
ДОСЛІДЖЕННЯ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ

Ю. Ільїн

Одним з основних напрямків наукової діяльності Українського гідрометеорологічного інституту є комплексне вивчення гідрометеорологічного режиму та стану забруднення Чорного та Азовського морів. Здебільшого такі роботи виконувалися колективом Морського відділення у Севастополі, яке входило до складу інституту з 1992 по 2014 роки.

ІСТОРИЧНИЙ НАРИС

Історія Морського відділення (МВ) УкрГМІ тісно пов'язана з розвитком морських гідрометеорологічних досліджень і спостережень Чорного і Азовського морів у Криму і Севастополі. Вона сягає першої половини XIX сторіччя, коли 1824 року в Севастополі була відкрита перша гідрометеорологічна станція, яка згодом переросла у обсерваторію.

Після Кримської війни 1854–55 років гідрометеорологічна станція була відкрита 1869 р. на мисі Павловському, посеред великої Севастопольської бухти, а у 1870–80 роках працювала станція на Інкерманському маяку (у верхів'ї бухти).

1834 року у Миколаєві була заснована морська обсерваторія, яку в 1909 р. було переведено до м. Севастополь.

1912 р. у м. Феодосія був організований Гідрометеорологічний центр (як тоді його називали — Гімецентр) на базі портової гідрометстанції цивільної служби. Він існував до 1917 р., коли місцева гідрометеорологічна інфраструктура була підпорядкована Гідрографічному відділу Чорноморського флоту.

Після Першої світової і Громадянської воєн розвиток установ, пов'язаних з історією МВ, виглядав таким чином.

1922 р. цивільна морська мережа була передана Центральному управлінню морського транспорту, у складі якого було організовано Центральне гідрометеорологічне бюро. На базі Феодосійської станції відновлено Гімецентр, при ньому 1924 року організовано Бюро погоди. Розширилася програма спостережень на станціях і постах, почалися спостереження на рейдах, а також спеціальні дослідження у районах портів, у Керченській протоці, у дельтах річок і окремих районах морів. 1929 р. Гімецентр був реорганізований у Геофізичну обсерваторію, яка, у свою чергу, 1930 року була пере-

творена на Гідрометеорологічний інститут Чорного і Азовського морів (Гімеін). Цього ж року, у зв'язку з реорганізацією гідрометеорологічної служби у СРСР, Гімеін разом з усіма цивільними станціями, прикріпленими до нього, увійшов до складу Гідрометеорологічного Управління Чорного і Азовського морів, або, вірніше, Управління було організоване на базі Гімеіну.

1934 року, за наполяганням командування Чорноморського флоту, Управління гідрометеорологічної служби Чорного і Азовського морів (УГМС ЧАМ) було переведено до Севастополя, а у Феодосії на базі гідрометстанції I розряду та інших підрозділів, що залишилися, була відновлена Геофізична обсерваторія. 1940 р. її також було переведено до Севастополя. До цього часу у систему гідрометеорологічної служби були передані від військової гідрографії майже усі маячні станції і пости, а у підпорядкуванні Гідрографії залишилися лише гідрометеорологічні станції, розташовані в районах військово-морських баз.

1939 року УГМС ЧАМ і обсерваторія розташувалися у спеціально спорудженому будинку на центральному пагорбі міста Севастополь. Ця споруда серед небагатьох інших збереглася під час оборони (1941–42 років) і штурму (1944 року) Севастополя у Другу світову війну. На одному з фасадів досі видно рельєфний напис "Управление гидрометеорологической службы".

Під час війни цивільні і військові підрозділи гідрометеорологічних служб на Чорному і Азовському морях, були об'єднані в Управління гідрометеорологічної служби Чорноморського флоту, яке діяло до 1946 р., коли було розформоване. Одразу після визволення, у травні-червні 1944 р., УГМС ЧФ і обсерваторія повернулися з евакуації до Севастополя.

У березні 1946 р. на Азово-Чорноморському басейні знову почали діяти дві гідрометеорологічні служби — військова і цивільна. Військова у складі морської гідрометеорологічної обсерваторії і Служби погоди увійшла до складу Гідрографічного відділу Чорноморського флоту, а цивільна у складі Севастопольського управління гідрометеорологічної служби і Гідрометеорологічної обсерваторії залишилася у підпорядкуванні Головного управління гідрометеорологічної служби (ГУГМС) СРСР.

1947 р., через гостру нестачу житлових і службових приміщень у Севастополі, обсерваторію, за розпорядженням ГУГМС, було перебазовано на Кавказ, до м. Туапсе, де на її базі було засновано Туапсинську науково-дослідну морську обсерваторію.

У 1955 р., після ліквідації Севастопольського УГМС, обсерваторія з Туапсе була переведена назад до Севастополя і отримала назву Гідрометеорологічної обсерваторії Чорного і Азовського морів (ГМО ЧАМ) з адміністративним підпорядкуванням Управлінню гідрометеорологічної служби Української РСР.

17 червня 1964 р. до назви було додане слово "Басейнова" (БГМО ЧАМ) і обсерваторія стала головним методичним і аналітичним центром морської і гирлової мережі гідрометслужби на Чорному і Азовському морях. Окрім цього, обсерваторія була відомим осередком регіональних океанографічних наукових досліджень. Її співробітники за післявоєнний період підготували і опублікували велику кількість наукових статей і доповідей, монографічні та довідкові видання. Починаючи з 1962 р., щорічно видавалися Збірки робіт обсерваторії. Регулярні експедиційні роботи виконувалися як на власних

науково-дослідних суднах (НДС) "Моревед", "Мгла" і "Риф", так і на плавзасобах мережевих підрозділів. Обсерваторії також були підпорядковані суднові гідрометеорологічні станції III розряду на НДС "Михаил Ломоносов" та "Академик Вернадский" Морського гідрофізичного інституту (МГІ) АН УРСР. Уся інформація берегових та експедиційних спостережень гідрометслужби на Чорному і Азовському морях оброблялася та узагальнювалася в БГМО ЧАМ і зберігалася в її гідрометфонді.

З метою підвищення рівня наукової діяльності БГМО ЧАМ, на її базі 15 січня 1971 р. було створено Лабораторію південних морів (ЛПМ) Державного океанографічного інституту (ДОІН), головна установа якого розташована у Москві і підпорядкована ГУГМС СРСР. З цього часу слід починати відлік новітньої історії МВ УкрГМІ як науково-дослідницької установи.

Вже за два роки, 30 червня 1973 р., ЛПМ була перетворена на більш потужний науковий заклад — Севастопольське відділення (СВ) ДОІН, яке існувало під такою назвою до початку 1992 р., маючи у своєму складі кілька наукових лабораторій, власну базу вимірвальної, хіміко-аналітичної і обчислювальної



Будівля УГМС ЧАМ в 1944 році серед руїн центру Севастополя



Вид на центр міста з Історичного бульвару, 1954 рік (будівля БГМО ЧАМ в центрі кадра)



Будівля МВ УкрГМІ (вид з готелю "Україна"), 2009 рік



Головний фасад МВ УкрГМІ

техніки, гідрометфонд, фотоофсетну друкарню, НДС “Мгла” (до 1979 р.) і дослідницький катер “Порив” (з 1975 до 2010 рр.). СВ ДОІН виконувало систематичні дослідження Азовського і Чорного морів, Керченської протоки, гирлових областей річок як самостійно, так і разом з оперативно-виробничими установами морської мережі та іншими науковими установами.

У 1970–1980-х роках в СВ ДОІН інтенсивно розвивався екологічний напрямок досліджень: разом з традиційними морськими гідрометеорологічними роботами (хвилі, течії, льодові умови, рівень моря, термохалінна структура вод тощо) велися гідрохімічні дослідження (хімічний режим вод) відкритих і прибережних акваторій, вивчення забруднення вод, у тому числі на мережі станцій ЗДССК (Загальнодержавна служба спостереження і контролю забруднення вод Чорного і Азовського морів) за гідрохімічними і гідробіологічними параметрами. Виконувався великий обсяг регулярних експедиційних робіт у Чорному та Азовському морях, а також у морях середземноморського басейну. Після списання НДС “Мгла” експедиційні дослідження Азово-Чорноморського басейну проводилися переважно за планами і безпосередньою участю фахівців СВ ДОІН на судах Одеського відділення ДОІН (теперішній Український науковий центр екології моря — УкрНЦЕМ), яке в той час переважно обслуговувало океанографічні та метеорологічні дослідження у Північній Атлантиці, маючи у своєму розпорядженні базу науково-дослідних суден (“кораблів погоди”) гідрометслужби СРСР.

Деякі з цих суден регулярно виконували океанографічні зйомки у Чорному морі за програмами, які розроблялися фахівцями СВ ДОІН, а експедиції комплектувалися за участю севастопольців. Найчастіше такі експедиції проводилися на НДС “Яков Гаккель” і “Владимир Паршин”. Матеріали експедицій потрапляли до гідрометфонду СВ ДОІН.

У зв’язку з передачею організацій гідрометслужби колишнього СРСР, що знаходилися на території України, у підпорядкування Держкомітету України з гідрометеорології, у березні 1992 р. СВ ДОІН було реорганізоване і уведене до складу УкрГМІ у якості Морського відділення.

До 2014 року МВ УкрГМІ був головним науково-методичним та інформаційно-аналітичним закладом морської мережі гідрометслужби України. Фонди відділення (філія Національного галузевого архіву) і створені на їхній основі комп’ютерні бази даних та ГІС постійно поповнювалися даними спостережень з берегових гідрометстанцій та регіональних обсерваторій. Деякі з цих виробничо-оперативних закладів виконують систематичні спостереження

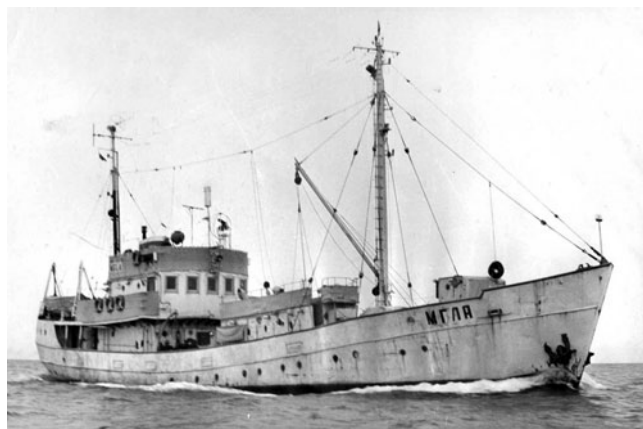
за фізичними та хімічними параметрами морського довкілля прибережної смуги, маючи власні малотонажні судна. Морське відділення УкрГМІ також володіло таким судном. Це дослідницький катер “Порив”, який використовувався для систематичних експедиційних досліджень гідрологічного і гідрохімічного стану (включаючи забруднення вод та донних відкладів) Севастопольських бухт та узмор’я за програмами державного моніторингу якості морського довкілля.

Інформація спостережень морської гідрометеорологічної мережі та експедицій на малотоннажних судах невпинно систематизувалася, узагальнювалася та аналізувалася у Морському відділенні УкрГМІ. Готувалися щорічні видання державного водного кадастру (ДВК), аналітичні огляди та довідки щодо стану морів та морських гирл річок.

За останні десятиріччя МВ було залучене до участі у кількох міжнародних науково-дослідницьких програмах, серед яких проєкт “Marine Environmental Assessment of the Black Sea Region” МАГАТЕ, “Black Sea Ecosystem Recovery Project” ГЕФ ООН, програма “Black Sea GOOS” Міжурядової Океанографічної Комісії ЮНЕСКО, проєкти “ARENA”, “ASCABOS”, “Upgrade Black Sea SCENE” та “EMODNet Chemistry” Європейського Союзу.

За час існування як наукового закладу, відділення очолювали:

- 1971–1980 рр.: **ОСИПОВ Юрій Сергійович** — директор ЛПМ, згодом — СВ ДОІН, кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник
- 1980–1981 рр.: **РЯБІНІН Анатолій Іванович** — тимчасово виконуючий обов’язки директора СВ ДОІН, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник.
- 1981–1987 рр.: **АФНАНСЬЄВ Юрій Олександрович** — директор СВ ДОІН, доктор хімічних наук, професор.
- 1987–1989 рр.: **ПОПОВ Василь Петрович** — тимчасово виконуючий обов’язки директора СВ ДОІН, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.
- 1990–1995 рр.: **ЖИЛЯЄВ Анатолій Павлович** — директор СВ ДОІН, згодом — МВ УкрГМІ, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник.
- 1995–1996 рр.: **ГОЛУБЄВ Юрій Миколайович** — директор МВ УкрГМІ, кандидат фізико-математичних наук.
- 1996–2000 рр.: **СИМОВ Віталій Георгійович** — директор МВ УкрГМІ, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник.
- 2000–2014 рр.: **ІЛЬІН Юрій Павлович** — директор МВ УкрГМІ, кандидат фізико-математичних



НДС "Мгла", на якому виконувалися експедиційні дослідження Чорного і Азовського морів протягом 1960–1979 рр.



НДС "Яков Гаккель" в Севастополі перед виходом у чорноморську експедицію за програмою СВ ДОІН



НДС "Владимир Паршин" веде дослідження в Чорному морі. У складі експедиції — фахівці СВ ДОІН



Дослідницький катер МВ УкрГМІ "Порив" виконує гідрологічні роботи у Балаклавській бухті Севастополя (2003 р.)

наук (з 2016 р. — доктор географічних наук), старший науковий співробітник.

Внаслідок окупації Криму Росією тематику Морського відділення УкрГМІ 2014 року частково перенесено до головного інституту у м. Києві. Тут ще з 1990-х років розроблялися методи і засоби вивчення морських гідрологічних та екологічних процесів за допомогою радіоізотопних трасерів, а низка експедиційних досліджень дозволила створити архів колонок донних відкладень, які за допомогою прецизійного пошарового датування дозволяють вивчати кліматичну і екологічну історію у різних районах шельфу та глибоководної котловини Чорного моря. Тепер в інституті розгорнуто роботи з кліматології та екології морських регіонів, а також з оперативної океанографії.

СТРУКТУРА, НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОСНОВНІ ДОСЯГНЕННЯ МВ УКРГМІ

Станом на початок 2014 року до складу Морського відділення УкрГМІ входили три структурні підрозділи (лабораторії).

Лабораторія гідрометеорології моря (ЛГМ) головним чином займалася дослідженнями гідрологічного і метеорологічного режимів Азово-Чорноморського басейну (АЧБ), багаторічної мінливості системи циркуляції та фізичних властивостей морських вод, веде узагальнення та аналіз поточної інформації, яка надходить з мережі морських гідрометеорологічних спостережень. Розроблялися методологічні основи та питання оптимізації цих спостережень. На основі фондів інституту, які вміщують дані спостережень з кінця 19-го сторіччя, створено інтегровану комп'ютерну базу океанографічних даних АЧБ, найбільш повну серед тих, що є в Україні. Для аналізу та представлення інформації розроблено ГІС "Гідрометеорологія та гідрохімія Чорного і Азовського морів". Лабораторія також організує та проводить регіональні експедиційні дослідження Севастопольських бухт та прибережної смуги півдня Криму. Одним з найважливіших напрямів роботи ЛГМ є розробка та втілення в оперативну практику сучасних чисельних методів морських гідрологічних розрахунків та прогнозів. Задля цього

здійснюється доведення визнаних та випробуваних математичних моделей динамічних процесів (таких як вітрове хвилювання, прибережні течії, неперіодичні коливання рівня моря) до рівня, який дозволяє працювати з ними фахівцям-прогнозістам в умовах оперативного підрозділу. Завершено роботи щодо пристосування міжнародних чисельних моделей WAM і SWAN до завдань діагнозу і прогнозу морського хвилювання. Розроблено моделі розрахунку і прогнозу рівня моря, течій та транспорту речовин у прибережних і шельфових водах Чорного і Азовського морів.

Завідувач ЛГМ — Фомін Володимир Володимирович, доктор фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник, досвідчений фахівець з розробки й використання чисельних моделей морських систем та процесів. Провідні фахівці — к.геогр.н. М.М. Дьяков, Л.Н. Репетін, О.Є. Липченко, С.Б. Горбач.

Лабораторія прибережної смуги та річкових гирл (ЛПСРГ) була єдиним спеціалізованим науковим підрозділом в Україні, який займався дослідженнями та моніторингом екологічного стану гирлових ділянок річок, що впадають до Чорного та Азовського морів. Гирлова океанографія має ряд специфічних напрямків, такі як дослідження водо-, соле- та теплообміну між рікою та морем, обміну забруднюючими речовинами, проникнення морських вод у дельти, динаміка процесів у прибережних акваторіях моря, очищення вод в естуаріях та дельтах тощо. Інформація безперервних спостережень, яка систематично надходить із стаціонарних пунктів гідрометслужби у гирлах річок та естуаріях, а також спеціальні спостереження, виконані лабораторією, аналізувалися та вводилися у банк даних річкових гирл, який містить інформацію про стік річок, фізичні та хімічні показники якості вод естуаріїв та прилеглих ділянок моря, вміст завислих речовин та техногенних забруднювальних речовин тощо. Проблеми вивчення процесів у прибережній смузі та екологічного моніторингу АЧБ неможливо розв'язати без постійного врахування впливу великих та малих річок на морське довкілля.

Роботою ЛПСРГ керував директор МВ Ільїн Ю.П., канд. фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник, фахівець у галузях фізичної океанографії, супутникового дистанційного зондування морського довкілля, інтеграції різних видів інформації у дослідженнях моря і прибережної смуги. Провідним фахівцем з гирлової тематики був Симов Віталій Георгійович, к.геогр.н., с.н.с., засновник і багаторічний керівник Лабораторії річкових гирл. Інші провідні науковці — к.геогр.н. Р.Я. Міньковська, М.Г. Хоролич, О.М. Демидов.

Лабораторія хімії моря (ЛХМ) була одним з найкращих моніторингових підрозділів з гідрохімії моря серед існуючих в Україні та Росії на Азово-Чорноморському басейні. Цей підрозділ, окрім узагальнення інформації про хімічний стан та забруднення морських вод, що надходить з мережі станцій, проводив власні моніторингові спостереження за якістю повітря, морської та прісної води в Севастополі та Криму за багатьма хімічними показниками, серед яких — розчинений у воді кисень, біогени, нафтопродукти, пестициди, важкі метали, окисли вуглецю та азоту у повітрі, радіонукліди тощо. Лабораторія готувала розділи до національних доповідей про стан довкілля, видавала щорічні огляди забруднень моря, публікувала довідникові монографії.

Засновником і багатолітнім завідувачем ЛХМ був Рябінін Анатолій Іванович, кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, відомий учений з великим досвідом у галузі морської гідрохімії, вивчення забруднення вод та атмосферного повітря. У 2013 році лабораторію очолила І.В. Мезенцева, кандидат геогр. наук. Провідні фахівці — к.геогр.н. А.В. Чайкіна, Ю.А. Мальченко, Н.П. Клименко, С.А. Шибяєва.

У 2000 році Ученою радою УкрГМІ були затверджені наступні головні напрямки досліджень Морського відділення:

1. *Кліматологія морських процесів та діагноз забруднення середовища Азово-Чорноморського басейну:*

- вивчення багаторічних тенденцій (циклів та трендів) мінливості інтегральних показників інтенсивності циркуляції та параметрів структури морських вод;
- пошук кількісних зв'язків між кліматологічними параметрами морського середовища та головними факторами, які на них впливають (компоненти водного, теплового та сольового балансів, глобальні та регіональні метеорологічні показники, евтрофікація тощо);
- діагноз сучасного стану антропогенного забруднення морського довкілля та виявлення його тенденцій у зв'язку зі змінами соціально-економічних показників у прибережній смузі морів;

2. *Удосконалення системи морського гідрометеорологічного забезпечення господарства та оптимізація морських гідрометеорологічних і екологічних спостережень:*

- пошук оптимальних схем океанографічних та екологічних спостережень, які відповідають сучасному рівню знань про фізичні, хімічні та біологічні процеси у морському довкіллі, а також розташуванню "вікових" розрізів та станцій морських гідрометеорологічних спостережень;

- впровадження сучасного обладнання та вдосконалення методичної бази морських гідрометеорологічних досліджень;
- створення регулярних інформаційних матеріалів та довідникових посібників для важливих регіонів та галузей морської діяльності;
- удосконалення систем передачі та обміну інформацією та гідрометеорологічного забезпечення користувачів.

3. *Розробка та впровадження методів коротко- та довгострокового прогнозування основних показників стану морського середовища:*

- пошук та аналіз можливостей сучасних стандартизованих методів та моделей чисельних розрахунків та прогнозів основних параметрів морського середовища;
- розробка регіональних моделей та методів морських розрахунків та прогнозів на базі накопичених рядів спостережень;
- створення "дружнього" комп'ютерного інтерфейсу складних прогностичних розрахунків для впровадження створених методів у практику морських прогностичних установ.

4. *Створення інтегрованих баз даних та ПС щодо гідрометеорології, гідрохімії та забруднення Азово-Чорноморського басейну:*

- "археологія та порятунок" (занесення на комп'ютерні носії) історичних даних спостережень та стандартизація форматів гідрометеорологічних та екологічних баз даних;
- розробка зручних спеціалізованих систем управління базами даних на основі сучасних комп'ютерних засобів;
- удосконалення та автоматизація систем обробки та аналізу гідрометеорологічної та екологічної інформації;
- створення діючих макетів спеціалізованих географічних інформаційних систем (ПС), інтегрованих з базами даних, та розширення обсягу їхніх функцій щодо представлення та аналізу інформації.

Впровадження результатів досліджень МВ УкрГМІ здійснювалося, головним чином, за рішенням замовника держбюджетних науково-дослідних робіт — державної гідрометеорологічної служби України (у тому числі — щорічники ДВК, огляди забруднення морських вод, матеріали до Національних доповідей, матеріали щодо гідрометеорологічного та гідрохімічного режиму морів та гирлових ділянок річок). Результати контрактних досліджень та госпдоговірних робіт втілювалися у вигляді звітів та довідок для проектування морських гідротехнічних споруд, облаштування морських нафто-газових родовищ та будівництва терміналів і трубопроводів. Довідки про стан забруднення стічних вод, природ-

них та штучних водних об'єктів та атмосферного повітря надавалися установам-замовникам на договірних засадах, а керівним та контролюючим державним органам — безкоштовно. Методи прогнозу вітрового хвилювання, рівня моря та течій, програмне забезпечення обробки та відтворення даних спостережень впроваджувалися в оперативно-виробничих і прогностичних установах морської гідрометеорологічної мережі України.

Головні досягнення МВ УкрГМІ:

- низка монографій, атласів, довідникових посібників та тематичних збірок наукових праць з питань гідрометеорології, гідрохімії та забруднення довкілля АЧБ ("Океанографічний атлас Чорного і Азовського морів", виданий 2009 року у співдружності з низкою інших морезнавчих установ, був удостоєний Державної премії України у галузі науки і технологій 2011 року);
- систематичне узагальнення результатів досліджень у вигляді щорічників ДВК, оглядів забруднення морського довкілля, матеріалів до Національних доповідей про стан довкілля України;
- комп'ютерні бази даних з гідрометеорології та гідрохімії морів і гирлових ділянок річок;
- спеціалізована географічна інформаційна система (ПС) "Гідрометеорологія Чорного і Азовського морів";
- програмні комплекси з обробки та відображення результатів гідрологічних та гідрохімічних спостережень та вимірювань;
- методи та результати розрахунку складових водного, сольового та теплового балансів Азовського та Чорного морів за даними гідрометеорологічних спостережень;
- оцінка кліматичних змін показників гідрологічного та хімічного режимів морів та окремих районів їхньої прибережної смуги;
- модель чисельного прогнозу вітрового хвилювання інтегрована з моделлю чисельного прогнозу погоди;
- комплексна чисельна модель динаміки моря для одночасного розрахунку та прогнозу полів хвилювання, течій, рівня моря та переносу пасивних домішок у широкому діапазоні просторово-часових масштабів.

Далі наведено короткий опис деяких з перелічених здобутків.

➤ **Дослідна автоматизована система морських спостережень.** Морське відділення УкрГМІ як науково-методичний центр морської мережі гідрометслужби України, у співпраці з академічними океанографічними установами та оперативно-виробничими підрозділами, здійснював значні зу-

силля щодо впровадження сучасних технологій вимірювань та обробки даних спостережень.

У практику експедиційних робіт на малих судах впроваджувалися розроблений в МГІ НАНУ зондувальний комплекс з каналами температури та електропровідності води, розчиненого кисню та касетою батометрів для відбору проб води з різних глибин для подальшого хімічного аналізу. Роботи виконувалися у прибережних водах Криму на НДС "Нептун", а також в Севастопольській і Балаклавській бухтах на катері "Порив".

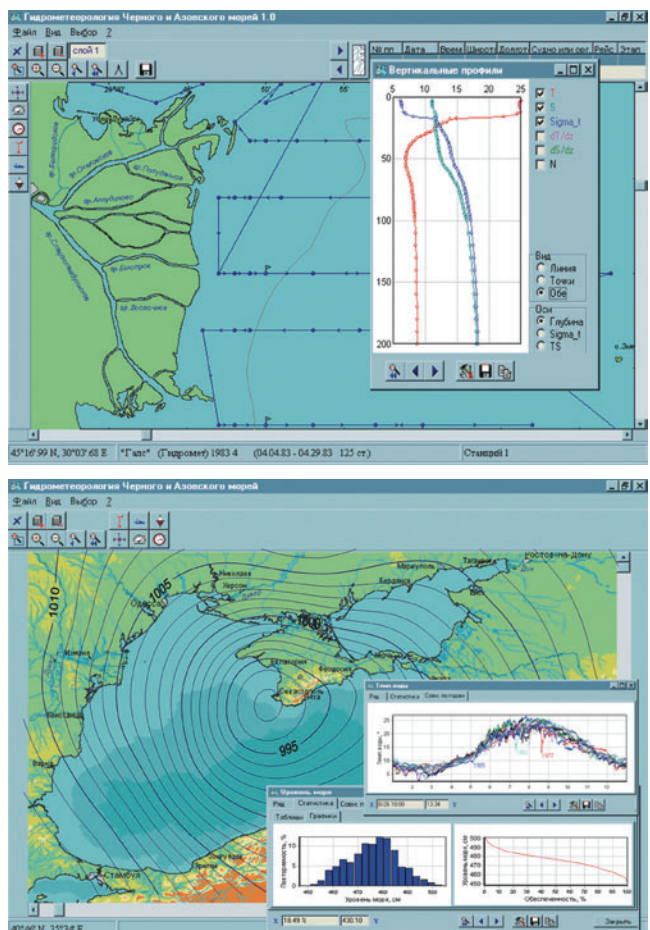
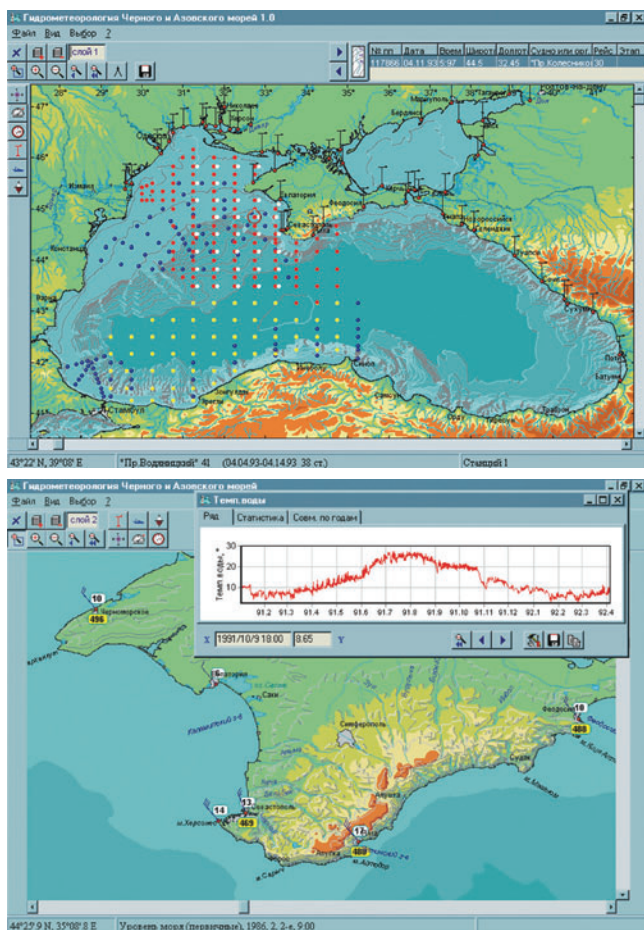
Протягом 2000–2004 років спільними зусиллями МВ УкрГМІ, МГІ НАНУ та підрозділів Кримського центру з гідрометеорології проводилися експериментальні роботи зі спільно розробленим діючим макетом автоматизованої системи прибережних гідрометеорологічних вимірювань для морської мережі України. Проведено випробування і дослідну експлуатацію метеорологічних (вітер, температура і вологість повітря, атмосферний тиск) та гідрологічних (рівень моря, температура і солоність води) вимірювальних блоків, встановлених у стандартних умовах морської гідрометстанції. До

системи входили також банк даних з автоматизованим інтерфейсом прийому й обробки інформації, засоби контролю та аналізу масивів вимічених показників. Отримано цінні результати безперервних метеорологічних і гідрологічних вимірювань, які дали додаткову інформацію про характер та мінливість фізичних процесів у прибережній смузі моря, порівняно з даними паралельних стандартних строків спостережень.

➤ **ГІС "Гідрометеорологія Чорного і Азовського морів"**. Спеціалізована ГІС розроблена для забезпечення легкого та швидкого доступу до архівних даних океанографічних та метеорологічних спостережень у регіоні.

Головні джерела інформації: мережа морських та гирлових гідрометеорологічних станцій і постів колишнього СРСР та сучасної України; експедиційні дослідження на судах різних країн і відомств; архівні синоптичні карти.

Перелік океанографічних і метеорологічних величин: температура і солоність морської води, температура і вологість повітря, атмосферний тиск, вітер,



Приклади представлення і комбінації метеорологічної і океанографічної інформації в спеціалізованій ГІС "Гідрометеорологія Чорного і Азовського морів"

хмарність, опади, рівень моря, хвилювання, річковий стік, розчинений у воді кисень, сірководень, біогенні речовини, техногенні забруднюючі речовини.

Період спостережень: від 10 до 100 і більше років, у залежності від регіону та величини, що аналізується. ПС забезпечує доступ до інформації різного рівня обробки — первинні дані, середньодобові, середньомісячні та середньорічні дані, кліматологічні дані (середні та екстремальні за увесь вибраний проміжок часу).

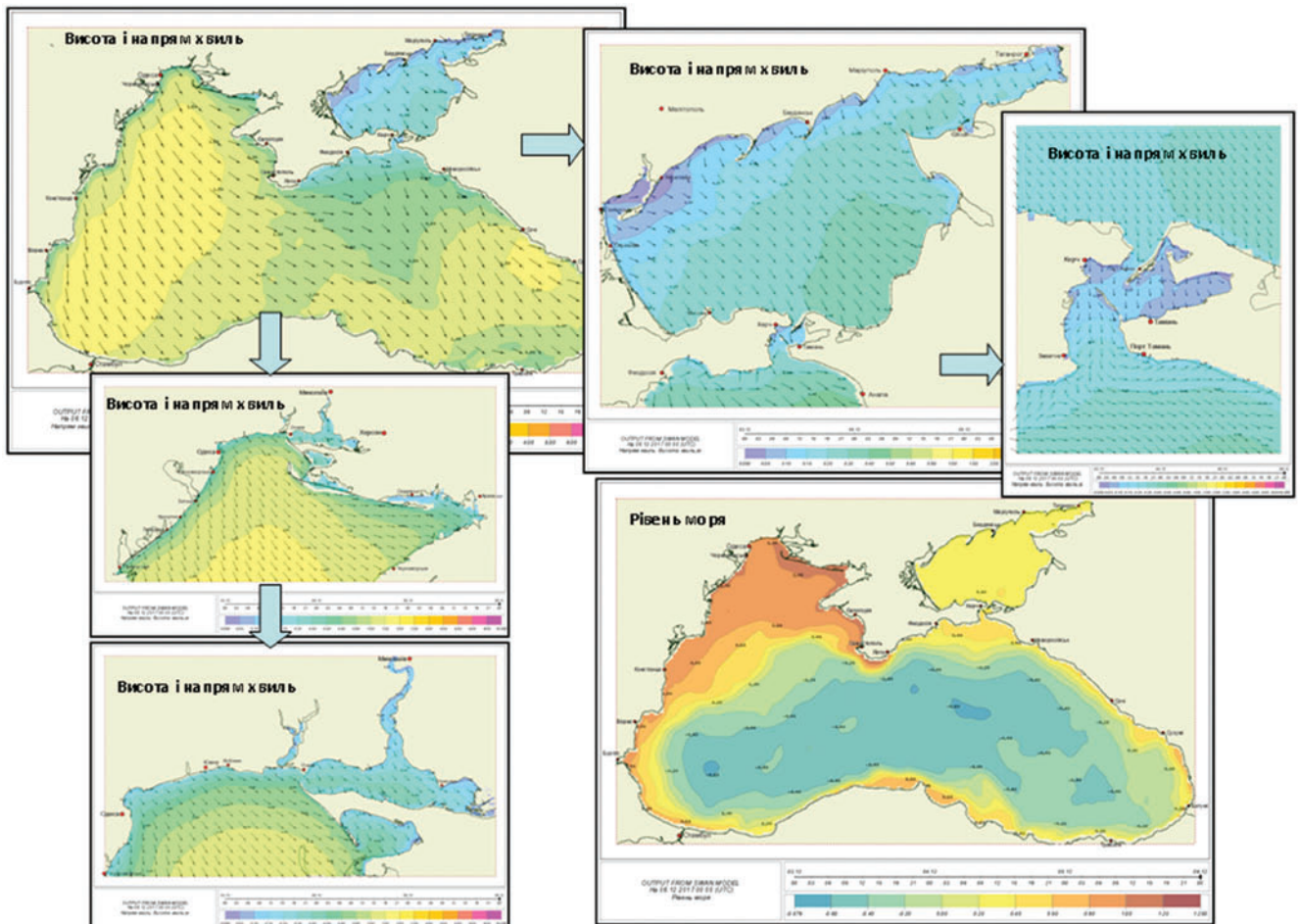
Візуалізаційні можливості дозволяють комбінувати дані різного типу, наприклад — графіки часових рядів на станціях і карти просторового розподілу величин. Картографічні шари складаються з батиметрії, річкової мережі, рельєфу суходолу, населених пунктів, державних кордонів та умовних меж територіальних вод та економічних зон прилеглих країн.

➤ **Комплексна чисельна модель морських динамічних процесів.** Одним з напрямків діяльності МВ УкрГМІ були комплексні дослідження мінливості гідрометеорологічних умов у місцях проектування і

будівництва технологічних платформ та трубопроводів у різних районах шельфу і прибережної смуги Азово-Чорноморського басейну (АЧБ).

Для вирішення вищевказаних прикладних завдань була розроблена комплексна математична комп'ютерна модель, що дозволяла проводити одночасно розрахунки морських течій та вітрового хвилювання (з урахуванням їхньої взаємодії), транспорту наносів, а також переносу і трансформації завислих і розчинених у воді речовин, у тому числі техногенних забруднюючих речовин. Модель не мала аналогів в Україні і відрізнялася від інших моделей найбільш повним описом гідродинамічних особливостей прибережних вод.

Розроблена модель і її окремі компоненти з успіхом використовувалися для розрахунків динаміки течій, вітрового хвилювання і транспорту донних наносів у районах проектування гідротехнічних споруд у конкретних прибережних районах АЧБ (Східно-Казантипське і Північно-Булганакське газові родовища у Азовському морі, гирло Дніпро-Бузького лиману, Балаклавська бухта, острів Коса Тузла, Феодосійський порт).



Приклади прогностичних полів хвилювання та відхилень рівня моря для АЧБ та його окремих регіонів

Модель складається з кількох основних компонент: модуль розрахунку трьохмірного поля течій і характеристик турбулентного перемішування; модуль розрахунку характеристик поверхневого хвилювання; модуль опису взаємодії хвиль і течій у поверхневому і придонному шарах; модуль розрахунку транспорту завислих і донних наносів; модуль розрахунку переносу і дифузії розчинених субстанцій. Вхідними даними моделі є поле вітру і потоки маси через бокові границі басейну, а також інформація про рельєф дна і склад донних відкладів.

Для чисельної реалізації моделі використаний алгоритм "вкладених сіток" (nesting), що дозволяє ефективно проводити розрахунки для окремих районів з вирішенням проблеми „рідких границь“. На першому етапі моделюються поля динамічних характеристик на грубій сітці для усього моря. На другому етапі моделюються поля для виділеної підобласті на більш мілкій сітці. При цьому у якості граничних умов на рідких границях використовуються дані, отримані у попередніх (грубих) розрахунках. Таких етапів може бути кілька, у залежності від необхідного ступеню деталізації і заданого просторового розрізнення (розмірів регіону, що моделюється).

На основі функціонуючого в УкрГМІ з 2007 року комплексу метеорологічного прогнозування WRF створено систему прогнозу морського хвилювання шляхом адаптації для АЧБ моделі SWAN (Simulating WAVes Nearshore), яка представляє третє покоління моделей, що розробляються у Делфтському Технологічному Університеті. Вона призначена для прогнозу параметрів хвиль (висота, напрям, період) переважно у прибережних водах та водоймах на суходолі. В УкрГМІ попередня версія моделі працювала з 2008 року як інструмент для вивчення режиму хвилювання, а також в оперативному режимі з метою інформаційного забезпечення прогнозування небезпечних ситуацій в Азово-Чорноморському басейні та окремо в Азовському морі (АМ).

З кінця 2017 року систему адаптовано для детального розрахунку прогностичних карт морського хвилювання Керченської протоки (КП) та Північно-західного шельфу (ПЗШ) Чорного моря, зокрема у районі Одеської затоки та Дніпровсько-Бузького лиману (ОДБ). Головна розрахункова сітка покриває весь простір АЧБ з кроком 4,5 км. Вкладена сітка з кроком 1,5 км вміщує у собі АМ, ПЗШ. В районі ОДБ розрахунки виконуються на сітці з кроком 250 м, а в КП — 150 м.

Результати 3-денного прогнозу вітрового хвилювання публікуються на сайті УкрГМІ (розділ "Прогноз погоди/SWAN"). На даний час на сайті з тригодинною дискретністю відображаються висота значних хвиль, середній напрямок хвиль і середній період

хвиль для усіх п'яти вказаних районів. У комплексі з картами хвилювання розраховується також карта відхилень рівня моря від його незбуреного стану для усього простору АЧБ на криволінійній сітці, зі згущенням вузлів у прибережних районах.

**ГОЛОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ
МОРСЬКОГО ВІДДІЛЕННЯ УКРГМІ
(раніше — Басейнова гідрометеорологічна
обсерваторія Чорного та Азовського
морів, Лабораторія південних морів ДОІН,
Севастопольське відділення ДОІН)
ДО 2014 РОКУ**

1. Гидрометеорологический справочник Азовского моря / Под ред. А.А. Аксенова. Л.: Гидрометеоиздат, 1962. 856 с.
2. Цурикова А.П., Шульгина Е.Ф. Гидрохимия Азовского моря. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 257 с.
3. Атлас волнения и ветра Черного моря / Под ред. Г.В.Ржеплинского. Л.: Гидрометеоиздат, 1969. 111 с.
4. Сборники работ Бассейновой гидрометеорологической обсерватории Черного и Азовского морей / Под ред. А.И.Симонова. Вып. 1–8, 1962–1969.
5. Сборники работ Лаборатории южных морей / Под ред. А.И.Симонова. Вып. 9–11, 1970–1972.
6. Справочник по гидрометеорологическому режиму морей и устьев рек СССР. Часть I. Основные гидрологические характеристики. Том 4: Черное море. Вып. 1: Прибрежная зона. Киев, 1970.
7. Справочник по гидрологическому режиму морей и устьев рек СССР. Часть 1. Основные гидрологические характеристики. Том 4: Черное море. Вып. 2: Дунайская и Днепро-Бугская устьевые области. Киев, 1971.
8. Справочник по климату Черного моря / Под ред. А.И.Соркиной. М.: Гидрометеоиздат, 1974. 405 с.
9. Осипов Ю.С., Рябинин А.И. Научно-технический прогресс и окружающая среда. Киев: Об-во "Знание", 1979. 19 с.
10. Жиляев А.П., Есин Н.В. и др. Абразивный процесс на морском берегу. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 200 с.
11. Гидрометеорологические условия шельфовой зоны морей СССР. Том. 4. Черное море / Под ред. Б. Х. Глуховского и др. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 100 с.
12. Статистические характеристики термохалинной структуры вод Черного моря /Под ред. Э.Н.Альтмана. Севастополь, СО ГОИН, 1987. 302 с.
13. Типовые поля ветра и волнения Черного моря / Под ред. Э.Н.Альтмана и Г.В. Матушевского. Севастополь, СО ГОИН, 1987. 116 с.

14. Альтман Э.Н., Гертман И.Ф., Голубева З.А. Климатические поля солёности и температуры воды Черного моря. Севастополь, СО ГОИН, 1987. 110 с.
15. Губанов В.И., Рябинин А.И. Современный гидрохимический режим Эгейского моря. М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1988. 174 с.
16. Рябинин А.И., Кравец В.Н. Современное состояние сероводородной зоны Черного моря (1960–1986 годы). М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1989. 232 с.
17. Симов В.Г. Гидрология устьев рек Азовского моря. М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1989. 328 с.
18. Труды ГОИН. Выпуски 132, 145, 153, 158, 176, 180, 189.
19. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. А.И. Симонова, Э.Н. Альтмана. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1991. 429 с.
20. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы биологической продуктивности / Под ред. А.И. Симонова, А.И. Рябининой, Д.Е. Гершановича. С.-Пб.: Гидрометеиздат, 1992. 219 с.
21. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том IV. Черное море. Вып. 3. Современное состояние загрязнения вод Черного моря / Под ред. А.И. Симонова, А.И. Рябининой. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 1996. 232 с.
22. Симов В.Г. К вопросу о методах расчёта выноса загрязняющих веществ в море с речным стоком. *Труды УкрНИГМИ*. 1998. Вып. 246. С. 174–182.
23. Губанов В.И., Рябинин А.И., Симов В.Г. Экспертная оценка баланса нефтепродуктов в Черном море. *Труды УкрНИГМИ*. 1999. Вып. 247. С. 233–242.
24. Kanivets V.V., Voitsekhovitch O.V., Simov V.G., Golubeva Z.A. The post-Chernobyl budget of ^{137}Cs and ^{90}Sr in the Black Sea. *Journal of Environmental Radioactivity*. 1999. Vol. 43. P. 121–135.
25. Ильин Ю.П., Клименко Н.П., Рябинин А.И., Шibaева С.А. Техногенное загрязнение вод прибрежных районов Черного и Азовского морей в период 1990–1999 гг. *Труды УкрНИГМИ*. 2000. Вып. 248. С. 182–189.
26. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Романов А.С., Губарь Г.А. Океанографические исследования прибрежной зоны Южного берега Крыма с применением современных технологий судовых и спутниковых измерений. *Труды УкрНИГМИ*. 2000. Вып. 248. С. 228–241.
27. Миньковская Р.Я., Ильин Ю.П., Демидов А.Н. Вынос биогенных веществ в Черное море с речным стоком / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. С. 114–118.
28. Фомин В.В. Численная модель циркуляции вод Азовского моря. *Труды УкрНИГМИ*. 2001. Вып. 249. С. 246–255.
29. Ильин Ю.П. Долгопериодные изменения водообмена между Черным и Эгейским морями в рамках крупномасштабной бокс-модели / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 8. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2003. С. 144–151.
30. Ilyin Y.P., Lemeshko E.M., Zervakis V. Water exchange in the Black and Aegean seas system based on the joint assessment of water and salt budgets / In: A. Yilmaz (ed.) *Oceanography of Eastern Mediterranean and Black Sea. Similarities and Differences of Two Interconnected Basins*. TUBITAK Publishers, Ankara, Turkey, 2003. P. 105–111.
31. Еремеев В.Н., Иванов В.А., Ильин Ю.П. Океанографические условия и экологические проблемы Керченского пролива. *Морской экологический журнал*. 2003. Т. II. № 3. С. 27–40.
32. Хоролит Н.Г. Полуспектральная модель генерации скорости течений и уровня на шельфе взаимосвязанными полями ветра и атмосферного давления / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 10. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2004. С. 278–290.
33. Ilyin Y.P., Belokopytov V.N., Lemeshko E.M., Stanichniy S.V. Physical oceanography studies / In: *Marine Environmental Assessment of the Black Sea*. IAEA, Vienna, Austria, 2004. P. 43–72.



Монографії, видані фахівцями Морського відділення УкрГМІ (або за їх участю) у 2004–2012 роках

34. Gubanov V.I., Ryabinin A.I., Malchenko Y.A. Petroleum hydrocarbons and suspended matter in water / In: Marine Environmental Assessment of the Black Sea. IAEA, Vienna, Austria, 2004. P. 176–182.

35. Yankovsky A.E., Lemeshko E.M., Ilyin Y.P. The influence of shelfbreak forcing on the alongshelf penetration of the Danube buoyant water, Black Sea. *Continental Shelf Research*. 2004. 24. P. 1083–1098.

36. Горячкин Ю.Н., Иванов В.А., Репетин Л.Н. Гидрометеорологические условия Феодосийского залива. Препринт МГИ НАН Украины. Севастополь, 2004. 64 с.

37. Ильин Ю.П., Белокопытов В.Н. Сезонная и межгодовая изменчивость параметров холодного промежуточного слоя в области Севастопольского антициклонического круговорота / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 12. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. С. 29–41.

38. Миньковская Р.Я., Ильин Ю.П. Вынос растворенных биогенных веществ в Черное море со стоком Килийского рукава р. Дунай / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 12. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. С. 155–166.

39. Репетин Л.Н., Ильин Ю.П., Зима В.В., Долотов В.В. Экспериментальная автоматизированная система гидрометеорологических измерений и обработки данных для береговых станций / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 12. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. С. 506–524.

40. Иванов В.А., Репетин Л.Н., Мальченко Ю.А. Климатические изменения гидрометеорологических и гидрохимических условий прибрежной зоны Ялты. Препринт. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2005. 164 с.

41. Мезенцева И.В. Загрязняющие органические вещества в верхнем слое морских донных отложений по результатам мониторинга на морской сети гидрометеорологической службы Украины / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 12. Севастополь: МГИ и ОФ ИнБЮМ НАНУ, 2005. С. 262–267.

42. Ильин Ю.П. Гидрологический режим распространения речных вод в северо-западной части Черного моря. *Наук. Праці УкрНДГМІ*. 2006. Вип. 255. С. 242–251.

43. Липченко А.Е., Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Липченко М.М. Уменьшение испарения с поверхности

Черного моря во второй половине XX столетия как следствие глобальных изменений климата / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. Вып. 14. С. 457–471.

44. Ільїн Ю.П., Белокопитов В.М., Кудрявцева Г.Ф. та ін. Кліматичні умови (комплект тематичних карт) / Національний атлас України. Розділ 13: Моря та їхні ресурси. К: Картографія, 2007. С. 231–241.

45. Ильин Ю.П. Сезонные и многолетние изменения динамических высот и их уклонов на стандартных разрезах через Основное черноморское течение / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 17. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. С. 244–257.

46. Иванов В.А., Фомин В.В. Математическое моделирование динамических процессов в зоне море–суша. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. 363 с.

47. Ільїн Ю.П., Белокопитов В.М., Долотов В.В. та ін. Розділ 3: Кліматичні умови / Океанографічний атлас Чорного та Азовського морів; наук. редкол.: С.В. Симоненко, В.М. Єремеев та ін. К.: Держгідрографія, 2009. С. 59–87.

48. Ильин Ю.П., Фомин В.В., Дьяков Н.Н., Горбач С.Б. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 1: Азовское море. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. 402 с.

49. Ильин Ю.П., Симов В.Г., Репетин Л.Н. Проблемы и перспективы мониторинга водного баланса Черного и Азовского морей / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 22. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010. С. 171–181.

50. Ilyin Y.P. Climatic variability of salinity features on the Bosphorus and North-western shelves revealed from observational data. *Journal of Environmental Protection and Ecology*. 2010. Vol. 11. No. 3. P. 993–1000.

51. Ilyin Y.P. Observed long-term changes in the Black Sea physical system and their possible environmental impacts / Climate forcing and its impact on the Black Sea marine biota. № 39 in CIESM workshop monographs; F. Briand (ed.). Monaco: CIESM, 2010. P. 35–44.

52. Oil spill accident in the Kerch Strait in November 2007 / Korshenko A., Ilyin Yu., Velikova V. (eds). Black Sea Commission Publications. Moscow: Nauka, 2011. 288 p.

53. Ильин Ю.П., Репетин Л.Н., Белокопытов В.Н. и др. Гидрометеорологические условия морей Украины. Том 2: Черное море. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. 421 с.

54. Атлас волнения, течений и уровня Азовского моря / Под ред. В.В. Фомина. Киев: Феникс, 2012. 240 с.

55. Ильин Ю.П. Вклад региональных и глобальных факторов в межгодовую изменчивость гидрометеорологических условий прибрежной зоны Черного моря / В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Вып. 26, Том 1. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012. С. 117–122.

56. Ильин Ю.П. Основные факторы и классы морских гидрометеорологических условий Черноморского побережья Украины на масштабах междесятилетней и межгодовой изменчивости. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2013. Вип. 265. С. 66–77.

ГОЛОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ УКРГМІ З МОРСЬКОЇ ТЕМАТИКИ З 2014 РОКУ

57. Ильин Ю.П. Регрессионные зависимости среднегодовых показателей гидрометеорологических условий Черноморского побережья Украины. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2014. Вип. 266. С. 58–61.

58. Ильин Ю.П. Длиннопериодные колебания показателей гидрометеорологического режима Черноморского побережья Украины. *Наук. пр. УкрНДГМІ*. 2015. Вип. 267. С. 88–95.

59. Maderich V., Ilyin Y., Lemeshko E. Seasonal and interannual variability of the water exchange in the Turkish Straits System estimated by modelling. *Mediterranean Marine Science*. 2015. Vol. 16. No. 2. P. 444–459.

60. Ільїн Ю.П. Кліматичні зміни гідрометеорологічного режиму морів України. Автореферат дис. ... доктора геогр. наук. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2016. 32 с.

61. Осадчий В.І., Фомін В.В., Ільїн Ю.П., Будак І.В., Шпиг В.М. Оперативна система прогнозу морського хвилювання у прибережній смузі Азовського та Чорного морів. Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Київ: Ніка-Центр, 2019. С. 116–121.



Директор МВ УкрГМІ у 2000–2014 роках, заступник Директора УкрГМІ з 2018 року, доктор географічних наук **Юрій ІЛЬІН**

62. Ільїн Ю.П. Океанографічні та гідрометеорологічні дослідження морів в Україні. *Океанографічний журнал (Проблеми, методи та засоби досліджень Світового океану)*. 2020. № 2 (13). С. 24–37.

63. Ilyin Y. Data time-series formation and studies of long-term trends for marine water quality indicators in the coastal zone regions of the north-western Black Sea. *Bollettino di Geofisica*. 2021. Vol. 62: IMDIS 2021 proceedings. P. 67–68.

64. Ільїн Ю.П., Берлінський М.А. Балансова модель транспорту та метаболізму розчинених форм азоту і фосфору в системі Дністровського лиману. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2022. № 29. С. 59–67.

