Сутки, декада	2 см 5 см 20-40 см
Положение кромок льдов и границ зон льдов различной сплоченности (км)	Сутки, декада	Сутки, декада	1-20 км
Сплоченность и количество льда (балл)	Сутки, декада	Сутки, декада	2-3 балла
Количество (балл) обширных ледяных полей (более 2 км в поперечнике)	Сутки, декада	Сутки, декада	2-3 балла
Дрейф льда: скорость (м/с) направление (градус)	Сутки, декада	Сутки, декада	0,2 м/с 20°
Характеристики состояния поверхности льда (балл) (торосистость, разрушенность, трещины, заснеженность и др.)	Сутки, декада	Сутки, декада	1-2 балла
Вид, форма льдов и их распределение	Сутки, декада		
Ледовитость (%)	Месяц, сезон		10 %

\* Акватория — судоходная трасса длиной до 300 км, шириной 100 км

Для изучения ледового режима замерзающих морей необходимы регулярные наблюдения за состоянием ледового покрова: сплоченность морского льда, возраст, торосистость и заснеженность, кромка льда, толщина, разрушенность и дрейф льда, размеры льдин.

До недавнего времени основным источником информации о ледовом режиме являлись прибрежные наблюдения на гидрометеорологических постах и станциях, а в открытом море — авиаразведка льдов и наблюдения проходящих судов.

Запуск искусственных спутников Земли (ИСЗ) положил начало регулярным наблюдениям за состоянием морской поверхности, включая информацию о морских льдах, основными требованиями к которой являются регулярность получения, высокое пространствен-

но-временное разрешение, возможность информационной засветки обширных акваторий, включая экономические зоны и территориальные воды различных государств, что практически не доступно контактными методами.

В настоящее время спутниковые системы обеспечивают получение изображений одних и тех же участков морской поверхности с периодичностью 5-8 раз в сутки, что в первую очередь позволяет решать ряд вопросов динамики морских льдов. Кроме того, высокая обзорность спутниковых снимков позволяет выявить генерализованные особенности распределения ледового покрова всего моря или отдельных крупных его участков.

Информативность измерений ледового покрова с ИСЗ обусловлена спектральными различиями в отражении, поглощении и рассеянии лучистой энергии от снежно-водно-ледяной поверхности в различном ее состоянии (замерзание, таяние, степень покрытия торосами, разводья, трещины).

Обработка многочисленных телевизионных снимков (ТВ) малого разрешения по Азовскому морю и северо-западной части Черного моря, полученных с искусственных спутников Земли серии NOAA в формате АРТ станцией приема и обработки спутниковой информации SU-8 (фирма «FURUNO»), установленной в 1987 г. в ЮгНИРО, показала возможность выявить почти все основные характеристики ледяного покрова: сплоченность льдов, положение кромок льда различной сплоченности, границы припая, дрейфующих льдов, торосистость и разреженность льдов, положение полыней, а также составить на определенные моменты времени или композиционные карты ледовой обстановки, различать основные возрастные виды льдов. Наличие повторных снимков позволило изучить процессы динамики морских льдов, что особенно важно для судородства и рыбного промысла. Значительный накопленный опыт позволил специалистам института при участии сотрудников ГМЦ ЧАМ (с 1992 по 2000 г. дешифровка льдов на снимках уточнялась с помощью фактических прибрежных наблюдений) отработать методику дешифрирования льдов, за что сотрудникам ГМЦ ЧАМ выражается большая благодарность. На высоком профессиональном уровне дешифровка снимков среднего разрешения проводится специалистами России [8; 10]. Выполненная оценка экономической эффективности [8] использования ТВ-снимков с ИСЗ среднего разрешения по сравнению с традиционными самолетными методами

показала, что для определения ледовых условий Балтийского моря условный экономический эффект использования снимков с ИСЗ на один рубль затрат примерно на порядок выше, чем при применении традиционных наблюдений.

Особая ценность спутниковой информации заключается в том, что по снимкам можно получить представление о льдах в целом для всего моря. Перед традиционными прибрежными, самолетными и судовыми наблюдениями преимущества спутниковой информации несомненны, однако существует ряд недостатков, одним из которых является влияние метеорологических условий (облачности, тумана, дымки), которые не позволяют выделять ее в ранг самостоятельной. Поэтому в настоящее время целесообразней использовать комплексные наблюдения, что позволит улучшить качество составления фактических ледовых карт и ледовых прогнозов.

На примере Азовского моря и северо-западной части Черного моря будут показаны преимущества использования спутниковой информации для описания ледовых условий по сравнению с традиционными методами наблюдений.

Азовское море расположено на южной периферии умеренного пояса. Практически полная изолированность моря от Мирового океана обуславливает незначительный внутриводный приток тепла; поэтому его ледовый режим определяется, прежде всего, характером и интенсивностью атмосферных процессов, различиями в теплосодержании водной массы, а также местными факторами — географическим положением, изрезанностью берегов, мелководностью, особенностями орографии, низкой соленостью [3-5].

Ледовый режим моря отличается значительным непостоянством ледовых условий, которые меняются от года к году. Их крайнюю неустойчивость определяет большая изменчивость атмосферных процессов и географическое положение. Преобладание циклонической деятельности определяет сравнительно теплую и неустойчивую погоду. Вторжение холодных арктических воздушных масс вызывает резкое и продолжительное похолодание и способствует быстрому замерзанию моря, преобладание антициклонических воздействий в осенне-зимний период определяет суровые погодные условия [4].

Очень удобными местами для образования местного льда, который появляется, прежде всего, на участках, защищенных от влияния ветра, являются многочисленные отмели, бухты, лиманы.

На распределение льда большое влияние оказывает ветровая деятельность и течения. Резкие изменения направления ветра способствуют быстрому выносу льда. Были случаи, когда в течение нескольких часов происходило перераспределение его из одной части моря в другую, создавались нетипичные ледовые ситуации [1; 2; 11].

Сгонные ветры отжимают лед от берегов, вызывают его разрежение и образование полыней, трещин и припая. Нагонные ветры способствуют сжатию, нагромождению льдов, «наползанию» их на берег. В результате такой значительной работы ветра льды Азовского моря отличаются большой торосистостью. Наибольшее количество торосов обычно отмечается у восточных берегов кос северного побережья и вдоль Арабатской стрелки. Высота торосов в открытом море составляет 1 м, на прибрежных отмелях достигает 5-10 м.

В районах, где первое появление льда наблюдается в более позднее время, например, в Керченском проливе, большую роль играет приносной лед (в виде больших и малых ледяных полей, обломков полей, крупно-мелкобитого льда и ледяной каши), который выносится ветром и течениями из ледовитых районов.

Для ледового режима моря характерно неоднократное в течение зимы появление и исчезновение льда и даже неоднократное полное замерзание. Такие колебания в течение одной зимы вызываются сменой погоды. Очень часто на Азовском море после первых холодов устанавливаются надолго положительные температуры. В этих случаях продержавшийся некоторое время лед тает. Подобные возвраты тепла случаются и в разгар зимы, вызывая таяние и разрушение льда, особенно интенсивное, если оттепели сопровождаются сильным ветром и туманами. На участках, занятых мощным припаем, оттепели также вызывают появление трещин и полыней. Независимо от типа зим замерзания и вскрытия отдельных районов моря происходят до 6-8 раз в течение сезона.

Льды оказывают реальную опасность для судоходства и гидротехнических сооружений, а также вызывают сложность миграции и промысла рыб (тюльки, пиленгаса), определенно влияют на биологическую продуктивность водоема в последующие сезоны [1; 2]. Поэтому среди многих проблем исследования Азовского моря одной из наиболее актуальных является мониторинг ледовых условий.

Для исследования ледовых условий Азовского моря и северо-западной части Черного моря использованы снимки за период 1992-2011 гг. Регулярные наблюдения с ИСЗ позволили определить

следующие наиболее характерные и отличительные особенности ледовых условий прибрежной и особенно открытой части моря.

Так по многолетним данным в умеренные зимы очищение моря ото льда продолжается, примерно, в течение месяца. Обычно, в первую очередь очищается юго-восточная часть моря. Затем — его восточная и южная акватории. Позже всего освобождается ото льда западная часть моря и Таганрогский залив (рис. 1). Исключительной в этом плане оказалась зима 1996-1997 г. (рис. 2).

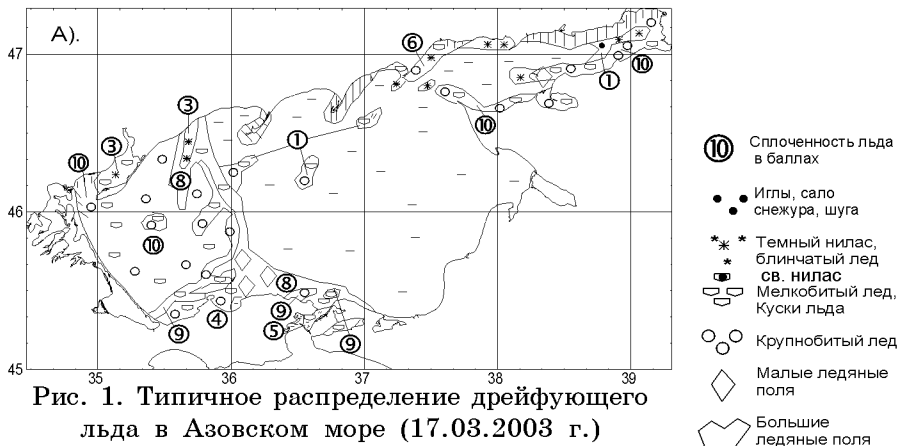


Рис. 1. Типичное распределение дрейфующего льда в Азовском море (17.03.2003 г.)

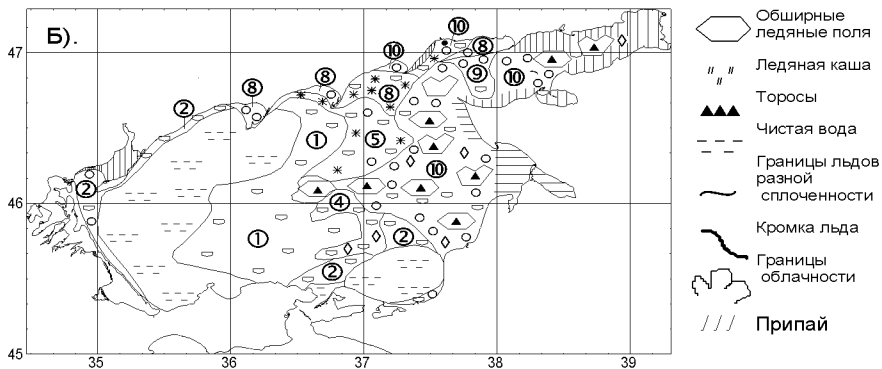


Рис. 2. Аномальное распределение дрейфующего льда в Азовском море (18.02.1997 г.)

Начиная с конца первой декады февраля, под воздействием западного ветра лед с западной части моря был вынесен на восток. К середине месяца западная половина моря оставалась покры-

той льдами сплоченностью 1-2 балла, за исключением небольших участков вдоль Арабатской стрелки и в центре западного района, где прослеживались более сплоченные льды. На востоке в это время отмечалось уплотнение льдов до 10 баллов. Наиболее масштабный дрейф льдов на восток прослеживался 18 февраля. 20-22 февраля под влиянием северо-восточного ветра наблюдался дрейф льдов на юго-запад, а затем снова на восток, где ледовое поле сохранялось до полного таяния. Позднее 18 февраля льды на западе моря больше не наблюдались. 3 марта произошло практически полное очищение южной части Азовского моря. Восточные акватории моря очистились позже всех районов.

Лед в Азовском море отличается существенной подвижностью. Если ранее какие-либо наблюдения за дрейфом в открытом море отсутствовали, то в настоящее время спутниковые системы позволили проследить дрейф льда по всему морю. Существенные подвижки льда отмечались ежегодно. Их траектории определялись направлением сильного ветра.

Чаще всего наблюдался дрейф льда по северу моря, с северо-востока на юго-запад либо с северо-запада на юго-восток, а также в центральной части моря, в ситуациях, когда имелись открытые ото льда участки. Примером значительных подвижек с запада на восток служит дрейф льда в середине февраля 1997 г., о котором упоминалось выше (рис. 2).

Часть льдов в течение зимнего периода под влиянием ветра северных румбов через Керченский пролив выносилась в Черное море.

Необычная ситуация сложилась с 11 марта по 3 апреля 2003 года. С начала второй декады марта восток моря был практически свободен ото льда. Под влиянием северного ветра льды с центральной части Азовского моря поджало к югу. В результате в северной части Керченского пролива и на акватории к северу от пролива длительное время (с 11 по 31 марта) наблюдались непроходимые для судов льды. Ширина полосы «тяжелых» льдов достигала 10-15 миль (рис. 1).

Данные спутниковых наблюдений позволяют также исследовать особенности ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе при ультраполярных вторжениях воздушных масс из региона Карского моря. В этих достаточно редких зимних условиях формируется особо сложный и опасный ледовый режим, сопровождающийся промерзанием до дна мелководных бухт и лиманов, торо-

шением ледовых полей, их резкими подвижками, образованием полей «тяжелого» льда, препятствующего судоходству.

Для акватории Азовского моря зима 2005-2006 гг. оказалась одной из наиболее холодных на фоне всех предшествовавших ей за последние 20 лет зим, хотя по критерию суммы отрицательных среднесуточных температур воздуха в четырех пунктах рассматриваемой акватории (Керчь, Геническ, Таганрог, Приморско-Ахтарск) она относится к типу умеренных.

Погода в январе определялась несколькими мощными ультраполярными вторжениями воздушных масс. Соответственно, эта зима отличалась собственными ледовыми условиями.

Ледовый покров сформировался довольно поздно — 9 января. Это может быть связано с аномально холодным январем (средняя суточная температура воздуха по Керчи  $-5,0$  °С при норме  $-0,6$  °С) и холодным февралем (средняя суточная температура в Керчи  $-1,1$  °С, норма  $-0,5$  °С).

С 11 по 14 января над восточной Европой установился мощный антициклон. Среднесуточная температура воздуха в это время удерживалась около  $-1 \div -3$  °С. В Таганрогском заливе и по северу моря продолжался процесс льдообразования.

С 15 по 18 января на север Каспийского моря с севера сместился циклон, в тыл которого с Каспийского моря стал поступать арктический воздух. Температура воздуха над Азовским морем снизилась до  $-2 \div -7$  °С.

19 января было отмечено кратковременное потепление, так как акватория моря оказалась в теплом секторе «южного» циклона. Южная часть моря в это время была практически свободной ото льда (рис. 3).

20 января в тыл уходящего циклона «обрушилась» арктическая воздушная масса. Температура воздуха в течение нескольких часов понизилась на  $20-25$  °С.

В течение суток все Азовское море и северная часть Керченского пролива покрылась льдами сплоченностью 10 баллов. В Таганрогском, Ясенском, Утлюкском заливах, вдоль Арабатской стрелки, от косы Долгая до Приморско-Ахтарска, в районе Темрюка, в Таманском заливе и в Керченском проливе образовался припай (рис. 4).

С 21 января по 4 марта по всему морю, за исключением небольших участков, наблюдался лед сплоченностью в 10 баллов. Примерно такая же ситуация была характерной для зимнего сезо-

на 1995-1996 гг., но только для северной половины моря. В эту зиму, и только в северной половине Азовского моря, толщина льда была, примерно, такой же, как и в анализируемый зимний сезон 2005-2006 гг.: в Ейске — 60 см, в Таганроге — 51 см, в Должанской — 60 см, на участке судоходного канала от Мариуполя до поворота из залива в море — 70 см, в Геническе — 40 см, в Стрелковом — 30 см.

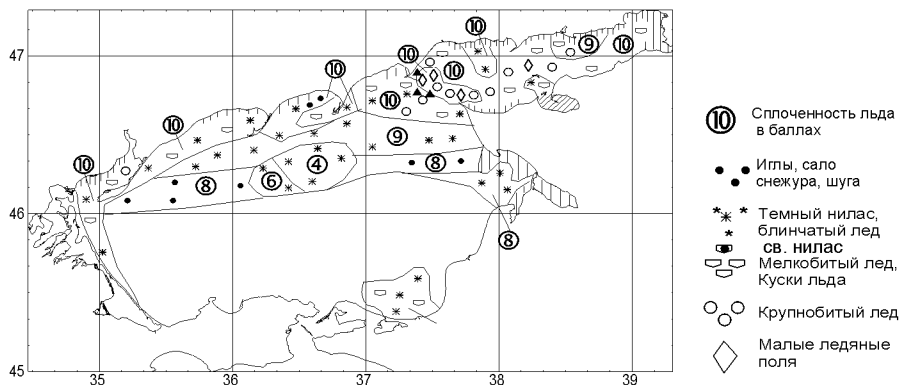


Рис. 3. Ледовая обстановка за сутки до ультраполярного вторжения (19.01.2006 г.)

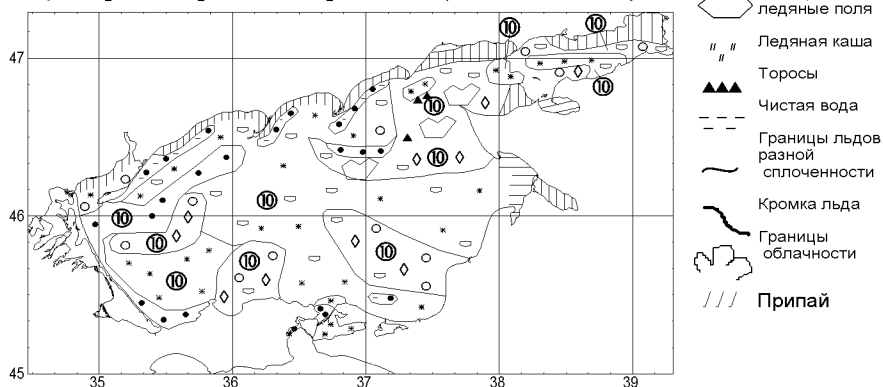


Рис. 4. Ледовая обстановка через сутки после ультраполярного вторжения (21.01.2006 г.)

За предшествующие 20 лет столь резкого понижения температуры воздуха, которое сопровождалось замерзанием всей акватории моря в течение суток, не наблюдалось. Обычно замерзала лишь часть моря. При резких похолоданиях в начале зимы льдом покрыва-



лась северная половина моря. В ситуациях, когда Азовское море было частично замерзшим, ледовый покров формировался в его южной части.

23 января в Керчи был зафиксирован новый абсолютный минимум января  $-22,7$  °С (предыдущий  $-22,4$  °С отмечен в 1940 г.). В результате действия в это время ветра северных румбов, по северу Белосарайского и Бердянского заливов на спутниковых снимках наблюдалось «отжатие» льда от берега и от кромки припая, а также образование торосов в местах сжатия. В течение суток свободные ото льда участки снова покрылись первичными формами льда сплоченностью 8 баллов.

Февраль, как уже упоминалось, также как и январь, был холоднее обычного, особенно его первая и вторая декады. В течение месяца все море и северная половина Керченского пролива были покрыты льдами. Незначительные подвижки льда отмечались 1, 3, 6, 7, 13 и 14 февраля под влиянием ветра северных румбов на западе и на севере моря, а также с 17 по 22 февраля под влиянием ветра южных румбов на юго-востоке моря и в Керченском проливе. В феврале толщина льда в море достигла максимальных значений. По данным проходящих судов толщина льда в Таганрогском заливе возросла до 70 см, на остальной акватории она была около 25-40 см. На трассе Мариуполь-Керчь отмечена значительная торосистость льдов, особенно от Бердянской косы до входа в Таганрогский залив и севернее Керченского пролива (рис. 5).

Наиболее тяжелая ледовая обстановка сложилась с 6 по 22 февраля. В это время толщина льда была максимальной 50-70 см в Таганрогском заливе и в местах торошения. Преобладающую часть акватории моря занимали ледовые поля толщиной в 25-40 см. Динамика наиболее сложной ледовой обстановки во время ледостава проиллюстрирована ледовыми картами на рис. 6-8.

В течение анализируемого зимнего сезона характерными формами льда были нилас, тонкий однолетний и серо-белый лед. В самое холодное время преобладали серо-белые льды.

Март 2006 года был теплым. Прослеживалось интенсивное таяние льда. На ледовой карте за 21 марта (рис. 9) наибольшее количество льдов отмечено на западе моря (сплоченность 2-10 баллов) и в Таганрогском заливе (сплоченность 5-10 баллов). В центральной части моря прослежены отдельные ледяные поля, а на востоке (в районе косы Долгой) — небольшие ледовые массивы

сплоченностью 7 баллов. Керченский пролив к этому времени полностью очистился ото льда.

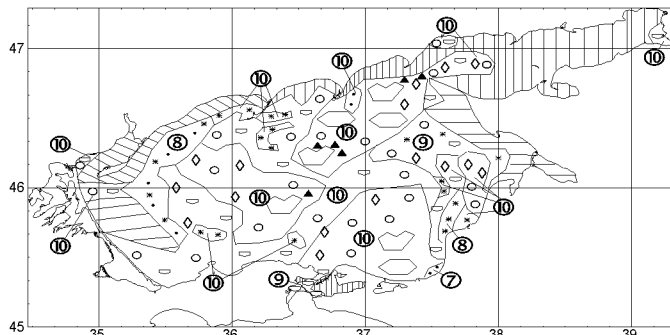


Рис. 5. Ледостав в Азовском море в зиму 2005-2006 гг. (15.02.2006 г.)

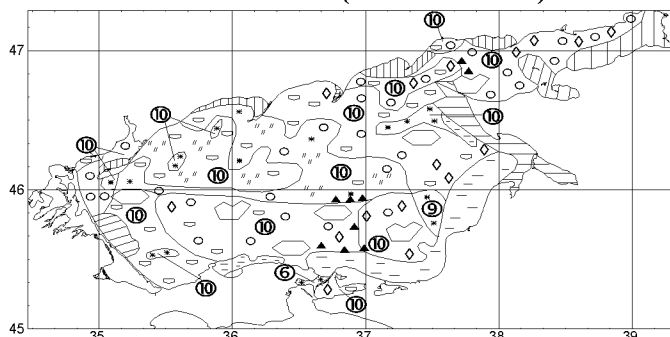


Рис. 6. Распределение льда в Азовском море 22.02.2006 г.

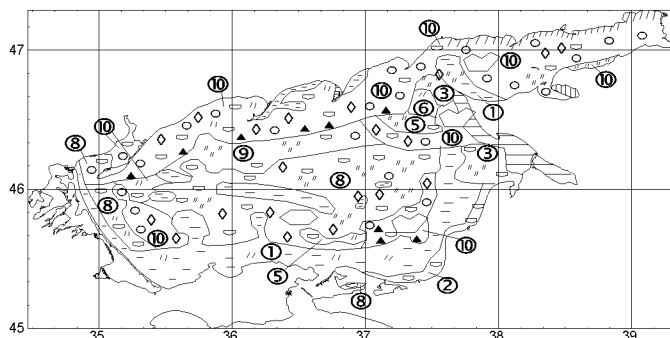


Рис. 7. Распределение льда в Азовском море 06.03.2006 г.

- 10** Сплоченность льда в баллах
- Иглы, сало снежура, шуга
- \* \* \* Темный нилас, блинчатый лед св. нилас
- ◻ ◻ ◻ Мелкобитый лед, Куски льда
- ○ ○ Крупнобитый лед
- ◇ Малые ледяные поля
- ◡ Большие ледяные поля
- ◡ Обширные ледяные поля
- /// Ледяная каша
- ▲▲▲ Торосы
- - - Чистая вода
- - - Границы льдов разной сплоченности
- ~ Кромка льда
- ~ Границы облачности
- /// Припай

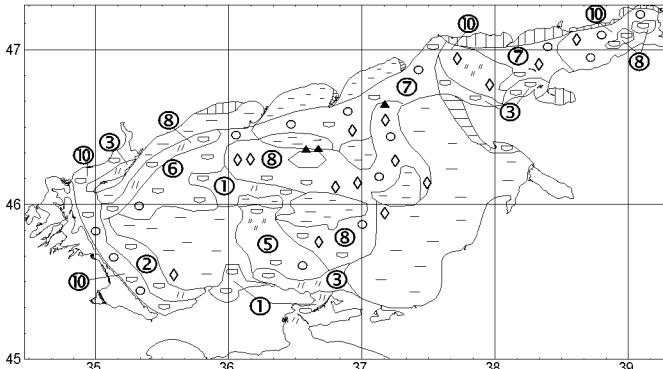


Рис. 8. Распределение льда в Азовском море 17.03.2006 г.

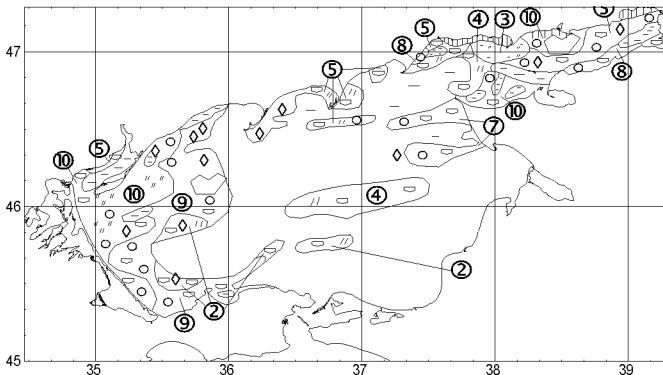


Рис. 9. Распределение льда в Азовском море 21.03.2006 г.

Керченский пролив является одной из основных транспортных артерий Украины и России. Множество судов по каналу проходит в порты Азовского моря — Бердянск, Мариуполь, Таганрог, Приморско-Ахтарск, Ейск. В Бердянске и Геническе базируется также рыбопромысловый флот.

Льды, выносимые под влиянием сильных северо-восточных ветров и течениями из Азовского в Черное море практически ежегодно по причине дрейфа, большого скопления и сжатия представляют реальную опасность для судоходства в проливе. Большие затруднения возникают в северной части Керченского пролива, где при сильных ветрах северных румбов образуются торосы, трудно проходимые даже ледоколами [4].

В Керченском проливе обитает большое количество видов рыб. Одни из них непосредственно обитают, другие являются мигрантами, так как их жизненный цикл связан как с Азовским, так и с Черным морем. Миграции некоторых из них происходят в тот период, когда в Керченском проливе наблюдаются льды [4; 9]. Так, например, в 1993 г. в результате аномально раннего замерзания пролива наблюдалась массовая гибель сельди (Чашин и др., 1995 г.). Периодически происходит гибель дельфинов подо льдом.

В последние годы большое влияние на ледовый режим Керченского пролива, а особенно Таманского залива, оказало строительство дамбы в районе о. Тузла. А это в свою очередь может существенно повлиять на сроки миграции рыб [9].

Таким образом, среди многих современных проблем Керченского пролива одной из актуальных является мониторинг ледовых условий, который в последние два десятилетия выполняется с помощью спутниковых систем. Так было установлено, что в течение четырех последних зим максимальная ледовитость и наибольшее количество дней со льдом отмечалось в Таманском заливе, что может быть вероятным следствием сооружения дамбы в районе Тузлы, которая ослабляет поступление более теплых черноморских вод (рис. 10-12).

Согласно спутниковых исследований за последние 19 лет (с 1993 по 2011 гг.) было установлено, что в северо-западной части Черного моря максимальная ледовитость отмечалась в зимы 1995/96, 1996/97 и 2005/06 гг. (рис. 13).

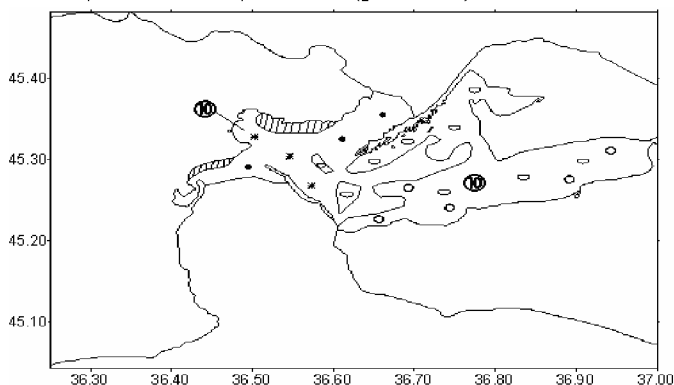


Рис. 10. Наибольшее распространение льда к югу (Керченский пролив, 14.01.2009 г.)

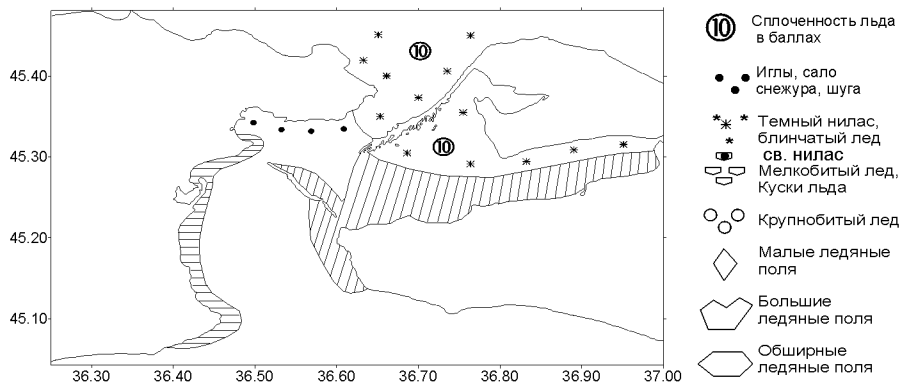


Рис. 11. Наибольшее распространение льда к югу (Керченский пролив, 27.01.2010 г.)

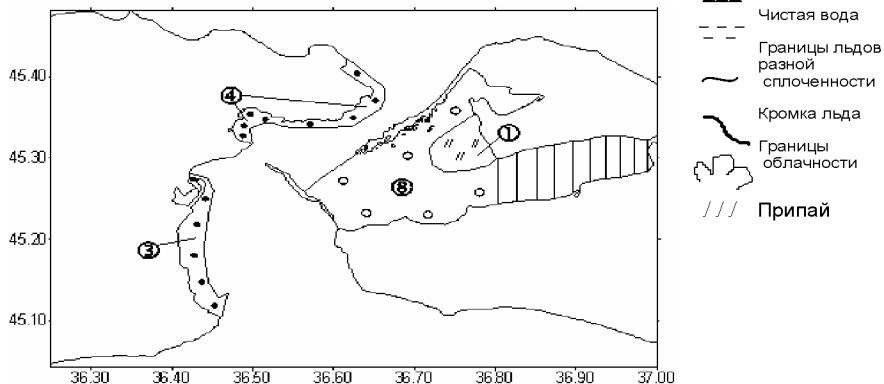


Рис. 12. Распределение льда в Керченском проливе (25.02.2011 г.)

В настоящее время эффективное внедрение спутниковой информации отмечается при решении проблем рыбопромысловой отрасли. Так, например, одним из важных промысловых объектов Азовского моря является тюлька. Это самый массовый вид из всех промысловых рыб моря. Жизненный цикл тюльки полностью проходит в Азовском море. На характер распределения и поведения тюльки в сезонном аспекте, на условия воспроизводства и нагула большое влияние оказывают гидрометеорологические условия водоема, значительную роль из которых играет ледовый режим. Ледовые условия являются одним из основных факторов, определяющих также величину вылова тюльки в период путины.

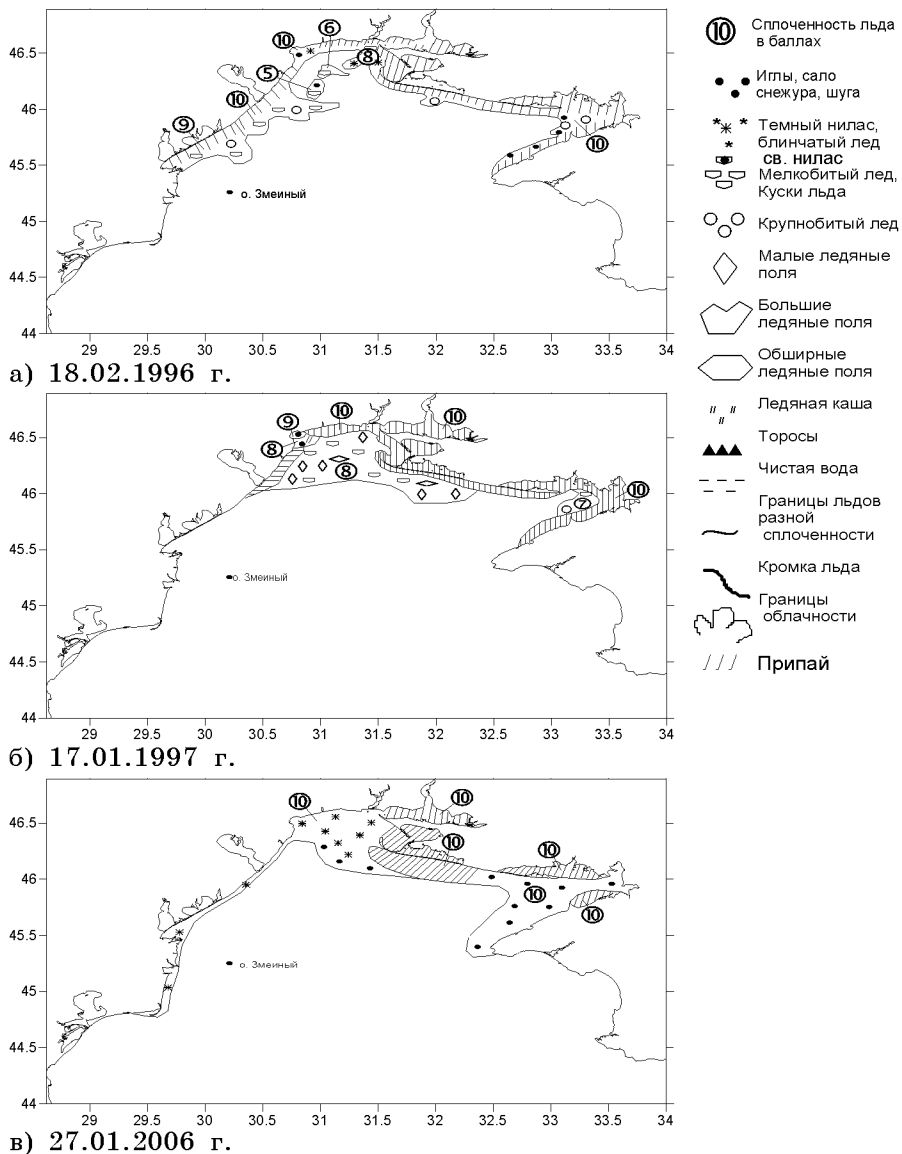


Рис. 13. Распределение льда в северо-западной части Черного моря в зимний период:

а) 1995/96 гг.; б) 1996/97 гг.; в) 2005/06 гг.

### *Влияние ледовых условий на развитие промысла тюльки на примере зимы 2010-2011 гг.*

Зимовальный период — время плотных концентраций тюльки, на которых базировался промысел, длился с 1 февраля по 1 апреля и составлял 60 дней. Кошельковый промысел тюльки распадался на два этапа — до ледостава (с 1 по 18 февраля), когда было выловлено 1160 т, среднее количество судов составляло 7, и после распаления льда (с 12 марта по 1 апреля) — выловлено 2940 т, среднее количество промысловых судов — 10. 21 день (с 19 февраля по 11 марта) промысел тюльки не проводился из-за сложной ледовой ситуации (рис. 14).

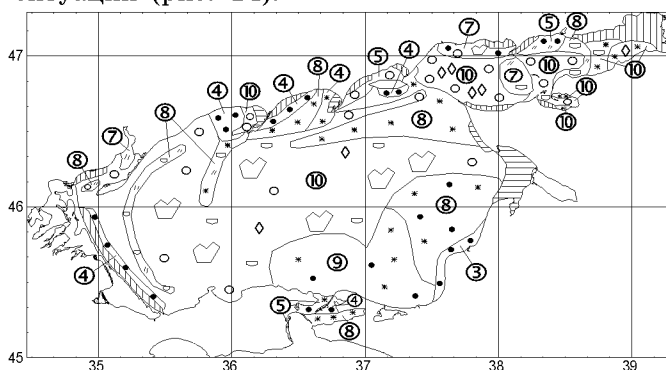


Рис. 14. Схема наиболее сложной ледовой обстановки в районе промысла тюльки (05.03.2011 г.)

Таким образом, на примере Азово-Черноморского бассейна проведена оценка некоторых особенностей ледовых условий на современном этапе, определено значение мониторинга льдов для отдельных отраслей народного хозяйства Украины, показано несомненное достоинство спутниковых наблюдений, обеспечивающих регулярность и оперативность получения необходимой информации.

#### *Литература*

1. Боровская Р. В. Ледовые условия в Азовском море и их связь с био- и рыбопродуктивностью // Система контроля окружающей среды. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. — Вып. 6. — С. 220-223.
2. Боровская Р. В., Ломакин П. Д., Панов Б. Н., Спиридонова Е. О. Современное состояние ледовых условий в Азовском море и Керченском проливе на базе спутниковой информации. Препринт. — Севастополь: МГИ НАН Украины, 2008. — 41 с.

3. Гидрометеорологический справочник Азовского моря. — Л.: Гидрометеиздат, 1962. — С. 431-480.
4. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. — Т. 3 (Азовское море). — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — С. 35-76.
5. Гоптарев Н. П., Таран Б.М. Ледовые условия // Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. — Т. 5 (Азовское море). — СПб.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 59-73.
6. Костюченко Р. А., Еремеев Е. А., Назаренко В. В., Зверев В. Н. Календарь распределения основных промысловых рыб Азово-Черноморского бассейна Центральный НИИ информации и технико-экономических исследований рыбного хозяйства, Азово-Черноморская научно-промысловая перспективная разведка АзЧерНИРО. — М., 1971. — С. 5, 17.
7. Луц Г. И. Экология и промысел азовской тюльки. — Ростов-на-Дону: Ростовское книжное изд-во, 1986. — С. 87.
8. Методические указания по комплексному использованию спутниковой информации для изучения морей / Гос. комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — С. 59-100.
9. Наукова еколоого-експертна оцінка впливу дамби в районі острова Тузла на міграції промислових риб, їх чисельність і загальний стан популяцій (науково-технічний звіт). — Керчь: ПівденНИРО, 2004. — С. 50-64.
10. О составе, точности и пространственном разрешении информации, необходимой для гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства и службы гидрометеорологических прогнозов / Под ред. М. А. Петросянца, В. Д. Решетова. — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 220 с.
11. Суховой В. Ф. Моря Мирового Океана. — Л.: Гидрометеиздат, 1986. — 286 с.

*Е. П. Любарец*

## **МОРСКАЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СЕТЬ НАБЛЮДЕНИЙ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

К морским видам наблюдений относятся: морские береговые и устьевые, рейдовые и глубоководные, а также судовые наблюдения, которые проводятся на судах добровольно и являются источником данных о режиме открытой части моря (рис. 1). Наблече-



ния проводятся в пунктах, расположенных в прибрежной и шельфовой зонах морей, в морских устьях рек.

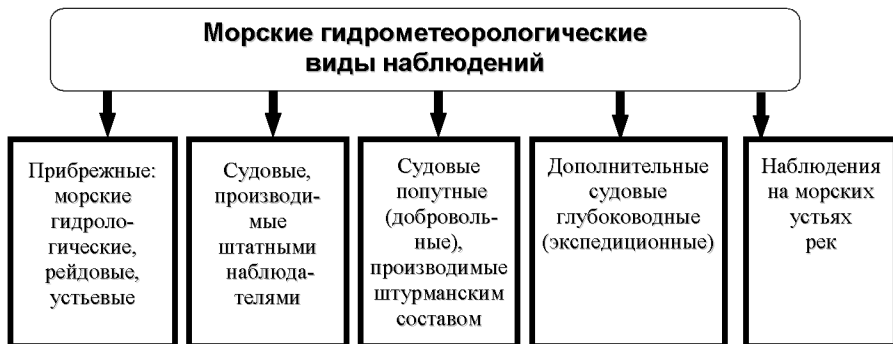


Рис. 1. Виды морских гидрометеорологических наблюдений

Современная морская гидрометеорологическая сеть наблюдений Украины — это часть наземной подсистемы получения гидрометеорологических данных в прибрежной зоне Черного и Азовского морей, она состоит из 37 морских станций и постов, включая пункты наблюдений, расположенные в устьях рек Дуная, Днепра, Днестра и Южного Буга (табл. 1). Морские оперативно-производственные организации являются структурными подразделениями 6-ти областных и региональных центров гидрометеорологии и Дунайской гидрометеорологической обсерватории. За качеством морской воды ведут наблюдения семь гидрохимических лабораторий, пять из которых проводят комплексные наблюдения за загрязнением природной среды. В соответствии с программой, стандартные гидрологические наблюдения на морской береговой сети производятся за следующими элементами: уровнем моря и сгонно-нагонными явлениями, элементами волнения моря, температурой поверхностного слоя, ледовыми явлениями, соленостью, а также дополнительно проводятся наблюдения за опасными и стихийными гидрометеорологическими явлениями.

Рассмотрим вкратце основные исторические вехи развития системы морских гидрометеорологических наблюдений на территории Украины, что поможет пониманию современного состояния морской сети.

Начало методической работы было положено 8 мая 1805 года, когда были приняты Правила, разработанные капитан-командором П. Я. Гамалея, в которых излагались условия устройства пунктов наблюдений, перечислялись основные метеорологические элементы и

явления, приводилась формы таблиц для внесения данных наблюдения. С этого времени все порты снабжались термометрами, барометрами, гигрометрами и другими метеорологическими приборами. Наблюдения предписывалось «делать три раза в день: при восхождении солнца, в час или в два пополудни и при заходе солнца». Первым документом, регламентирующим работу морских береговых гидрометеорологических станций в России, была инструкция под заглавием «Наставление для делания метеорологических наблюдений в военных портах и об исправлении погрешностей корабельных компасов» напечатанная в 1843 году в VI томе «Записок Гидрографического департамента», где определялся порядок наблюдений за гидрометеорологическими параметрами. В 1869 г. была составлена новая инструкция, которая ввела повсеместно единые сроки наблюдения (7, 13 и 21 ч), метрическую систему мер, градусы Цельсия, новый стиль четырехступенчатой шкалы ветра, классификацию облаков по Говарду и т.д. Кроме этого, в главной физической обсерватории была организована проверка всех приборов, а так же проверка и отбраковка наблюдений проводимых на станциях.

Таблица 1.

Распределение пунктов наблюдений морской сети по РЦГМ (ЦГМ, ГМО)

Название ЦГМ (РЦГМ, ГМО)	Количество подчиненных подразделений морской сети						
	общее	пунктов наблюдений	станций		постов		
			I разряда	II разряда	I разряда	II разряда	III разряда
Дунайская ГМО	3	2	-	1	1	-	-
ГМЦ ЧАМ	7	7	1	3	2	1	-
Николаевский ЦГМ	8	7	-	1	6	-	-
Херсонский ЦГМ	4	4	-	2	1	-	1
РЦГМ в АРК	13	13	2	6	3	1	1
Запорожский ЦГМ	1	1	-	1	-	-	-
Донецкий РЦГМ	1	1	1	-	-	-	-
ВСЕГО	37	35	4	14	13	2	2

Изучение гидрометеорологического режима Черного и Азовского морей началось вскоре после присоединения к России Крыма в 1783 г., Бессарабии в 1812 г. Становление и развитие гидрометеоро-

рологических наблюдений на Азово-Черноморском побережье шло в тесном взаимодействии с развитием русского флота. Поэтому первые пункты наблюдения были открыты в северо-западной части Черного моря, где располагалась главная база военно-морского флота. С 1801 г. начали проводиться метеорологические наблюдения в г. Николаев в Черноморском штурманском училище в качестве специальной подготовки курсантов. Несколько позже были организованы гидрометеорологические наблюдения в Херсоне — 1808 г., Одессе — 1821 г., в Севастополе наблюдения начали проводить с февраля 1824 г. Гидрометеорологические наблюдения в Николаеве получили развитие благодаря главному командиру Черноморского флота, военному губернатору Николаева и Севастополя, вице-адмиралу Алексею Самуиловичу Грейгу, который 26 июля 1820 г. отдал распоряжение о строительстве при Черноморском штурманском училище здания Николаевской морской астрономической обсерватории. На территорию астрономической обсерватории была перенесена и метеорологическая станция.

Однако непрерывные военные действия с Турцией и Англо-французско-итальянской коалицией приостановили на некоторое время развитие гидрометеорологических наблюдений и только по окончании военных действий они были продолжены. Начиная с 1865 г. результаты метеорологических наблюдений стали печататься в «Летописях Главной физической обсерватории». 18 мая 1909 г. Главным Гидрографическим Управлением (ГГУ) было принято решение о создании в Севастополе, на базе отделения Николаевской обсерватории Севастопольской морской обсерватории (СМО), которая начала проводить регулярные гидрометеорологические наблюдения с ноября 1909 г. Кроме этого, обсерватория занималась организацией станций и постов Черноморского флота на Черном и Азовском морях, и контролировала их деятельность [4]. На Азовском море систематические наблюдения стали проводиться с 1870 г. на острове Перебойном (устье Дона), затем к 1881-1882 гг. были организованы наблюдения при Таганрогском и Геническом маяках и др. [5; 6].

Временем организации постоянных гидрометеорологических наблюдений следует считать 1893 год, когда по инициативе И. Б. Шпиндлера Отдел торговых портов Министерства торговли и промышленности создал собственную гидрометеорологическую службу. Занимая должность заведующего метеорологией в главном гидрографическом

управлении, Шпиндлер И. Б. содействовал расширению сети метеорологических и гидрологических станций. Благодаря его инициативе в 1896 году при управлении была организована особая метеорологическая часть, в которой сосредоточилось методическое руководство и обработка метеорологических и гидрологических наблюдений на станциях морского ведомства и на судах военного флота [7].

Развитие военно-морского флота и торгового мореплавания в начале II половины XIX века, требовало строительства дополнительных военно-морских баз и открытия гидрометеорологических пунктов наблюдения для их обслуживания (главным образом, при маяках и портах). К 1900 году на Черном и Азовском морях уже действовало 45 станций и постов, тогда как в первой половине XIX века их было только четыре (рис. 2).

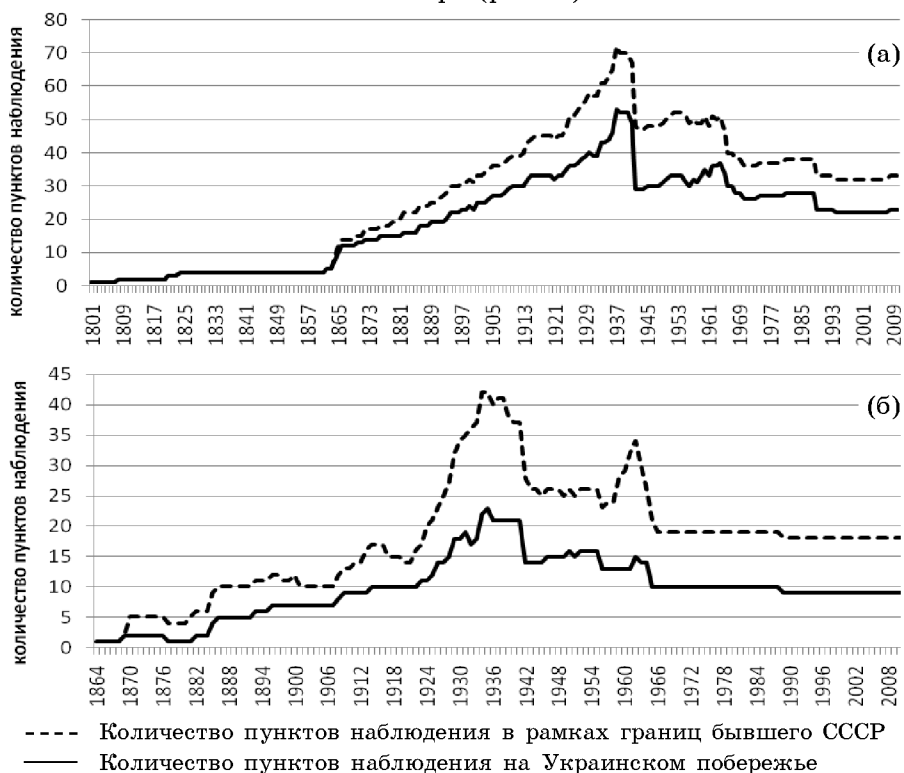


Рис. 2. Количество пунктов наблюдений за период 1801-2011 гг.: а) на Черном море; б) на Азовском море

Гражданская гидрометеорологическая служба на Черном и Азовском морях оформилась к 1912 году как гидрометеорологическая часть Отдела торговых портов Министерства торговли и промышленности, что значительно позднее создания гидрометеорологической службы военного ведомства (Главного Управления Черноморского флота) [8; 9]. Большой вклад в развитие гражданской гидрометеорологической службы на Черном и Азовском морях внес заведующий Феодосийской гидрометеорологической станцией инженер М. Н. Сарандинаки, который предложил организовать в каждом торговом порту гидрометеорологические станции, а в Феодосии — службу штормовых предупреждений. В 1909 году, под руководством инженера М. Н. Сарандинаки, Феодосийская гидрометеорологическая станция постепенно превратилась в главную среди станций Азово-Черноморских портов, т.е. по сути, в Гидрометеорологический центр. Все портовые станции передавали результаты наблюдений по телеграфу не только в Главную физическую обсерваторию, но и в Феодосию.

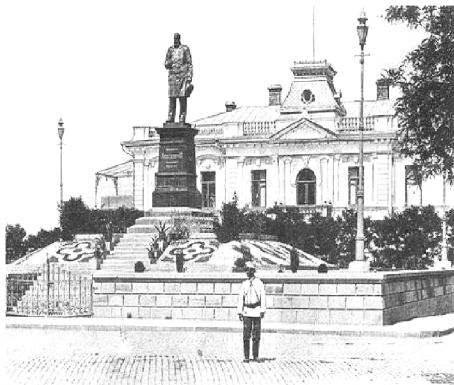


Рис. 3. Здание метеостанции в Феодосии, начало XIX века



Рис. 4. «Гидрологическая будка на широком молу. Начальник станции на велосипеде и два наблюдателя. 1912 г.»

Методическое руководство, как военной, так и гражданской службами осуществлялось Главной физической обсерваторией. Обобщенные данные гидрометеорологического режима Черного и Азовского морей за дореволюционный период помещались в лоциях этих морей и в специальных изданиях: Атлас ветров и туманов Черного и Азовского морей (1908 год), физико-географический обзор Черного и Азовского морей, «Ежемесячные обзоры погоды» и т.д.

Основным недостатком в развитии всех морских гидрометеорологических наблюдений и служб было отсутствие квалифицированных кадров наблюдателей и руководящего состава. Наблюдения на сети гидрометеорологических станций Черного и Азовского морей были возложены на начальников лоцмейстерских дистанций или же на начальников маяков, которые в большинстве своем были военные. С организацией гидрометеорологической части при отделе торговых портов увеличилась программа наблюдений, что сделало невозможным исполнение этих обязанностей портовыми служащими в качестве дополнительных занятий. Поэтому, в начале 1913 г. были открыты 6-месячные курсы наблюдателей, а затем — 10-месячные курсы гидрометеорологов, куда для чтения лекций и практических занятий приглашались известные профессора и специалисты.

В период первой мировой и гражданской войн гидрометслужбы пришли в упадок, на некоторых станциях наблюдения прекратились. Станции и посты, а также службы, их возглавляющие, были объединены в 1917 г. и подчинены Гидрографическому отделу Черноморского флота, в ведении которого они находились до февраля 1922 г. На Черном и Азовском морях в 1920 году действовало 59 гидрометеорологических станций и постов, из них на Черном море — 41, на Азовском море — 18. В феврале 1922 г. по приказу Революционного Военного (РВ) Совета Республики от 4 февраля за № 12 гражданская сеть портовых станций и постов была передана Центральному управлению морского транспорта, в составе которого было организовано Центральное гидрометеорологическое бюро. На базе бывшей в Феодосии станции был вновь восстановлен Гидрометеорологический центр. Сеть гидрометеорологических станций и постов была восстановлена и стала работать по единой программе. В 1924 году расширилась программа наблюдений на станциях и постах [4; 5; 7]. Начались наблюдения на рейдах, а также специальные исследования в районах портов, в Керченском проливе, в дельтах рек и отдельных районах морей.

В 1929 году Гидрометеорологический центр был реорганизован в Геофизическую обсерваторию, а затем в 1930 году — в Гидрометеорологический институт Черного и Азовского морей, который в этом же году (в связи с реорганизацией гидрометеорологической службы в СССР) вместе с прикрепленными станциями, вошел в состав Гидрометеорологического Управления Черного и Азовского морей в Феодосии. Сокращение количества станций и постов на Черном и Азовском морях произошло к моменту организации единой гидрометеорологической службы СССР в 1930 году [2; 4; 5; 7]. Ее организация позволила не только оптимизировать систему наблюдений, но и значительно расширить специальные наблюдения. На Азовском море и в северо-западной части Черного моря в зимний период в течение ряда лет открывалось большое количество ледовых постов, а на ледоколах в течение всего ледового сезона находились наблюдатели. Реорганизация способствовала так же разработке единой методики наблюдений, определению репрезентативности расположения станций и отдельных видов наблюдений, повышению квалификации наблюдателей, созданию специальных наставлений, пособий и руководств по производству наблюдений и изданию специальной литературы. Для подготовки кадров были организованы специальные учебные заведения, институты, техникумы, школы, курсы.

В 1934 году по настоянию командования Черноморского (Военно-морского) флота Управление гидрометеорологической службы Черного и Азовского морей было переведено из Феодосии в Севастополь. В Феодосии на базе гидрометеорологической станции 1 разряда и оставшихся подразделений была организована Геофизическая обсерватория, которая в 1940 году был также переведена в г. Севастополь. К этому времени в систему гидрометеорологической службы были переданы почти все маячные станции и посты. В ведении Гидрографии остались лишь гидрометеорологические станции, расположенные в районе военно-морских баз. Управление и обсерватория помещались в г. Севастополе в специально отстроенном в 1939 году здании, где сейчас находятся Севастопольская ГМО, МО УкрНИГМИ, а также др. службы МЧС.

В 1935 году был обобщен и систематизирован весь накопленный материал наблюдений гидрометеорологических станций и постов, и сведен в специальные каталоги стационарных, экспедиционных, рейдовых и попутных гидрометеорологических наблюдений,

а также каталоги топографических, картографических и специальных изысканий, и в 1937 году были изданы Гидрометеорологические справочники по Черному и Азовскому морям, которые вошли в Гидрометеорологический справочник морей СССР [5].

Великая Отечественная война внесла значительные коррективы в развитие Гидрометеорологической службы. К началу 1941 года сеть морских станций и постов достигла 118 единиц. Из них на Черном море действовало 68 станций и постов, а на Азовском море — 44 (табл. 1). Уже к концу 1941 года количество действующих станций по Азово-Черноморскому побережью резко сократилось. Две гидрометеорологические службы — военная и гражданская были вновь объединены. Из осажденного Севастополя был эвакуирован не только личный состав Гидрометеорологической службы, а также приборы, оборудование и архивный материал. В осажденном Севастополе и при Азовской флотилии действовали оперативные подразделения Гидрометслужбы, а сеть пунктов наблюдения в основном располагалась по южному побережью Азовского моря и по Черноморскому побережью Таманского полуострова и Кавказа. К концу 1942 года, с выходом гитлеровских войск в районы Кубани и Северного Кавказа, на Азовском море не было ни одной действующей гидрометеорологической станции или поста, а на черноморском побережье от Геленджика до Батуми (вместе с вновь открытыми пунктами наблюдения) действовало всего 13 станций и постов. Несмотря на то, что продолжались ожесточенные бои, шла непрерывная работа по восстановлению разрушенных и организации новых гидрометеорологических станций и постов. Таким образом, на побережье Черного и Азовского морей уже в 1943 году было восстановлено 8 станций, в 1944 году — 28 станций, в 1945 году — 7 станций и в 1946 — 3 станции. В течение 1943-1944 гг. была восстановлена почти вся основная морская сеть. Управление гидрометеорологической службы Черноморского флота возвратилось в Севастополь в мае-июне 1944 г. [4; 5].

В марте 1946 года Управление гидрометеорологической службы Черноморского флота было реорганизовано и на Азово-Черноморском бассейне вновь стали действовать две гидрометеорологические службы — военная и гражданская. Военная служба вошла в состав Гидрографического отдела Черноморского флота, а гражданская — стала частью Севастопольского управления гидрометеорологической службы и гидрометеорологической обсерватории



(ГМО). Восстановление или открытие новых станций и постов производилось с разрешения Государственного Управления гидрометеорологической службы. Основной задачей восстановительного послевоенного периода являлось доукомплектование восстановленной сети недостающими приборами и оборудованием и доведение объема их работ до установленного для них разряда. За этот период было открыто на Черном море — 13 постов, а на Азовском — 11. Причем многие из них открывались как ледовые. Дополнительно к прибрежным наблюдениям за состоянием ледового покрова выполнялись ледовые наблюдения в открытом море с помощью ледокола и авиаразведок. Ежегодный объем ледокольных наблюдений составлял в среднем 4-5 рейсов, в зависимости от суровости зимы. Авиаразведки льда выполнялись регулярно в течение всего ледового сезона: в среднем 7-8 полетов над Азовским морем и 2-3 — над Черным морем и продолжались с 1946 по 1991 включительно.

В 1947 году Обсерватория по распоряжению ГУГМС была перебазирована на Кавказ в г. Туапсе, но в 1956 году, после ликвидации Севастопольского Управления ГМС, была переведена обратно в г. Севастополь, где она получила название Гидрометеорологической обсерватории Черного и Азовского морей, на которую были возложены функции руководства и методического сопровождения морской сети наблюдения. Обсерватория и станции первого разряда привлекались к выполнению работ по научной тематике и тематическим экспедиционным исследованиям. Кроме того, в послевоенный период была проделана большая работа по обработке, систематизации и подготовке к печати материалов гидрометеорологических наблюдений на Черном и Азовском морях за период 1936-1960 гг. В 1960 году были завершены работы по составлению морских гидрометеорологических ежегодников (за 1936-1960 гг.), и других трудов, которые являлись прямым продолжением каталогов (стационарных и экспедиционных наблюдений) водного кадастра 1935 года. Ежегодники составлялись по каждому морю отдельно по стационарным и по глубоководным наблюдениям. За этот же период были подготовлены к печати и частично изданы: «Гидрометеорологический справочник Азовского моря» (1962), «Атлас льдов Черного и Азовского морей» (1962), монография «Гидрохимия Азовского моря» (1964), «Атлас ветра и волнения Черного моря», «Атлас течений Керченского пролива», «Климатологический справочник СССР» вып. 11 (1949), «Каталог уровенных наблюдений на Черном и Азовском морях» (1965) [5].

Севастопольская Гидрометеорологическая обсерватория Черного и Азовского морей в 1965 году была реорганизована в Бассейновую гидрометеорологическую обсерваторию Черного и Азовского морей (БГМО ЧАМ) УГМС Украинской ССР, которая была не только научно-методическим центром Азово-Черноморского бассейна, а также занималась планированием работ по морским гидрометеорологическим наблюдениям, экспедиционным исследованиям и научной тематике, инспектировала их деятельность и осуществляла проверку материалов наблюдений. Сеть гидрометеорологических станций и постов была распределена по территориальной принадлежности между Грузинским, Ростовским и Украинским управлениями гидрометеорологической службы.

В 1971 г. была проведена очередная реорганизация, в результате которой большинство отделов БГМО ЧАМ были переданы созданному Севастопольскому отделению Государственного океанографического института (ГОИН), за которым позже было закреплено научное руководство морской сетью. Для выполнения функций методического руководства морскими видами наблюдений 6 апреля 1976 г. в Севастополе был создан морской отдел, который вошел в состав Крымской ГМО и с февраля 1986 года был передан в состав ГМБ Севастополь, организованное на базе групп гидрометеорологического обслуживания рыбных промыслов и народного хозяйства и судовой сети 15 февраля 1971 г. Приказом № 22 от 07.04.2006 г. ГМБ Севастополь было переименовано в Севастопольскую ГМО.

К настоящему моменту накоплен значительный исторический ряд более 100 лет данных морских береговых наблюдений по таким пунктам как МГ Ялта, МГ Одесса-порт, МГ Очаков, МГ Севастополь и др. Такие продолжительные ряды морских гидрометеорологических наблюдений являются уникальными и имеют значительную научную ценность не только для Украины, что особенно важно в связи с современными проблемами глобальных и региональных климатических изменений [10]. Эти данные в настоящее время используются для расчета режимных характеристик, моделирования и прогнозирования гидродинамических процессов в Азово-Черноморском бассейне.

**Выводы.** Начиная с момента образования и до настоящего времени, сеть морских гидрометеорологических наблюдений играла важную роль в народном хозяйстве, обеспечивая безопасность мореплавания и прибрежной инфраструктуры. За более чем 200-лет-

ную историю производства гидрометеорологических наблюдений, морская сеть по характеру своей деятельности всегда находилась в прямой зависимости от экономического состояния государства и, соответственно, качество мониторинга и прогноза погодных условий, к сожалению, также напрямую связаны с уровнем государственной поддержки данной отрасли. Как показал исторический обзор, в настоящее время морская сеть испытывает не лучшие свои времена. Ее оптимизация проводилась неоднократно и всегда в сторону сокращения. В настоящее время количество пунктов наблюдений практически такое же, как было в начале 1900 г. Если в прошлом наблюдениями освещалась и открытая часть моря, то в современный период наблюдения в большинстве случаев проводятся в бухтах, лиманах, заливах и отражают режимные условия в прилегающих к ним районах моря и акваториях портов, в результате чего открытая часть моря оказывается недостаточно освещенной. Такое положение дел было обусловлено тем, что одной из основных задач морских пунктов наблюдений является обеспечение безопасности не только мореплавания, но и работы морских портов Украины. Однако реорганизация структуры морских портов, приватизация отдельных их частей без учета требований сохранения репрезентативности морских гидрометеорологических наблюдений негативно сказываются на информационном обеспечении морехозяйственной деятельности различных заинтересованных организаций. Руководство портов, потребляя необходимую им информацию, не способны, а иногда препятствуют соблюдению требуемых Наставлениями и Правилами условий для производства гидрометеорологических наблюдений. В настоящее время не существует документа, регламентирующего порядок взаимодействия по вопросам гидрометеорологического обеспечения безопасности на море, а также гарантирующего принцип сохранения и развития необходимых гидрометеорологических наблюдений в морских портах.

Следует уделить особое внимание техническому оснащению морских наблюдений, которое начало ухудшаться с конца 1970-х годов, и этот процесс все еще продолжается. Такие приборы, как самописцы уровня моря (СУМ и СУВ), электросолемеры ГМ-65, волномеры-перспектометры ГМ-12, измерители течений ВММ и др., были выпущены в 60-80-х годах прошлого столетия и давно выработали свой ресурс. Современные приборы, способные заменить вышеперечисленные, на морской сети Украины отсутствуют. Это ведет к переры-

вам в наблюдениях, снятию с плана таких видов наблюдений: за развитием и затуханием штормового волнения, за морскими течениями, непрерывных наблюдений за уровнем моря, что нарушает один из основных принципов гидрометеорологической деятельности — непрерывность наблюдений. Не везде имеются запасные термометры для измерения температуры поверхностного слоя моря. Серьезное отставание технической базы от современного уровня в течение последних десятилетий способствует росту дисбаланса между спросом на морскую гидрометеорологическую информацию и возможностями ее предоставления. Сегодня каждый областной (региональный) гидрометеорологический центр вынужден искать свои пути решения данного вопроса, т.к. Гидрометслужба Украины не имеет структурного подразделения, занимающегося вопросами технического оснащения морских наблюдений. Ранее Управлением Гидрометслужбы предпринимались отдельные попытки по оснащению морской сети современным оборудованием. Так, с 2008 года на МГП Кацивели под руководством Морского Гидрофизического института АН Украины проходит испытания Морская прибрежная станция (МПС) «Бриз», работающая в автоматическом режиме. МПС представляет собой сооружение конструктивных элементов, объединяющее модули измерительных приборов в один измерительный комплекс. Станция работает с большими перерывами, так как требует постоянного технического обслуживания из-за быстрого разрушения датчиков в морской агрессивной среде и обрастания водорослями и ракушками. Кроме этого, на данный момент нет разработанных методик по выполнению и обработке таких наблюдений.

Рейдовые и экспедиционные наблюдения продолжают выполняться в крайне небольшом объеме, составляющем 10-15 % от объема работ, произведенных в 1990 году (рис. 5). Такая ситуация сложилась по объективным причинам, в связи с отсутствием централизованного финансирования данного вида работ и соответствующего класса судов и оборудования. Поэтому в современных условиях сетевые подразделения не имеют возможности в полном объеме выполнять рейдовые и экспедиционные наблюдения. В последние годы (2009-2011) рейдовые наблюдения выполнялись только четырьмя подразделениями: МГ Очаков, МГ Опасное, ГМБ Ильичевск и Мариупольской ГМО (в текущем году с переменным успехом пытаются возобновить рейдовые наблюдения специалисты МГ Геническ), экспедиционные работы выполняли ГМБ Ильичевск и Мариупольск-

кая ГМО. Необходимо сказать, что существующие программы наблюдений («Програма спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища» от 2002 г., ОГСНҚ) и «Положение о вековых гидрологических наблюдениях на морях...» 1976 г. требуют приведения в соответствие современным условиям работы подразделений Гидрометслужбы, так как для их выполнения в полном объеме сегодня не существует правовой базы (например, многие «вековые разрезы» сейчас оказались разбиты межгосударственными границами). Следует так же обратить внимание, что основная часть руководящих документов морской сети была разработана и утверждена при Советском Союзе. Работа по пересмотру выше названных руководящих документов проводилась неоднократно, однако, завершена не была.

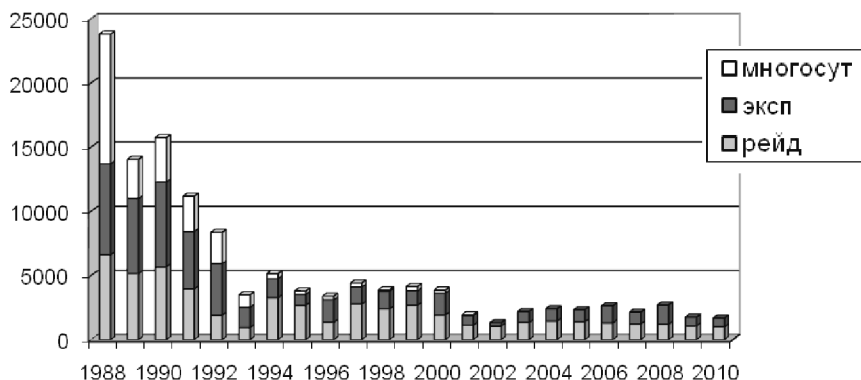


Рис. 5. Количество горизонтов наблюдения, выполненных подразделения морской сети за период 1988-2011 гг.

С 2005 года отсутствует такой вид наблюдений, как судовые попутные. Начиная с 1998 года, не было открыто ни одной СГМС. К 2001 году осталось только 60 СГМС (17 % от количества СГМС в 1987 году), а в конце 2005 года были закрыты последние 4 (рис. 6). Это связано с изменением экономических условий, и частные судовладельцы отказались добровольно производить гидрометеорологические наблюдения на своих судах, даже в ущерб безопасности мореплавания. С сокращением экспедиционных и рейдовых наблюдений, прекращением попутных судовых наблюдений, в последние 10-15 лет нет данных о течениях, температуре и солености морской воды (как на поверхности, так и по глубине), о качестве вод. С 1991 года не выполняются ледовые ледокольные наблюдения и

ледовые авиаразведки. Чтобы по возможности компенсировать отсутствие этой информации, необходимо разрабатывать и внедрять качественно новые методики, например спутниковые данные, дрейфтеры и т.д.

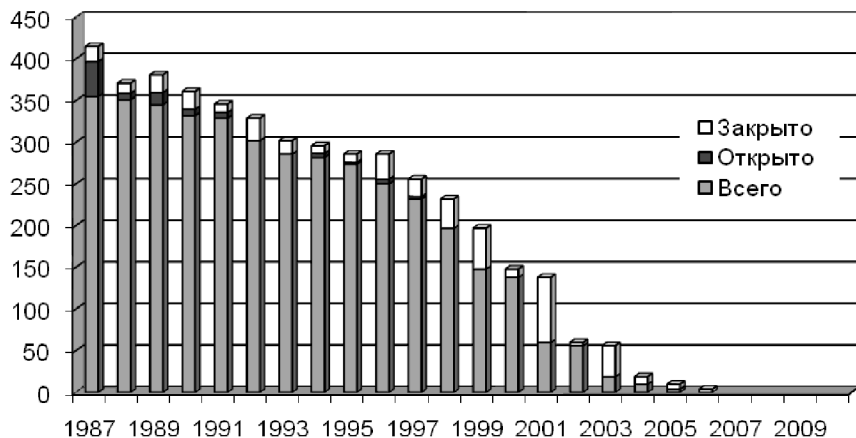


Рис. 6. Количество судовых гидрометеорологических станций (СГМС) за период 1987-2011 гг.

На предыдущих совещаниях специалистов организаций гидрометслужбы с морским разделом работ неоднократно поднимался вопрос о выпуске Государственного Водного Кадастра (ГВК). На сегодняшний день этот вопрос решен, и с 2012 года в план работы Севастопольской ГМО была включена подготовка к изданию ежегодников Государственного Водного Кадастра (ГВК), которая проводится под руководством МО УкрНИГМИ. В настоящий момент материалы ГВК за 2011 год переданы в институт для рецензирования. По завершении, ежегодники в электронном виде (на CD-дисках) будут разосланы по областным и региональным гидрометцентрам с морским разделом работ, в Дунайскую ГМО. Нельзя не отметить связанные с выпуском ГВК проблемы, решение которых требует комплексного подхода и взаимодействия нескольких организаций Гидрометслужбы. В связи с тем, что данные одних и тех же пунктов входят и в ежегодник «Устья рек», и в гидрологический, публикуемые разными методическими центрами, которые могут вносить поправки, нередко возникают несоответствия, которые приводят к искажению информации, от чего могут пострадать потребители. Для решения этого вопроса необходимо разработать порядок

взаимодействия между Гидрометеорологическими организациями, ответственными за выпуск ГВК, а так же разработать и утвердить новые методические указания по ведению ГВК взамен устаревшим (1979 года выпуска). Материалы всех наблюдений по 2010 г. Морским отделением УкрНИГМИ публиковались в ежегодниках Государственного Водного Кадастра (ГВК, часть 1 — моря, часть 2 — морские устья рек) и Ежегодниках качества морских вод по гидрохимическим показателям (том 1 — Черное море, том 2 — Азовское море).

В заключение следует отметить, что полноценное выполнение морской гидрометеорологической сетью своих функций возможно только при проведении полного комплекса наблюдений на регулярной основе, включая морские и устьевые, рейдовые, экспедиционные и судовые попутные наблюдения.

### *Литература*

1. Скворцов Г. Стратегия развития морских портов Украины на ближайшее десятилетие (<http://www.blackseatrans.com/article.php?articleID=1850>).
2. Справочник по климату Черного моря. — М.: Гидрометеиздат, 1974. — 405 с.
3. Справочник по климату СССР. — Вып. 10. — Ч. III (Ветер). — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 679 с.
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. — Сер. 3 (Многолетние данные). — Л.: Гидрометеиздат, 1990. — Вып. 10. — Кн. 1. — 604 с.
5. Атлас волнения и ветра Черного моря / Под ред. Г. В. Ржеплинского. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 111 с.
6. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. — Т. IV (Черное море). — СПб.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 354-366.
7. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. — Т. V (Азовское море). — СПб.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 88-91.
8. Ильин Ю. П., Фомин В. В., Дьяков Н. Н., Горбач С. Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. — Т. 1 (Азовское море) // МЧС и НАН Украины, Морское отделение Украинского науч.-исслед. гидрометеорологического ин-та. — Севастополь, 2009. — 402 с.
9. Горячкин Ю. Н., Репетин Л. Н. Штормовой ветро-волновой режим у Черноморского побережья Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное

использование ресурсов шельфа. МГИ НАНУ. — Севастополь, 2009. — С. 56-69.

10. Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н. Режим ветра над побережьем и шельфом Северо-восточной части Черного моря // Сб. научн. тр. УкрНИГМИ. — 2009. — Вып. 257. — С. 84-105.
11. 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. МГИ НАНУ. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. — Вып. 9. — С. 13-28.

*Л. П. Радионова*

### **ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ, ИХ ВЫПОЛНЕНИЕ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Базовым подразделением по проведению морских наблюдений в Донецком РЦГМ является Мариупольская ГМО.

Прибрежные морские гидрометеорологические наблюдения в г. Мариуполе проводятся с 1923 г., а экспедиционные — со второй половины прошлого века на 1 станции.

В 1971 г. экспедиционные наблюдения были значительно расширены как по объему, так и по району исследования. Такой объем сохранялся по 1991 г. За 20-летний период была собрана ценная информация о гидрометеорологическом режиме Азовского моря и гидрохимическом состоянии морской воды. Тому свидетельство уникальный труд «Проект Моря СССР», выпуск 1991 г.: «Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том 5 «Азовское море».

В 90-х годах наблюдения были прерваны.

В настоящее время экспедиционные работы в районе взморья Мариуполя проводятся на мотоботе «Шквал» 1988 года постройки, в Бердянском заливе — на арендованных судах; на взморье Мариуполя в полном объеме, а в Бердянском заливе 1-2 раза в год.

Проанализировав за последние 6 лет результаты наблюдений взморья Мариуполя, следует отметить, что преобладающими являются южные и юго-западные течения морской воды, средняя скорость 4-16 см/сек (максимальная — 29-30 см/сек). Прозрачность морской воды — 0,5-1,0 м, цвет — желтый.

В Бердянском заливе наблюдаются течения различных направлений и скоростей: от 2-7 до 8-12 см/сек, максимальная скорость достигает 28 см/сек. Прозрачность морской воды 1,0-1,5 м; в цент-



ральной части Бердянского залива достигает 2,5-4,0 метров. Цветность воды — зеленовато-желтый.

Соленость воды за эти годы заметно возросла.

КЛНЗПС Мариупольской ГМО проводит наблюдения за состоянием морской воды по 16 показателям на станциях I и II категории: в Таганрогском заливе на 17 станциях, в Бердянском — на 11 станциях.

Количество анализов морской воды в Таганрогском заливе составляет 3650, в Бердянском — 350-600 анализов.

Качество морской воды определяется соответственно методике. Расчет индекса загрязнения (ИЗВ) рассчитывается по 4 ингредиентам: нефтепродукты, азот аммонийный, азот нитритный и растворенный кислород. Наибольший индекс загрязнения вод (ИЗВ) наблюдался в 2008 и 2011 годах (1,2), а наименьший отмечен в 2010 году (0,6). Отрицательная тенденция ИЗВ, наметившаяся в 2009 году, сохранилась и в 2010 году, когда ИЗВ снизился до наименьшего значения за последние 6 лет.

Анализируя динамику максимальных концентраций загрязнителей можно отметить: по нефтепродуктам максимальная за 6-летний период концентрация достигала 1,47 мг/л (29,4 ПДК) (2009 год, ст. 34 — устье р. Кальмиус); в 2006 году — 1,20 мг/л (24,0 ПДК) (ст. 34), а в 2011 году годовой максимум составил 0,20 мг/л (4,0 ПДК) (ст. 33 — акватория порта «МК «Азовсталь»).

Стабильно загрязненным районом по азоту нитритному на протяжении многих лет является, прежде всего, устье реки Кальмиус, и, в меньшей степени, станция, расположенная рядом — в акватории порта «МК «Азовсталь» (ст. 34 и 33 соответственно). На этих станциях содержание нитритов довольно часто превышает норму и достигает критерия «высокого загрязнения» (>10 ПДК), что свидетельствует о попадании в устье реки и акваторию порта недостаточно очищенных промышленных и бытовых стоков. Так, максимальная концентрация нитритов в 2010 году на ст. 34 достигала 20 ПДК, а за 2011 год — 21 ПДК. Всего в 2010 году в устье реки Кальмиус (ст. 34) было выявлено 3 случая высокого загрязнения воды нитритами, а в 2011 году — 2 случая высокого загрязнения на этой станции.

Таким образом, несмотря на то, что среднегодовые характеристики загрязняющих веществ в районе г. Мариуполя не превышают допустимой нормы (ПДК), в отдельных случаях загрязнение моря

на станциях, приближенных к источникам загрязнения, превышает установленную норму в десятки раз.

В условиях ограниченного финансирования экспедиционных наблюдений в Бердянском заливе наблюдения проводятся 1-2 раза в год на арендованном судне в сокращенном объеме (с Программы сняты две станции III категории). Для анализа сезонной изменчивости многих показателей морской среды, в том числе и загрязнителей, наблюдений в данном районе недостаточно. Для получения более полной картины состояния морской среды в Бердянском заливе необходимо выполнять хотя бы три съемки, посезонно, в период летней навигации (май, июль, сентябрь).

Справочный материал по наблюдению за загрязнением Азовского моря был востребован и выдан (по запросам) за период с 2006 года следующим организациям:

- ГП «Мариупольский морской торговый порт» (Среднегодовые показатели качества морской воды Азовского моря по данным наблюдений на ст. № 30 (акватория ГП ММТП) за 2010 год);
- Государственному учреждению «Государственная экологическая академия последипломного образования и управления», Донецкий филиал (Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в воде Азовского моря в районе г. Мариуполя);
- ООО НПП «Днепрэнергосталь» (Данные наблюдений за состоянием морской воды на прибрежных гидрохимических станциях за 2007-2011 гг. в районе г. Бердянска).

Небольшое по площади Азовское море испытывает большую антропогенную нагрузку, связанную, как с водопользованием в прилегающих к морю районах (недостаточно очищенные сбросы), так и с субъектами хозяйственной деятельности (морские порты, ПАО «МК «Азовсталь», разработка нефтегазового месторождения). Чтобы не повторилась судьба Арала, необходимо принятие новых «Программ...» мониторинга Азовского моря и их стабильное финансирование из госбюджета.

***Предложения по совершенствованию экспедиционных наблюдений:***

- оптимизировать количество морских пунктов наблюдений;
- автоматизировать обработку результатов наблюдений;
- приступить к систематизации материалов наблюдений для дальнейшего формирования климатических характеристик Азово-Черноморского бассейна. Возобновить подготовку ежегодников (в электронном виде), начиная с 2011года;
- с целью развития гидрометобеспечения и гидрометобслуживания, разработать и внедрить систему управления качеством.

## **ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКИХ ОТРАСЛЕЙ И ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНА МОРСКИХ ВИДОВ НАБЛЮДЕНИЙ**

Основной задачей отдела г/м прогнозов и морского г/м обеспечения Мариупольской ГМО является качественное и своевременное гидрометеорологическое обеспечение субъектов хозяйственной деятельности приазовского региона и в первую очередь — морских отраслей. Специалисты отдела гидрометпрогнозов составляют специализированные прогнозы погоды, штормовые предупреждения по акватории Азовского моря, портам Мариуполь и Бердянск.

Следует заметить, что прогнозирование по морю имеет свои особенности и сложности.

Физико-географические и климатические условия Приазовья являются сложными для прогнозирования, как по циркуляционным особенностям (выходы южных циклонов, «ныряющие» циклоны), так и по погодным условиям, особенно в зимний период. Небольшое по площади Азовское море по ветровым и температурным характеристикам, ледовым условиям четко делится на северную и южную половины. И как следствие, с этим связаны сложности в прогнозировании. К сожалению, часто отсутствуют данные радиозондов Симферополя, Кривого Рога, Одессы и Ростова. Поэтому нет возможности уточнять положения фронтов, оценивать влагосодержание воздушной массы, фазовое состояние осадков особенно при южных и юго-западных процессах. Использование расчетных методов, связанных с построением будущей стратификации, становится проблематичным. Поэтому во многих случаях прогноз составляется по синоптической ситуации. Незаменимым в этих случаях является использование спутниковых и радиолокационных данных. В последнее время прогнозисты в оперативной работе все реже пользуются расчетными методами, но мы оставили их на вооружении, так как считаем, что это дает возможность глубже и всесторонне оценить ситуацию. Оправдываемость морских прогнозов и штормовых предупреждений с 2006 по 2011 гг. составляет более 92 %.

Хорошую подсказку в оценке развития синоптической ситуации дают заблаговременные штормовые предупреждения Украинского ГМЦ и ГМЦ ЧАМ.

Как пример профессиональной солидарности прогнозистов — зима 2008 г. В этот период на Азовском море наблюдались слож-

ные погодные условия: усиление штормового ветра до 20-24 м/с, а в Геническе до 30 м/с, понижение температуры воздуха ночью до -10-17 °С, днем — до -6-12 °С, на юге моря — обледенение судов. О надвигающихся сложных погодных условиях информация была передана своевременно, согласно схемам доведения. Ущерба в обслуживаемых нами портах и СРЗ удалось избежать. Заблаговременность штормовых предупреждений СГЯ по Азовскому морю составила 38 часов, по порту Мариуполь — 45 часов, по порту Бердянск — 41 час.

Остановимся на прогнозировании морских гидрологических явлений по Азовскому морю. Азовское море мелководно, мореплавание осуществляется по специально вырытым подходным каналам ко всем портам. Штормовые ветры вызывают интенсивные сгонно-нагонные явления. Учитывая преобладающее направление северо-восточных и восточных ветров, резкие спады уровня наблюдаются в Таганрогском заливе, где расположены порты, а поэтому вопрос прогнозирования уровня моря особенно важен. Но в ГМО используются расчетные методы, разработанные еще в советское время.

Исходными данными для всех методов являются фактический фон уровня по всем станциям Азовского моря и прогноз скорости и направления ветра. Надо сказать, что после критического уровня, сведения с морских станций Азовского моря должны поступать каждый час (как это положено по наставлению). В реальности же это делает только Таганрог и Ейск, иногда — Геническ. Остальные же станции игнорируют это правило, хотя это очень важный момент при прогнозировании сгонно-нагонных явлений. В сложных ситуациях океанолог-прогнозист запрашивает фактические уровни по локальной сети у Краснодара или Ростова.

К сожалению, современных методов прогнозирования сгонно-нагонных явлений по Азовскому морю не существует.

Важным и сложным разделом оперативной работы нашего отдела является гидрометобеспечение ледовой компании на Азовье.

В суровые зимы Азовское море полностью покрывается льдом, а в умеренные и теплые зимы — северная половина Азовского моря. В Таганрогском заливе лед появляется практически ежегодно.

Задачей отдела является:

- 1) составление краткосрочных ледовых прогнозов малой заблаговременности (1-3 дня);
- 2) составление штормовых предупреждений об опасных и стихийных ледовых явлениях;

- 3) составление прогнозов распространения льда по площади Азовского моря;
- 4) консультации руководства портов об ожидаемой ледовой обстановке.

И с этими задачами специалисты Мариупольской ГМО успешно справляются. Налажены хорошие партнерские отношения с центром регулирования движения судов Мариупольского морского порта, который обеспечивает ГМО сведениями о фактической ледовой обстановке на мореходных трассах. При прогнозе ледовой обстановки важное значение имеет прогнозирование направления ветра и его изменение, так как при его отклонении на  $45^{\circ}$  меняется и обстановка на Мариупольском подходном канале — он может быть мгновенно забит льдом.

Капитанерия Мариупольского порта получает спутниковые ледовые карты от ЮгНИРО. В преддверии ледового периода наши прогнозисты также надеются получать ледовые карты. Много лет ГМО Мариуполь пытается добиться установки «АРМ синоптика» по версии Михайловского, но все безуспешно.

Качественное прогнозирование во многом зависит от исходного материала — фактических наблюдений. Здесь тоже много трудностей и порой все держится на простом энтузиазме людей.

В Мариуполе прибрежные океанологические прибрежные наблюдения проводятся на морском гидрологическом посту, который расположен в бухте судоремонтного завода. Вокруг него существует охранная зона, которая документально оформлена, а с СРЗ заключен договор сервитута. В помещении поста установлен мареограф — самописец уровня моря, который постоянно фиксирует малейшие изменения уровня моря. Колодец был построен в 1923 году, а наблюдения по нынешнему самописцу ведутся с января 1951 года, уровень моря измеряется по металлическому фудштоку ГРМ-4. Три раза в сутки проводятся измерения уровня моря, волнения, температуры, солености и плотности морской воды.

Благодаря мареографу был зафиксирован самый минимальный уровень моря (324 см), который наблюдался в ноябре 1993 г., и наибольший подъем уровня (614 см) — в апреле 1997 г., при среднем многолетнем уровне 470 см.

В Мариупольской ГМО сохранены журналы г/м наблюдений с 40-х годов XX столетия. Специалисты отдела наблюдений постоянно заносят данные в компьютер не только текущие, но и за

прошедшие годы. По ним и отслеживаются изменения погодных условий нашего региона.

Хочется отметить, что работа океанологического сектора неоднократно высоко оценивалась методическим центром — Севастопольской ГМО. Все годовые плановые задания выполняются с высоким качеством.

Коллектив Мариупольской ГМО с большой ответственностью относится к поставленным задачам по гидрометобеспечению субъектов хозяйственной деятельности на Азовье. К своей продукции (и прогнозы, и фактические наблюдения) в первую очередь мы сами предъявляем повышенные требования. С этой целью и была проведена ее сертификация. При заключении договоров на платное гидрометобслуживание, предъявляемый сертификат играет свою положительную роль, особенно при проведении тендеров.

В 2012 году Мариупольская ГМО предоставляет свою платную информацию:

- 1) ГП «Мариупольский морской торговый порт»;
- 2) ГП «Бердянський морський торговий порт»;
- 3) ООО «СРЗ»;
- 4) Рыбный порт ПАО «МК им. Ильича»;
- 5) Порт ПАО «МК «Азовсталь».

*Т. П. Сорокіна*

## **ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОРСЬКИХ ГАЛУЗЕЙ ТА СТАН ВИКОНАННЯ ПЛАНУ МОРСЬКИХ ВИДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ МОРСЬКОЮ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЮ СТАНЦІЄЮ БЕРДЯНСЬК ЗАПОРІЗЬКОГО ЦГМ**

Морські прибережні спостереження проводяться на МГ Бердянськ за рівнем моря, хвилюванням, температурою та солоністю води, льодовими явищами. Спеціальні спостереження проводяться за відгоном-нагоном рівня моря, оскільки ця інформація має особливе значення для міста Бердянськ, яке періодично терпить лихо від цього природного явища. Систематизація даних морських прибережних спостережень виконується за допомогою програми «АССОКА».

Морське гідрометеорологічне забезпечення та обслуговування здійснюється морською гідрометеорологічною станцією Бердянськ, яка розташована у м. Бердянськ, на території морського торговельного

порту. Гідрометеорологічне забезпечення здійснюється згідно погодженої із споживачами план-схеми передачі гідрометеорологічної інформації. Прогнози погоди по Азовському морю, які складають фахівці Маріупольської ГМО, штормові попередження, складені Маріупольською ГМО та Запорізьким ЦГМ, прогноз появи льодових явищ, складений ГМЦ ЧАМ, передаються Бердянській районній державній адміністрації, Бердянському міськвиконком, відділу з питань НС Бердянського міськвиконкому, Бердянському міському управлінню ГУ МНС, управлінню агропромислового розвитку Бердянської райдержадміністрації.

З початку цього року, для запобігання виникнення надзвичайних ситуацій, органам державної влади та місцевого самоврядування Бердянського району та м. Бердянськ було передано 428 штормових попередження про загрозу виникнення небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ.

Для міста, яке розташоване на узбережжі Азовського моря дуже важливими є попередження про посилення південного вітру до 15 м/с та більше. При такому вітрі відбувається підвищення рівня моря, хвилі перевищують висоту дамби. Якщо це явище супроводжується випадінням опадів, то підвищується рівень ґрунтових вод. В такій ситуації відбувається підтоплення Приморського майдану, споруд та будівель.

Влітку на морі проводяться тренування дитячого яхтклубу, багато відпочиваючих, які здійснюють прогулянки по морю на приватних катерах, рибалки виходять в море на човнах, а в зимовий період рибалять на льоді. Для запобігання виникнення надзвичайних ситуацій МГ Бердянськ має постійний зв'язок з Бердянським міським управлінням ГУ МНС України в Запорізькій області та відділом з питань НС Бердянського міськвиконкому.

Начальник МГ Бердянськ є членом постійної комісії з питань ТЕБ та НС при міськвиконкомі і протягом року приймала участь у засіданнях цієї комісії.

Основним споживачем морської гідрометеорологічної інформації є Бердянський морський торговельний порт. Починаючи з 2001 року стосунки з портом оформлюються у вигляді договору на гідрометеорологічне обслуговування. Дані метеорологічних спостережень за вітром та опадами використовуються для організації вантажно-розвантажувальних робіт, особливо якщо вантажі знаходяться у сипучому стані. В таких випадках диспетчер порту постійно запи-

тує силу вітру, починаючи з 5 м/с та більше. А при досягненні швидкості вітру 15 м/с, диспетчеру потрібні дані через кожен метр, як в бік посилення, так і в бік послаблення.

Для забезпечення безпечного пароплавства порту необхідні дані про вітер, видимість, рівень моря, хвилювання, стан льодової обстановки, солоність морської води. Портовий нагляд постійно користується даними про солоність та температуру морської води, температуру повітря, атмосферний тиск, хмарність. Диспетчерській службі для безперебійної роботи залізниці потрібна інформація про опади, вологість повітря та силу вітру. Усі служби порту своєчасно отримують попередження про загрозу виникнення небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ, що дає можливість виключити виникнення аварійних ситуацій, забезпечити безпечну роботу на порталних кранах, здійснювати безпечну проводку морських суден, запобігти погіршенню стану вантажів.

Ефективне використання гідрометеорологічної інформації при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного чи природного характеру на території та в акваторії морського порту дозволяє забезпечити своєчасну організацію робіт із забезпечення безпеки життя, захисту майна та сприяє недопущенню або мінімізації економічних збитків.

За 8 місяців 2012 року Бердянському морському торговельному порту продано гідрометеорологічної інформації на 25,1 тис. грн., при цьому, у 2011 році порт отримав гідрометеорологічної продукції на суму 26,3 тис. грн.

Але у зв'язку вступом в дію ЗУ «Про морські порти України» гостро постало ряд питань, що стосується оренди приміщень, земельних відносин, надання платних послуг. Керівництво морського порту Бердянськ направило запит щодо підтвердження на законодавчому рівні необхідності розташування станції на території порту. У зв'язку з тим, що на теперішній час відсутній сумісний законодавчий документ про г/м обслуговування морського судноплавства, звертаємо увагу, що назріла необхідність розробки такого документу.

Не зважаючи на те, що МГ Бердянськ має Державний акт постійного землекористування, це не дає 100-відсоткової гарантії, що такий Акт не може бути анульований, а земельна ділянка, де розташований метеомайданчик вилучена, так як статтею 24 ЗУ передбачається: п. 4. «Земельні ділянки, на яких розташовані стратегічні об'єкти портової інфраструктури, ... та земельні ділянки, які



забезпечують діяльність адміністрації морських портів України, не підлягають приватизації та/або відчуженню у будь-який спосіб», п. 6 «Земельні ділянки, які перебувають у власності фізичних або юридичних осіб, можуть бути відчужені у їх власників для потреб розвитку морських портів чи будівництва нових морських портів в порядку, визначеному законом».

Буде дуже прикро, якщо це станеться. Метеорологічні спостереження, які виконуються на МГ Бердянськ, представляють собою значний історичний ряд (майже 100 років) даних прибережної морської мережі гідрометеорологічних спостережень. Такий тривалий ряд є унікальним та має значну наукову цінність не тільки для України, але і для Європи, що особливо важливо у зв'язку із сучасними проблемами глобальних та регіональних кліматичних змін. Ці дані використовуються для розрахунку режимних метеорологічних та гідрологічних характеристик, моделювання та прогнозування гідродинамічних процесів в Азово-Чорноморському басейні.

У 2012 році укладено 10 договорів на г/м обслуговування. Серед споживачів є Управлінням капітального будівництва, реконструкції та технічного нагляду виконавчого комітету Бердянської міської ради. Упродовж кількох останніх років Бердянська коса для бердянців стала, без перебільшення, однією з основних проблем — йде постійна руйнація берегової смуги. Ситуація кризова, а на деяких ділянках берега майже катастрофічна. Відмив пляжів набуває до 20-30 м в середньому на рік. Бердянська коса, що знаходиться на півночі Азовського моря, є однією з важливих рекреаційних та оздоровчих зон, на якій розташовано понад 70 оздоровчих установ.

Але море не лише потроху вкорочує берегову смугу, а й вприпул вже підбралося до дороги на середній косі. А це — єдиний шлях, що з'єднує косу з містом.

Східний вітер для коси — значить, руйнація. Саме зі сходу сильний вітер починає дути восени та взимку. Вітер підіймає високі хвилі, що з силою розбиваються біля берега, а, відкочуючись, забирають пісок і несуть його у море.

З 2008 року ведуться активні берегозахисні роботи, і адміністрація міста та області неодноразово зверталась до Запорізького ГМЦ із запитами щодо інформації або організації гідрометеорологічних спостережень на Бердянській косі. Тому, доцільно було б відкрити морський гідрологічний пост у центральній частині Бердянської коси, так як спостереження ведуться лише у Бердянській затоці.

## ОСНОВЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ДОНЕЦКОМ РЦГМ

Во время разработки системы управления качеством метеорологического обеспечения авиации в 2009 г., стала понятна необходимость разработки СМК для всех видов наблюдений и обслуживания с целью создания конкурентоспособного гидрометеорологического продукта/услуги.

Возникла необходимость доказать, что наше обслуживание, наша информация лучше и более качественная в сравнении с конкурентами (например, по сравнению с ведомственными наблюдениями других организаций), наши наблюдатели дают достоверную фактическую погоду, а объем предоставляемой информации покрывает потребности экономико-хозяйственного комплекса региона.

В самом начале 2010 года была создана рабочая группа, назначен представитель руководства по качеству в лице заместителя начальника центра. Трудоемкий процесс разработки системы и обучение персонала продолжался почти до конца года. Был проведен детальный анализ производства, проведена ревизия существующей документации, разработаны и утверждены процессы, определена нормативная база СМК. С 2010 года Донецкий РЦГМ внедрил СМК и получил сертификат в соответствии с требованиями ИСО 9000-2009. Под его действие подпадают и морские наблюдения, и гидрометеорологическое обслуживание. А в ноябре 2011 года был проведен внешний аудит СМК.

*«Активно принимайте перемены и содействуйте им; не бойтесь их и не избегайте; относитесь к изменениям как к благоприятным возможностям, а не как к угрозам вашему благополучию» (Джек Уэлч)*

В первую очередь была определена политика, являющаяся априори основной целью Донецкого РЦГМ в области качества:

- изготовление конкурентоспособного гидрометеорологического продукта, предоставление качественных услуг по гидрометеорологическому обеспечению и обслуживанию, и получение доходов от их реализации в объемах, необходимых для деятельности организации и решение социальных задач коллектива в рамках законодательства;

- сохранение хорошей репутации организации у Заказчиков (потребителей);
- обеспечение соответствия системы управления качеством требованиям действующих стандартов и постоянное повышение ее результативности;
- направление организации на модернизацию оборудования.

Эти цели в большей мере совпадают с основными задачами и функциями других гидрометеорологических центров Украины.

Для работы в области качества, определили основные понятия, что качество — это экономический успех Донецкого РЦГМ, а значит — благополучие наших работников, повышение конкурентоспособности и привлекательности для потребителей информации.

Как и в любой деятельности, которую осуществляют не автоматы, а люди, успех разработки и внедрения управления качеством (СУЯ) зависел от того, кто ими занимается. Правильный или неправильный подбор специалистов зависит от цели: для чего создается и внедряется система.

Решение о разработке СМК в любом гидрометеорологическом центре — стратегическое решение первого руководителя центра. Получение сертификата — достаточно важная цель, но она может следовать только за разработкой СМК. Решение о разработке СМК не должно является только поводом для получения сертификата. Формально разработанная система непременно деградирует со временем, и не только не принесет пользы, но и причинит вред, в первую очередь из-за разочарования персонала. Для нас, разработанная в соответствии со стандартом серии ISO 9000:2000 система менеджмента качества — это управленческая подсистема, в основе которой лежит структурированный набор документов, регламентирующих основные аспекты деятельности РЦГМ. Как известно, документация системы менеджмента качества описывает деятельность центра, особенно те процессы, которые существенно влияют на качество произведенных услуг, предоставленной информации. Документальное описание ключевых процессов деятельности обеспечивает их прослеживаемость, четкое понимание, управление и постоянное улучшение. Эта система определяет «владельцев» каждого процесса, помогает выявить несоответствия, проследить их путь и делает более видимыми «болевы точки» и существующие проблемы, которые требуют совершенствования.

Путем тщательного контроля и регламентации всех управленческих и производственных процессов центра, можно избежать выпуска некачественной информации. Если вещи делаются правильно, то в результате получаются правильные вещи. Работа в СМК — это работа в постоянном стремлении улучшения стандартов работы.

*«Предотвратить — значит обеспечить такое состояние каждого элемента, чтобы он не стал причиной ошибки»*

Помимо изменений непосредственно в производственном процессе, для внедрения системы качества устанавливается философия качества, отвечающая новым задачам. День за днем идут изменения коллективной культуры — это не просто. А на фоне отсутствия средств, неплатежей, несвоевременных поступлений средств на оплату текущих затрат, это представляется весьма трудновыполнимым, но другого пути нет. Менеджмент — это всегда игра с риском. Менеджмент качества — это умение играть с минимальными рисками.

Мы четко понимаем — чтобы увидеть результаты проведенной работы, стоит набраться терпения, т.к. процесс раскачивания СМК в наших условиях достаточно длителен и требует ментальных изменений работников центров, но в первую очередь — конечно же, руководителей. Начальники отвечают за качество конечного продукта и оказанных услуг. Им стоит понять, что инструмент, которым они реализуют свою ответственность, является СМК — «автопилот управления». Продукция первого руководителя центра — это менеджмент, управленческие решения. Разработка общих целей для центра и определения параметров их измерения показателей — первоочередные задачи.

*«Где нет цели — не может быть плана»*

Разрабатывая планы, руководитель должен определить «болевые точки» или «критические факторы успеха», как сказано в стандарте, которые оказывают существенное влияние на выполнение плана. В гидрометслужбе — это качество наблюдений, скорость передачи информации, оправдываемость гидрометеорологических прогнозов и штормовых предупреждений, количество обслуженных клиентов, неисправности, ошибки из-за большой доли человеческого фактора в работе, квалификация специалистов и т.д. Болевые точки — объект повседневного пристального внимания и контроля со стороны руководителя.

*«Наблюдая многие компании в действии, я не могу вспомнить ни одного случая, когда ошеломительные результаты были бы достигнуты без активного и личного участия высшего руководства» (Джозеф Джуран)*

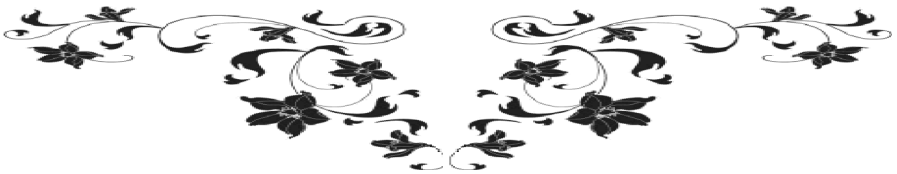
В завершение, подведем некоторые итоги. Бесспорно, внедрение СМК для гидрометеобеспечения и гидрометеобслуживания морской отрасли Украины, как и любые другие изменения связаны с определенными помехами и барьерами, как то — наследие советского прошлого и сохранение старой ментальности, так и реальность настоящего -нехватка средств, вопрос обновления технической базы и квалифицированных специалистов. Успех и реализация потенциала в первую очередь зависит от адекватного восприятия происходящего. Каждый из нас, не питая иллюзий, обязан профессионально выполнять свою роль, как на уровне государства, областных центров и вплоть до самой маленькой метеостанции. Если каждый элемент механизма работает четко и слаженно, то машина движется вперед.

Для более наглядного доказательства развития Донецкого РЦГМ, можно привести перечень потребителей гидрометеорологической информации за последний год. Диапазон работы значительно расширился, но нашей информацией еще не охвачены, возможно, ключевые потребители. Задача на ближайшее время — совершенствование работы с морскими портами. Авиация нам дает большую часть дохода (до 60 %), а чем морской транспорт не источник дополнительных прибылей во внебюджет? Вопрос не риторический. То же — международное сотрудничество, уровень которого должен соответствовать международным стандартам и требованиям. Необходимо становиться более доступными для новых потребителей. В самом начале это были публикации в прессе, эфиры на ТВ и радиостанциях, расширение поля обслуживания за счет личных контактов. Теперь же это немного другой уровень — совершенно недавно был создан сайт Донецкого РЦГМ в сети интернет, пользователю доступна текущая погода и прогноз, но что важней — открыты контакты и перечень доступной к получению информации.

Развитие СМК в сторону гидрометеорологического обслуживания морских наблюдений выведет все морские центры на новый, более высокий, уровень работы, принесет больше доходов и повысит удовлетворенность работников.

## **НАШИ ЮБИЛЯРЫ**

- 24.01** - *Ибришим И. В.*, океанолог I категории ОМРГП ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 26.01** - *Семчинская М. И.*, техник агрометеоролог отдела агрометеорологии АМП Татарбунары - 50 лет
- 09.02** - *Дельянинова Л. Я.*, синоптик II категории ГМБ Ильичевск - 60 лет
- 10.03** - *Соколова В. Ф.*, сторож ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 24.03** - *Гольцева О. И.*, техник-метеоролог I категории АМСГ Одесса - 50 лет
- 10.05** - *Дикусар Н. В.*, зав. сектора морских прогнозов ГМБ Ильичевск - 50 лет
- 17.06** - *Парамонова С. В.*, техник-метеоролог II категории ОМП ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 18.06** - *Картова О. Г.*, техник-метеоролог II категории ОМП ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 04.07** - *Мельниченко Л. П.*, уборщица служебных помещений - 60 лет
- 19.07** - *Неверовский И. П.*, зам. начальника ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 12.08** - *Глазкова Л. В.*, океанолог II категории ОМРГП ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 16.08** - *Матюк М. С.*, уборщица служебных помещений - 70 лет
- 27.08** - *Непочатых В. В.*, техник-метеоролог I категории сектора обработки информации ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 13.09** - *Каплуновская А. В.*, начальник ОМ ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 02.10** - *Чумак П. К.*, зав. сектора методического руководства ОМ ГМЦ ЧАМ - 60 лет



## ***НАШИ АВТОРЫ***

- Боровская Р. В., канд. географ. наук, ст. науч. сотрудник ЮгНИРО (Керчь)
- Гурская Л. М., ст. преподаватель каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭжУ (Одесса)
- Даус Н. Ю., студентка Одесской гос. академии строительства и архитектуры, Архитектурно-художественный ин-т (Одесса)
- Дахно М. В., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭжУ (Одесса)
- Диян К. В., студент ОГЭжУ (Одесса)
- Ермоленко Н. С., ассистент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭжУ (Одесса)
- Желтов К. И., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭжУ (Одесса)
- Заволокина З. П., начальник отдела морских и речных гидрологических прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Зинченко М. М., преподаватель Государственного аграрного техникума (Белгород-Днестровский)
- Ивус Г. П., канд. географ. наук, профессор, зав. каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭжУ (Одесса)
- Иконникова В. В., ОГЭжУ (Одесса)
- Ильина В. Г., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭжУ (Одесса)
- Касилов Ю. И., Одесская нац. морская академия (Одесса)
- Каштаков В. Д., Одесская нац. морская академия (Одесса)
- Кобылянская О. В., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭжУ (Одесса)
- Ковалишина С. П., канд. биол. наук, зав. сектором исследования состояния морских биоценозов УкрНЦЭМ (Одесса)
- Коломейченко Г. Ю., Одесский нац. ун-т им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Ломакин П. Д., доктор географ. наук, профессор, в. науч. сотрудник Морского гидрофизического ин-та НАН Украины (Севастополь)
- Любарец Е. П., начальник отдела морской гидрометеорологии Севастопольской ГМО
- Люкшина М. В., магистрант ОГЭжУ (Одесса)
- Марчишин Р. М., студент ОГЭжУ (Одесса)
- Матыгин А. С., канд. физ.мат. наук, зам. начальника ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Мищенко Н., ассистент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭжУ (Одесса)

- Нагаева С. П., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Недострелова Л. В., ст. преподаватель каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- Паламарчук Ю. О., зав. сектором методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Полетаева Л. Н., канд. географ. наук, доцент, директор центра последиplomного образования ОГЭКУ (Одесса)
- Попов М. А., мл. науч. сотрудник ИнБЮМ НАН Украины (Севастополь)
- Попов Ю. И., канд. географ. наук, вед. науч. сотрудник сектора гидрофизических исследований УкрНЦЭМ, сотрудник отдела методического руководства ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Приходько В. Ю., канд. географ. наук, доц. каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Радионова А., инженер по качеству Донецкого РЦГМ
- Радионова Л. П., начальник Донецкого РЦГМ
- Романовская О. В., начальник отдела гидрометеорологических прогнозов и гидрометеорологического обеспечения ГМО Мариуполь
- Семенова О. А., ассистент каф. гидробиологии и общей экологии Одесского нац. ун-та им. И. И. Мечникова (Одесса)
- Семергей-Чумаченко А. Б., канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- Сербов Н. Г., канд. географ. наук, доцент, проректор по учебной работе ОГЭКУ (Одесса)
- Сорокина Т. П., зам. начальника Запорожского ГМЦ
- Старчук И. О., магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Степаненко С. Н., доктор физ.-мат. наук, ректор ОГЭКУ (Одесса)
- Сытов В. Н., канд. географ. наук, начальник ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Ткач Л. В., начальник отдела гидрометобеспечения народного хозяйства УкрГМЦ (Киев)
- Федюнин В. Я., инженер по радионавигации и радиолокации I кат. отдела аэрологических наблюдений ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- Чугай А. В., канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- Ярмольская О. Е., канд. географ. наук, ОГЭКУ (Одесса)



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>С. М. Степаненко, М. Г. Сербов</b> Одеському державному екологічному університету 80 років .....	<b>3</b>
<b>А. В. Чугай, І. О. Старчук</b> Аналіз забрудненості атмосферного повітря північно-західних регіонів України .....	<b>6</b>
<b>М. В. Дахно, В. Г. Ільїна</b> Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану урбанізованих територій (на прикладі м. Одеса).....	<b>14</b>
<b>Л. Недострелова</b> Синоптичні умови утворення снігового покриву на території Одеської області .....	<b>23</b>
<b>Г. П. Івус, Н. С. Єрмоленко</b> Визначення просторово-часового розподілу екстремальних посух в Україні в різні періоди .....	<b>30</b>
<b>Н. М. Міщенко</b> Моделювання підінверсійного руху повітря в антициклоні .....	<b>39</b>
<b>Г. П. Івус, А. Б. Семергей-Чумаченко, К. В. Діян</b> Низькотропосферні струмені над Одесою восени 2001-2010 рр. ....	<b>44</b>
<b>Г. П. Івус, Л. М. Гурська, Р. М. Марчишин</b> Міжрічна мінливість снігового покриву на метеостанції Славське .....	<b>57</b>
<b>А. С. Матыгин, Ю. И. Попов, С. П. Ковалишина</b> Климатические изменения параметров морских вод северо-западной части Черного моря .....	<b>65</b>
<b>Г. Ю. Коломейченко, В. Д. Каштаков, Ю. И. Касилов, О. А. Семенова</b> Применение биохимических показателей для ранней диагностики загрязнений морской среды .....	<b>79</b>

***В. Ю. Приходько***

Просторово-часові зміни гідрохімічного складу  
води в нижній частині Дністровського лиману ..... 86

***М. А. Попов, П. Д. Ломакин***

Антропогенная трансформация берегов и дна  
Балаклавской бухты и ее экологические последствия ..... 90

***С. П. Нагаева, К. І. Желтов***

Екологічна оцінка якості морських вод Керченського регіону .... 103

***М. М. Зинченко***

Сравнительная оценка методов учета  
расхода воды в оросительных сетях ..... 108

***О. В. Кобилянська, В. Г. Ільїна***

Оптимізація зрошення сільськогосподарських рослин в  
умовах Одеської області за допомогою математичної моделі .. 115

***В. Г. Ільїна***

Оцінка складу біогенних елементів  
в агроекосистемах Київської області ..... 121

***О. Є. Ярмольська***

Мінливість врожаїв томатів в Україні ..... 127

***В. В. Иконникова***

Моделирование влияния различных сроков  
сева на продукционный процесс гороха по  
основным природно-климатическим зонам Украины ..... 132

***В. В. Иконникова***

Влияние различных сроков сева на  
формирование листового аппарата гороха на ст. Одесса ..... 141

***Л. М. Полетаева, В. М. Ситов***

Рекреаційно-туристична діяльність в Антарктиді  
(на прикладі української станції «Академік Вернадський») ... 149

***М. В. Люкшина, Л. Н. Полетаева***

Кластерный анализ выбросов парниковых  
газов странами мира по отраслям экономики ..... 154

***В. Я. Федюнин***

О точности получаемых от радиотеодолита УЛ  
данных о местонахождении радиозонда в воздушном  
пространстве в процессе зондирования атмосферы ..... 159

***Н. Ю. Даус***

Органические материалы в архитектуре ..... 162

***СОВЕЩАНИЕ-СЕМИНАР*** ..... 170

***В.Н. Сытов***

Совещание-семинар руководителей и специалистов  
морской гидрометеорологической сети Украины  
(17-20 сентября 2012 г., г. Севастополь) ..... 170

***Л. В. Ткач***

Гідрометеорологічне забезпечення органів  
державної, виконавчої та законодавчої влади України ..... 179

***В. Н. Сытов, А. С. Матыгин,  
З. П. Заволокина, Ю. О. Паламарчук***

Оценка численных методов прогноза ветрового  
волнения для северо-западной акватории Черного моря ..... 184

***Р. В. Боровская***

Оценка ледовых условий с использованием данных ИСЗ ..... 196

***Е. П. Любарец***

Морская гидрометеорологическая сеть наблюдений.  
История развития и современное состояние ..... 212

***Л. П. Радионова***

Экспедиционные наблюдения, их выполнение,  
использование результатов исследований ..... 228

***О. В. Романовская***

Гідрометеорологічне забезпечення морських отраслей  
і виконання плану морських видів спостережень ..... 231

***Т. П. Сорокіна***

Гідрометеорологічне забезпечення морських  
галузей та стан виконання плану морських  
видів спостережень морською гідрометеорологічною  
станцією Бердянськ Запорізького ЦГМ ..... **234**

***А. Радионова***

Основы системы управления  
качеством в Донецком РЦГМ ..... **238**

***НАШИ ЮБИЛЯРЫ*** ..... **242**

***НАШИ АВТОРЫ*** ..... **243**

ОПК «Евротойз»

Тираж 150 экземпляров

65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71