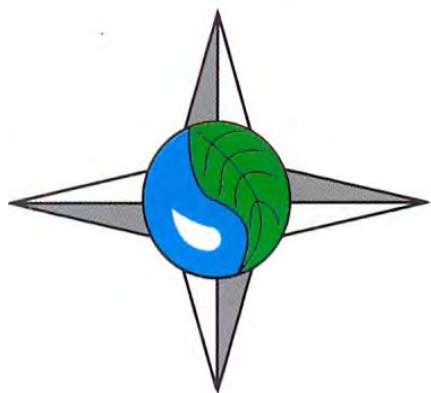


ISSN 2311-0902



Номер 19

Issue 19

2017



УКРАЇНСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ЖУРНАЛ

Ukrainian Hydrometeorological Journal

Головний редактор
С. М. Степаненко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Ministry of Education and Science of Ukraine

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Odessa State Environmental University

**У К Р А Ї Н С Ь К И Й
Г І Д Р О М Е Т Е О Р О Л О Г І Ч Н И Й
Ж У Р Н А Л**

Ukrainian Hydrometeorological journal

(Ukrains'kij Gidrometeorologičnij Žurnal)

СПЕЦІАЛЬНИЙ ВИПУСК

за матеріалами доповідей Першого Всеукраїнського
гідрометеорологічного з'їзду, 22-23 березня 2017 р.

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Scientific Journal

Друкується 2 рази на рік

Issued: 2 times a year

Заснований у 2005 р.

Founded in 2005 y.

№ 19, 2017

2017

Головний редактор

С. М. Степаненко, д-р фіз.-мат. наук, проф., ОДЕКУ
(Одеський державний екологічний ун-т)

Заступники головного редактора

А. М. Польовий, д-р геогр. наук,
акад. АНВШ України, проф., ОДЕКУ

С. С. Зілітінкевич, проф., Гельсінський ун-т (Фінляндія)

Редакційна колегія

Український склад: **В. С. Антоненко**, д-р геогр. наук, проф., Київський національний ун-т культури і мистецтв; **М. А. Берлінський**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **О. В. Глушков**, д-р фіз.-мат. наук, проф., ОДЕКУ; **Є. Д. Гонченко**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **С. В. Іванов**, д-р геогр. наук, старш. наук співроб., ОДЕКУ; **Г. П. Івус**, канд. геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **М. І. Кульбіда**, канд. геогр. наук, Український гідрометцентр, м. Київ; **Н. С. Лобода**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **І. Д. Лосва**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **Г. В. Ляшенко**, д-р геогр. наук, проф., Нац. наук. центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова», м. Одеса; **О. Б. Полонський**, д-р геогр. наук, проф., член-кор. НАН України, м. Київ; **О. О. Світличний**, д-р геогр. наук, проф., Одеський національний університет ім. І. І. Мечнікова; **С. І. Сніжко**, д-р геогр. наук, проф., Київський національний університет ім. Тараса Шевченка; **Ю. С. Тучковенко**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **В. К. Хільчевський**, д-р геогр. наук, проф., Київський національний університет ім. Тараса Шевченка; **В. М. Хохлов**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ; **Є. П. Школьній**, д-р техн. наук, проф., ОДЕКУ; **Ж. Р. Шакірзанова**, д-р геогр. наук, проф., ОДЕКУ

Зарубіжний склад: **Дж. Домінік**, проф., Ін-т морських наук (Венеція, Італія); **Н. Х. Трі**, проф., Університет Далхаузі (Канада); **Т. Соловей**, PhD, д-р наук, Польський геологічний ін-т (Варшава, Польща); **М. В. Болгов**, д-р техн. наук, Ін-т водних проблем РАН (Москва, Російська Федерація); **Я. М. Іван'ю**, д-р техн. наук, проф., Іркутський державний аграрний ун-т ім. А. А. Єжевського (Російська Федерація)

О. І. Маруніч – відповідальний секретар, ОДЕКУ

Editor-in-Chief

S. M. Stepanenko, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., OSENU
(Odessa State Environmental University)

Deputies of Editor-in-Chief

A. N. Polevoy, Dr. Sci. (Geogr.),
Acad. of the Higher School Academy
of Sciences of Ukraine, Prof., OSENU

S. S. Zilitinkevich, Prof., University of Helsinki (Finland)

Editorial board

Ukrainian Staff: **V. S. Antonenko**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Kyiv National University of Culture and Arts; **M. A. Berlinskyy**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **O. V. Glushkov**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof., OSENU; **E. D. Gopchenko**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **S. V. Ivanov**, Dr. Sci. (Geogr.), S.R.F., OSENU; **H. P. Ivus**, Cand. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **M. I. Kul'bida**, Cand. Sci. (Geogr.), Ukrainian Hydrometeorological Center, Kyiv; **N. S. Loboda**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **I. D. Loeva**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **G. V. Lyashenko**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., National Scientific Center "V. Ye. Tairov Institute of Viticulture and Wine-making", Odessa; **O. B. Polonskyy**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Cor. Mem. NASU, Kyiv; **O. O. Svitlychnyy**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., I. I. Mechnikov Odessa National University; **S. I. Snizhko**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Taras Shevchenko National University of Kyiv; **Yu. S. Tuchovenko**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **V. K. Khil'chevskyy**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Taras Shevchenko National University of Kyiv; **V. M. Khokhlov**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU; **E. P. Shkol'nyy**, Dr. Sci. (Techn.), Prof., OSENU; **Zh. R. Shakirzanova**, Dr. Sci. (Geogr.), Prof., OSENU

Foreign Staff: **J. Dominic**, Prof., Institute of Marine Sciences (Venezia, Italy); **N. H. Tri**, Prof., Dalhousie University (Canada); **T. Solovey**, PhD, Dr. Sci., Polish Geological Institute (Warsaw, Poland); **M. V. Bolgov**, Dr. Sci. (Techn.), Institute of Water Problems RAN (Moscow, Russian Federation); **Ya. M. Ivan'o**, Dr. Sci. (Techn.), Prof., A. A. Yezhevs'kiy State Agrarian University of Irkutsk (Russian Federation)

О. І. Маруніч - Executive Secretary, OSENU

У спеціальному випуску №19 Українського гідрометеорологічного журналу представлено наукові статті за доповідями Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду, який відбувся 22-23 березня 2017 р. у м. Одеса у дні святкування Всесвітнього дня водних ресурсів та Всесвітнього метеорологічного дня, а також у рік святкування 85-річчя Одеського державного екологічного університету. В роботі з'їзду взяли участь 157 делегатів, які представляли Управління гідрометеорології Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) Міністерства внутрішніх справ України, Український гідрометеорологічний центр, гідрометеорологічну службу Збройних Сил України, Центральну геофізичну обсерваторію, регіональні та обласні центри з гідрометеорології, науково-дослідні інститути НАН та ДСНС України, вищі навчальні заклади України та інші фахівці у галузі гідрометеорології та суміжних областях науки та практики. В роботі з'їзду також взяли участь та представили доповіді науковці з 17 країн Європи та Азії.

На з'їзді було обговорено сучасний стан та проблемні питання подальшого розвитку української гідрометеорології.

ЗМІСТ

CONTENTS

<i>Передмова</i>	5	<i>Preface</i>	5
<i>Рішення Першого Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду</i>	6	<i>Resolution of the First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress</i>	6
<i>Степаненко С. Н. О состоянии и перспективах высшего гидрометеорологического образования в Украине: уроки и предложения</i>	11	<i>Stepanenko S. N. On the state and prospects of higher hydrometeorological education in Ukraine: lessons and suggestions</i>	11
Метеорологія та кліматологія		Meteorology and Climatology	
<i>Івус Г. П., Мартазінова В. Ф. Короткий огляд метеорологічних досліджень в кінці XX – початку XXI століття в Україні</i>	19	<i>Ivus H. P., Martazinova V. F. Brief Overview of Meteorological Research in the Late XX – Early XXI Century in Ukraine</i>	19
<i>Балабух В. О., Хохлов В. М. Проблеми та перспективи розвитку кліматології в Україні</i>	26	<i>Balabukh V., Khokhlov V. Problems and Prospects of Climatology Development in Ukraine</i>	26
<i>Школьний Е. П., Сущенко А. И. Статистическая структура полей геопотенциальных высот поверхности АТ-850 в западном секторе Южного полушария</i>	34	<i>Shkolnyy E. P., Sushchenko A. I. Statistical Structure of the Fields of Geopotential Heights of 850 hPa pressure level in the Western Sector of the Southern Hemisphere</i>	34
<i>Самчук Є. В. Просторово-часова ідентифікація баричних утворень у нижній та середній тропосфері</i>	41	<i>Samchuk E. V. Spatial and Temporal Identification of Baric Systems in Low Troposphere and Midtroposphere</i>	41
<i>Сумак Е. Н., Шакур В. Н. Технологии составления метеорологических прогнозов погоды в гидрометеорологической службе Республики Беларусь</i>	48	<i>Sumak E. N., Shakur V. N. Technologies of Making Meteorological Weather Forecasts Implemented in the Hydrometeorological Department of the Republic of Belarus</i>	48
<i>Прохареня М. И. Прогноз конвективных явлений на основе выходных данных численных моделей в гидрометеоцентре Республики Беларусь</i>	57	<i>Prokharenya M. I. Convective Phenomena Forecasting Based on Output Data of Numerical Models Available in the Hydrometeorological Centre of the Republic of Belarus</i>	57
<i>Рибченко Л. С., Савчук С. В. Моніторинг геліоенергетичних ресурсів України</i>	65	<i>Rybchenko L. S., Savchuk S. V. Monitoring the Solar Energy Resources of Ukraine</i>	65
Агрометеорологія		Agricultural Meteorology	
<i>Польовий А. М., Божко Л. Ю., Адаменко Т. І. Агрометеорологічні дослідження в Україні</i>	72	<i>Polevoy A. N., Bozhko L. E., Adamenko T. I. Agrometeorological Research in Ukraine</i>	72
<i>Байшоланов С. С., Полевой А. Н. Агроклиматическое зонирование северной зерносеющей территории Казахстана</i>	82	<i>Baisholanov S. S., Polevoy A. N. Agroclimatic Zoning of the Northern Grain-Producing Territory of Kazakhstan</i>	82

Гідрологія суші та гідроекологія

Хільчевський В. К., Гопченко Є. Д., Лобода Н. С., Ободовський О. Г., Гребін' В. В., Шакірзанова Ж. Р., Ющенко Ю. С., Шерстюк Н. П., Овчарук В. А. Університетська гідрологічна наука в Україні та перспективи подальшого її розвитку

Hydrology and Hydroecology

Khilchevskiy V. K., Gopchenko E. D., Loboda N. S., Obodovskiy O. G., Grebin' V. V., Shakirzanova Zh. R., Yushchenko Y. S., Sherstyuk N. P., Ovcharuk V. A. Hydrological Science in Universities and Perspectives of Its Further Development in Ukraine

Океанологія та морське природокористування

Тучковенко Ю. С., Александров Б. Г., Андріанова О. Р., Голодов М. Ф., Коморін В. М., Матигін О. С., Мінічева Г. Г., Попов Ю. І. 106 Одеський науковий кластер океанографічних досліджень: сучасний стан та перспективи

Oceanography and Marine Nature Management

Tuchkovenko Yu. S., Aleksandrov B. H., Andrianova O. R., Golodov M. F., Komorin V. M., Matyhin O. S., Minicheva G. G., Popov Yu. I. Odessa Scientific Cluster for Oceanographic Research: Current State and Prospects

ПЕРЕДМОВА

Цей номер Українського гідрометеорологічного журналу присвячений видатній події в історії гідрометеорологічної галузі України – Першому Всеукраїнському Гідрометеорологічному З'їзду. Цей з'їзд можна розглядати як подовження і розвиток традицій, які були закладені у першій половині минулого сторіччя Першою українською геофізичною нарадою (Київ, 1925 р.) та гідрометеорологічним з'їздом Гідрометеорологічного комітету Української СРС (Одеса, 1932 р.), і підтримані реакцією гідрометеорологічної спільноти на сучасні виклики, що виникли на шляху розвитку гідрометеорологічної служби незалежної України.

В роботі Першого Всеукраїнського Гідрометеорологічного З'їзду, який проводився 22-23 березня 2017 року в Одеському державному екологічному університеті за ініціативою гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету та Українського гідрометеорологічного центру, взяли участь керівники центральних і обласних підрозділів гідрометслужби України, представники керівництва Державної служби України з надзвичайних ситуацій, керівники гідрометеорологічних підрозділів Збройних Сил України, науковці НАН України і вищих навчальних закладів, зарубіжні гості з восьми країн.

Проведення Першого Всеукраїнського Гідрометеорологічного з'їзду було приурочено до міжнародних гідрометеорологічних свят – **Всесвітнього Дня води** (22 березня) і **Всесвітнього Дня метеорології** (23 березня), які були започатковані Організацією Об'єднаних Націй з метою підкреслення виключно важливої ролі і місця гідрометеорологічних служб у житті людства. З'їзд також відкрив низку заходів, присвячених святкуванню 85-річчя заснування Одеського державного екологічного університету, створеного у травні 1932 року як Харківський інженерний гідрометеорологічний інститут (з липня 1944 року – Одеський гідрометеорологічний інститут).

Більше ніж 150 делегатів з'їзду обговорювали основні наукові, прикладні та виробничі проблеми у сфері гідрометеорологічної безпеки України, завдання і перспективи гідрометеорологічного забезпечення сталого соціально-економічного розвитку України в умовах змін клімату, які все сильніше впливають на добробут людей і економіку України, а також проблеми

гідрометеорологічної освіти.

Програма з'їзду включала такі основні напрями:

1. Методологічні проблеми розвитку гідрометеорології як складової наук про Землю;
2. Організаційні проблеми у сфері гідрометеорологічної діяльності;
3. Шляхи забезпечення гідрометеорологічної безпеки держави;
4. Роль гідрометеорології у вирішенні проблем загальнодержавного і регіонального розвитку, а також адаптації до змін клімату, що відбуваються;
5. Сучасні методи і технології гідрометеорологічних досліджень;
6. Інноваційні точки росту гідрометеорології;
7. Гідрометеорологічна освіта в Україні: проблеми та перспективи.

На з'їзді було заслухано більше 70 усних доповідей, в тому числі програмні доповіді, які охоплюють основні напрями гідрометеорологічної діяльності, а також більше 80 стендових доповідей, які були обговорені на двох пленарних засіданнях і на засіданнях 6 секцій (Агрометеорологія, Гідрологія, Кліматологія, Метеорологія, Океанологія та Гідрометеорологічна освіта). У цьому номері журналу розміщені статті, підготовлені на основі частини з цих доповідей.

З'їзд ухвалив розгорнуте рішення, також розміщене у цьому номері, та яке має стати дороговказом на найближчі п'ять років розвитку гідрометеорологічної галузі і вищої гідрометеорологічної освіти в Україні. Крім того було прийнято декілька звернень до центральних органів виконавчої влади щодо вжиття невідкладних заходів із забезпечення гідрометеорологічної безпеки України.

Під час роботи з'їзду також відбулася знакова для української гідрометеорології подія – на окремому засіданні було створено Всеукраїнську громадську організацію «Українське метеорологічне та гідрологічне товариство» як член Європейського метеорологічного товариства. Було затверджено статут Товариства, його керівні органи. Головою Товариства обрано ректора Одеського державного екологічного університету проф. Степаненка С. М.

Редколегія

РІШЕННЯ ПЕРШОГО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО З'ЇЗДУ

Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд, організований Гідрометеорологічним інститутом Одеського державного екологічного університету, Українським гідрометеорологічним центром та Одеським метеорологічним товариством, відбувся 22-23 березня 2017 р. у м. Одеса у дні святкування Всесвітнього дня водних ресурсів і Всесвітнього метеорологічного дня, а також у рік святкування 85-річчя Одеського державного екологічного університету.

В роботі з'їзду взяли участь 157 делегатів, які представляли Управління гідрометеорології Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) Міністерства внутрішніх справ України, Український гідрометеорологічний центр, гідрометеорологічну службу Збройних Сил України, Центральну геофізичну обсерваторію, регіональні та обласні центри з гідрометеорології, науково-дослідні інститути НАН та ДСНС України, вищі навчальні заклади України, та інші фахівці у галузі гідрометеорології й суміжних областях науки і практики.

В роботі з'їзду також взяли участь та представили доповіді учасники з науково-дослідного гідрометеорологічного інституту Республіки Азербайджан, Єреванського державного університету (Республіка Вірменія), Республіканського центру з гідрометеорології, контролю радіоактивного забруднення та моніторингу довкілля (Республіка Білорусь), Білоруського державного університету, Пловдивського університету (Болгарія), Державної гідрографічної служби Грузії, Інституту географії Республіки Казахстан, Всеросійського НДІ сільськогосподарської метеорології, Фінського метеорологічного інституту та Гельсінського університету (Фінляндія), Шведського метеорологічного та гідрологічного інституту, а також Центральноєвропейського університету (м. Будапешт, Угорщина). Співдоповідачами були також представники Потсдамського інституту досліджень впливу змін клімату, Потсдамського університету (ФРН), Варшавського інституту геології, дослідницького центру Thomson Reuters Agriculture Research (Велика Британія).

Робота з'їзду в рамках пленарних, секційних і стендових сесій проводилася за шістьма тематичними напрямками: Метеорологія, Кліматологія, Агromетеорологія, Гідрологія, Океанологія, Гідрометеорологічна освіта.

На з'їзді було обговорено сучасний стан і проблемні питання подальшого розвитку української гідрометеорології, в тому числі:

- організаційні проблеми у сфері гідрометеорологічної діяльності;
- методологічні проблеми розвитку гідрометеорології як складової наук про Землю;
- шляхи і проблеми забезпечення гідрометеорологічної безпеки України;
- роль гідрометеорології у вирішенні проблем загальнодержавного та регіонального розвитку, а також адаптації до змін клімату, що відбуваються;
- сучасні методи і технології гідрометеорологічних досліджень;
- інноваційні точки розвитку гідрометеорології;
- стан гідрометеорологічної освіти, проблеми підготовки та підвищення кваліфікації фахівців-гідрометеорологів в Україні.

Окреме пленарне засідання було присвячене створенню громадського об'єднання «Українське метеорологічне та гідрологічне товариство». Було затверджено статут товариства, обрані його керівні органи, а також була підтримана пропозиція щодо вступу товариства в Європейське метеорологічне товариство.

Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд відзначає все зростаючу стратегічну роль гідрометеорології в цілому та окремих її ланок, у т.ч. оперативних, наукових й освітніх структур у забезпеченні гідрометеорологічної безпеки країни, захищеності населення, державних інститутів, суб'єктів бізнесу та економіки в цілому від несприятливого впливу погоди й змін клімату, що відбуваються.

З огляду на зазначене, Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд констатує, що непродумані адміністративні реформи 2011 року, зокрема ліквідація самостійного органу державного управління у сфері гідрометеорології (Держгідромету) і хронічне недофінансування галузі, призвели до втрати українською гідрометеорологічною службою провідних позицій у світовому рейтингу гідрометеорології, її суттєвого відставання у технічному переоснащенні, яке здійснюється швидкими темпами у більшості країн світу. Наукові й технологічні успіхи в області метеорології, кліматології, гідрології, агromетеорології, океанології, гідрографії та суміжних напрямках надають можливість підняти на якісно новий рі-

вень гідрометеорологічне обслуговування як населення, так і галузей економіки. В той же час, на всіх рівнях (від державного до пересічного громадянина) швидко зростає попит на якісну гідрометеорологічну інформацію (метеорологічну, кліматологічну, агрометеорологічну, гідрологічну, океанологічну та гідрографічну), підвищується значущість і роль гідрометеорології у житті суспільства у зв'язку з новими викликами та загрозами, пов'язаними в першу чергу із змінами клімату, що відбуваються на території України.

У зв'язку з вищезазначеним з'їзд звертається до центральних органів виконавчої влади, Верховної Ради України з наполегливою пропозицією щодо поновлення статусу гідрометеорологічної служби (агентства) як центрального органу виконавчої влади.

Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд з глибоким занепокоєнням відзначає негативні тенденції у вищій гідрометеорологічній освіті, пов'язані із зникненням окремої спеціальності «Гідрометеорологія», а також із невизначеністю подальшої підготовки молодших спеціалістів у гідрометеорологічних технікумах Одеського державного екологічного університету. Ці тенденції призведуть до суттєвого зменшення обсягу професійних компетентностей випускників освітніх гідрометеорологічних програм, які встановлені стандартами Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), а також Рекомендованої практики з питань метеорологічного забезпечення авіації Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО). Вже зараз в оперативних і наукових підрозділах відчувається нестача професійних кадрів, яка з кожним роком зростає. Це також пов'язано з низьким рівнем оплати праці в такій науково- та технологічно ємній галузі як гідрометеорологія, економічна і соціальна ефективність якої у сучасних умовах різко зростає у зв'язку зі збільшенням кількості й інтенсифікацією небезпечних і стихійних погодних умов, збитки від яких можуть мати катастрофічні наслідки в економічній та соціальній сферах.

Продовження згаданих негативних тенденцій неминуче суттєво вплине на стан гідрометеорологічного забезпечення, а також може мати негативні міжнародні наслідки.

У зв'язку з цим з'їзд звертається до Міністерства освіти і науки України, Кабінету Міністрів України з пропозицією поновити окрему спеціальність «Гідрометеорологія» в Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти, затверджену Постановою Кабінету Міністрів України від 29.04.2015 р. № 266 «Про затвердження переліку

галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти», переглянути умови праці та суттєво збільшити фінансування технічного переозброєння галузі, яка забезпечує гідрометеорологічну безпеку країни.

Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд вважає головними напрямками гідрометеорологічної діяльності у найближчій і середньостроковій перспективі:

- створення центрального органу державної виконавчої влади з питань гідрометеорології й моніторингу природного середовища;
- розвиток державної мережі спостережень на основі докорінного технічного переобладнання;
- розвиток базових технологій збору, опрацювання, архівації, зберігання та використання даних про стан атмосфери, гідросфери, криосфери і поверхневого шару ґрунту на основі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій;
- створення на основі застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій єдиного електронного Національного банку даних гідрометеорологічних спостережень, забезпечення доступу до цієї інформації науковців, дослідників, студентів, які працюють і навчаються за різними напрямками гідрометеорології;
- розвиток за допомогою міжнародного співробітництва і кооперації сучасних технологій прогнозування стану природного навколишнього середовища та його забруднення;
- пріоритетний розвиток інформаційного обслуговування всіх категорій споживачів, активну участь у розбудові Глобальної рамкової основи для кліматичного обслуговування під егідою ВМО;
- впровадження системи кліматичного обслуговування населення і економіки України в умовах адаптації до змін клімату, що відбуваються;
- розвиток і впровадження сучасних методів економічної оцінки гідрометеорологічної інформації й гідрометеорологічного забезпечення розвитку економіки України;
- розвиток наукових досліджень у зазначених вище пріоритетних напрямках гідрометеорологічної діяльності;
- підготовку і підвищення кваліфікації працівників гідрометеорологічних підрозділів у відповідності до стандартів ВМО;
- розвиток міжнародного співробітництва через робочі органи ВМО, спільні наукові та освітні міжнародні проекти, участь у роботі Європейського метеорологічного товариства;
- розвиток всебічного діалогу між гідрометеорологічною спільнотою й органами влади, в тому

числі через органи громадянського суспільства, одним з яких повинно стати Українське метеорологічне і гідрологічне товариство;

- роз'яснення все зростаючої важливості врахування оперативної, наукової та іншої гідрометеорологічної (в т.ч. кліматичної) інформації у практичній діяльності органів влади, бізнесу і окремих громадян.

Пріоритетними завданнями у сфері метеорології та кліматології з'їзд вважає:

- забезпечення поступового технічного і технологічного вдосконалення системи гідрометеорологічних спостережень, включаючи розвиток і розширення мережі спостережень за станом навколишнього середовища, в тому числі за кліматичною системою, в рамках створення ефективної системи захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та небезпечних гідрометеорологічних явищ, а також зменшення збитків в економіці і соціальній сфері;
- розвиток і впровадження сучасних моделей і методів метеорологічного прогнозування різної завчасності, просторового і часового розділення та створення безперервної системи прогнозування;
- вдосконалення метеорологічного обслуговування аеронавігації у відповідності з вимогами Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО);
- розробку Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень у сфері зміни клімату, спрямованої на забезпечення прогнозування на постійній основі викидів парникових газів за різними сценаріями розвитку економіки держави та її окремих секторів, оцінки фактичних очікуваних змін клімату та їх наслідків, наукового обґрунтування заходів із запобігання негативним змінам клімату й адаптації до них;
- розбудову системи кліматичного обслуговування у сфері змін клімату у відповідності до рішень Всесвітньої метеорологічної організації, створення Кліматичного центру України для вирішення завдань оперативного та наукового кліматичного обслуговування галузей економіки, включаючи розвиток систем підтримки прийняття рішень в ситуаціях, пов'язаних з несприятливими погодно-кліматичними явищами (посухи, паводки і т.д.);
- удосконалення системи критеріїв небезпечності явищ погоди для запровадження їх в нормативні документи та уточнення переліку небезпечних і стихійних явищ погоди;
- створення інтерактивного каталогу наявних

електронних баз даних багаторічних спостережень за гідрометеорологічними величинами по різних регіонах України;

- підвищення рівня взаємодії між різними організаціями, які працюють у сфері метеорології і кліматології (науковими, оперативними), створення консорціумів для спільної розробки наукових проектів, залучення до цих консорціумів зацікавлених організацій, які є споживачами кліматичних та метеорологічних даних та прогнозів;
- підготовку до створення нової версії Кліматичного кадастру України з використанням сучасних наукових підходів, які б враховували наявні зміни регіонального клімату;
- підвищення рівня обізнаності та розуміння населенням і суб'єктами господарювання важливості і ефективності правильного реагування на отримання інформації про фактичний й прогнозований стан погодних умов у різних сферах економічної та суспільної діяльності;
- підвищення обізнаності громадянського суспільства та органів державної влади з усіма аспектами проблеми зміни клімату, в т.ч. через створення інтернет-порталу, який, з одного боку, був би майданчиком для обміну думками і досвідом між постачальниками кліматичних сервісів, а з іншого, інформував би зацікавлені організації та органи влади про можливі наслідки змін клімату і заходи щодо їх пом'якшення.

Пріоритетними завданнями у сфері агрометеорології з'їзд вважає:

- збереження кількості агрометеорологічних спостережень (фенологічних та визначення запасів вологи), необхідних для ефективного агрометеорологічного забезпечення агропромислового комплексу країни;
- удосконалення (модернізація) діючих моделей продуктивності основних сільськогосподарських культур з урахуванням сучасних агрокліматичних умов та нових сортів;
- розробку нових моделей продуктивності для прогнозування урожаю сільськогосподарських культур, площі яких в Україні значно збільшилися останніми роками (соя, ріпак, нут);
- розробку нових методів для розрахунку запасів продуктивної вологи у ґрунті під основними сільськогосподарськими культурами на різних глибинах;
- переобладнання метеорологічних станцій з агрометеорологічним напрямком робіт сучасними агрометеорологічними приладами.

Пріоритетними завданнями у сфері гідрології з'їзд вважає:

- впровадження положень Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЄС), в тому числі розробка нового каталогу водних об'єктів України, нормативів якості води й управління водними ресурсами;
- створення шкали небезпечних гідрологічних явищ при затопленнях територій в басейнах річок України відповідно до Водної паводкової директиви ЄС (2007/60/ЄС);
- розробку методів оцінки і прогнозу наслідків антропогенного впливу на водні ресурси в умовах змін клімату, а також розвиток методів довгострокових прогнозів гідрологічних характеристик;
- подальший розвиток теоретичної і прикладної гідрологічної науки, націлений на розробку та прийняття на державному рівні нормативних документів щодо проектування, будівництва і експлуатації гідротехнічних споруд в країні;
- оцінку зміни гідрологічного режиму водних об'єктів України та розробка довгострокового прогнозу кількісних характеристик водних ресурсів країни у зв'язку з суттєвими коливаннями кліматичних умов, що відбуваються протягом останніх десятиріч;
- розвиток співпраці українських гідрологів з міжнародними інституціями над спільними науковими проектами з метою впровадження міжнародних стандартів гідрологічних досліджень;
- оснащення мережі станцій сучасними приладами та обладнанням для регулярного гідрологічного і гідрохімічного моніторингу.

Пріоритетними завданнями у сфері океанології з'їзд вважає:

- розробку та впровадження довгострокової Національної програми наукових досліджень та інтегрованого комплексного моніторингу стану екосистем Чорного і Азовського морів для забезпечення впровадження Рамкової Директиви ЄС про морську стратегію й Водної рамкової директиви ЄС;
- модернізацію матеріально-технічної бази і розвиток системи гідрометеорологічного моніторингу в Азово-Чорноморському басейні; технічне переоснащення морських гідрометеорологічних станцій; забезпечення проведення систематичного моніторингу мінливості метеорологічних і океанологічних характеристик у відкритих районах шельфової зони морів; впровадження сучасних методів і засобів дистанційного моніторингу

мінливості гідрометеорологічних параметрів в морських районах України;

- розробку та впровадження сучасних технологій моделювання і прогнозування стану морського середовища акваторії української частини Азово-Чорноморського басейну, зокрема складових сучасної національної системи морських прогнозів в Україні; створення Національного центру морських прогнозів на базі Гідрометцентру Чорного та Азовського морів із науковим і науково-методичним забезпеченням установ Національної академії наук України та фахових ВНЗ;
- створення наукового підґрунтя, науково-методичного забезпечення для запровадження системи комплексного управління прибережною зоною моря, гідроекологічним станом і водними ресурсами лиманів Чорного та Азовського морів, перспективного просторового планування розвитку прибережної зони моря;
- оцінку впливу змін клімату, що відбулися й очікуються у XXI ст. на характеристики гідрометеорологічного режиму та природні ресурси морів і лиманних систем України;
- підготовку кадрового науково-технічного потенціалу для забезпечення розвитку морських гідрометеорологічних досліджень з урахуванням сучасних вимог. Зокрема: (1) створення умов для підготовки висококваліфікованого кадрового потенціалу в галузі гідрометеорологічного забезпечення діяльності різних галузей морського господарства України у відповідності зі стандартами Всесвітньої метеорологічної організації, Міжнародної океанографічної комісії, Міжнародної гідрографічної організації; (2) забезпечення на державному рівні оновлення матеріально-технічної бази ВНЗ, які готують фахівців для гідрометеорологічного забезпечення різних напрямків морського природокористування – океанографії, гідрографії, морської метеорології; оснащення навчально-наукових лабораторій сучасним обладнанням, приладами для здійснення гідрометеорологічного моніторингу стану довкілля, зокрема, польових морських досліджень; (3) інтеграція наукової, науково-технічної та інноваційної діяльності ВНЗ і наукових установ Національної академії наук України у галузі морської гідрометеорології;
- розвиток за державної підтримки міжнародного співробітництва у сфері океанографічних досліджень, охорони й відтворення довкілля Азовського і Чорного морів;
- розвиток інформаційно-ресурсної діяльності у сфері океанології та створення єдиної Національної бази архівних даних гідрометеорологічних

морських спостережень у Чорному та Азовському морях з відкритим доступом до її використання студентами, аспірантами, науковцями; державна підтримка видання міжнародних і національних фахових періодичних і монографічних видань у галузі океанології, гідрографії, морської метеорології.

Пріоритетними завданнями у сфері гідрометеорологічної освіти, в т.ч. підвищення кваліфікації та перепідготовки фахівців, з'їзд вважає:

- поновлення у переліку спеціальностей на рівні вищої освіти окремої спеціальності «Гідрометеорологія», що забезпечить дотримання міжнародних стандартів професійної підготовки фахівців-гідрометеорологів;
- перегляд кваліфікаційних вимог до персоналу оперативних гідрометеорологічних підрозділів у відповідності до нових технологій збору, опрацювання і аналізу інформації, прогнозу гідрометеорологічного стану, а також нових завдань з гідрометеорологічного, в т.ч. кліматичного обслуговування;
- впровадження інноваційних методів, зокрема дистанційних, з метою вдосконалення й розширення ефективності гідрометеорологічної освіти;

- створення нових освітніх програм відповідно до кваліфікаційних вимог Всесвітньої метеорологічної організації та національної гідрометеорологічної служби у тісній співпраці з працівниками оперативних гідрометеорологічних підрозділів;
- інтеграцію наукових досліджень та навчального процесу, а також їх інтеграцію у міжнародні наукові та освітні програми (проекти);
- створення національного міжгалузевого центру професійної підготовки, підвищення кваліфікації та перепідготовки фахівців на базі Одеського державного екологічного університету і Українського гідрометеорологічного центру;
- створення регіонального центру Всесвітньої метеорологічної організації з підготовки фахівців на базі Одеського державного екологічного університету та гідрометеорологічних технікумів в Харкові і Херсоні з метою забезпечення регіональних потреб у підготовці висококваліфікованих фахівців у сфері гідрометеорології;
- систематичне підвищення кваліфікації фахівців національної гідрометеорологічної служби, наукових установ і навчальних закладів з використанням можливостей та сервісів Всесвітньої метеорологічної організації.

УДК: 378.14:551.5

О СОСТОЯНИИ И ПЕРСПЕКТИВАХ ВЫСШЕГО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УКРАИНЕ: УРОКИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

С. Н. Степаненко, профессор, доктор физико-математических наук,
ректор Одесского государственного экологического университета

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, S.Stepanenko <rector@odeku.edu.ua>*

В статье анализируются изменения, которые произошли в высшей школе Украины за последние 25 лет с точки зрения их влияния на систему подготовки специалистов с высшим образованием по гидрометеорологическим специальностям. Выделено три этапа реформ высшего образования и особенности их влияния на подготовку кадров для гидрометеорологической службы Украины. Предложены первоочередные меры, которые позволят обеспечить оперативные подразделения гидрометслужбы специалистами, профессиональные компетенции которых отвечают современным требованиям Всемирной метеорологической организации.

Ключевые слова: подготовка кадров, реформа высшего образования, гидрометеорологическая служба Украины

Как известно, на структуру и качество подготовки специалистов влияют, по крайней мере, такие факторы:

- структура и тенденции развития системы высшего образования в Украине;
- структура и потребности гидрометеорологической службы, требования к качеству профессиональной подготовки и повышения квалификации специалистов, предъявляемые как национальной гидрометеорологической службой, так и Всемирной метеорологической организацией и другими международными организациями, например, ИКАО;
- важным фактором также является уровень взаимосвязей между подразделениями гидрометеорологической службы и самой службой в целом с высшими учебными заведениями, в том числе при разработке и усовершенствовании образовательных программ, организации практической подготовки студентов;
- естественно, на структуру и качество подготовки специалистов значительное влияние, особенно на длительных промежутках времени, оказывает общая экономическая ситуация в стране, которая прямым образом отражается как на материально-техническом состоянии высшей школы, так и на состоянии национальной гидрометеорологической службы. Эта ситуация определяет также качество того «социального пакета», который предлагает гидрометеорологическая служба выпускнику вуза, привлекательность и «конкурентность» этого пакета на современном рынке труда.

Попробуем проанализировать влияние комплекса этих факторов на тенденции высшего гидрометеорологического образования в Украине.

Система высшего образования в Украине за последние 25 лет прошла, по нашему мнению, *три этапа* изменений.

Первый этап (1993 – 2002 гг.) характеризуется постепенным введением 3-х ступенчатого высшего образования: «младший специалист» – «бакалавр» – «магистр» вместо существовавшей до того традиционной двухступенчатой системы: «техник» – «инженер», с которой была «состыкована» структура и номенклатура должностей в национальной экономике, в т.ч. и в украинской гидрометеорологической службе [1].

Наряду с положительным эффектом приведения структуры украинского высшего образования к доминирующей в мире более гибкой, и потому более адекватно реагирующей на вызовы современного мира, англо-саксонской системе (например, это дало возможность сформировать единую сквозную программу подготовки от младшего специалиста до магистра гидрометеорологических специальностей в рамках единого учебного комплекса гидрометеорологического института и двух гидрометеорологических техникумов, а также удалось к трем «традиционным» гидрометеорологическим специальностям – «Метеорология», «Гидрология» и «Океанология», добавить на национальном уровне еще четыре – «Агрометеорология», «Климатология», «Гидрография» и «Атмосферная геофизика»), выявились и серьезные негативные факторы для

высшего гидрометеорологического образования, к которым не удалось адаптироваться.

Среди них можно выделить:

1) Переход от одноступенчатой 5-ти летней подготовки специалиста к 2-х ступенчатой (4-х летней подготовке бакалавра и 1,5 летней подготовке специалиста и магистра) не нашел соответствующего пересмотра структуры и номенклатуры должностей в национальной гидрометеорологической службе. Вследствие этого образовательно-квалификационный уровень бакалавра «повис в воздухе», сделав этот уровень непонятным, с точки зрения квалификационных требований, для вузов и не востребуемым для выпускников.

2) Постепенный переход от *инженерного* гидрометеорологического образования на двух уровнях («техник» – «инженер»), что было отличительной чертой выпускников Одесского гидрометеорологического института, Харьковского и Херсонского гидрометеорологических техникумов к *естественно-научному* высшему гидрометеорологическому образованию на 3-х уровнях («младший специалист» – «бакалавр» – «магистр»). Этот переход был обусловлен как внешними причинами – последовательной политикой Министерства образования и науки Украины и отсутствием желания гидрометеорологической службы отстаивать данный статус гидрометеорологического образования, так и внутренними факторами высших учебных заведений – быстрое старение приборной базы инженерной подготовки и невозможность ее обновления в связи с резким ухудшением финансирования.

Последствия такого перехода имеют долгосрочную перспективу, прежде всего в перечне профессиональных компетенций выпускников, и неизбежно повлияют на кадровую политику гидрометеорологической службы в свете ее неизбежного полного технического переоснащения.

3) Быстрое старение и выбывание специализированной материальной базы практической подготовки студентов и невозможность ее обновления в связи с резким ухудшением финансирования привели к постепенному сокращению практической составляющей профессиональных компетентностей выпускника. Этот важный фактор должен серьезно влиять на формирование системы последипломного обучения и повышения квалификации молодых специалистов гидрометеорологической службы.

4) Уже на первом этапе реформирования высшего образования в Украине была практически полностью разрушена сложившаяся система

распределения выпускников. В середине 90-х годов по инициативе Одесского гидрометеорологического института совместно с гидрометеорологической службой Украины предпринималась попытка создания новой системы взаимосвязанного набора и распределения выпускников. Однако она потерпела неудачу в связи с неконкурентным «социальным пакетом», предлагаемым службой и изменениями в системе приема в вузы Украины. Этот фактор также существенно влияет на кадровую политику гидрометеорологической службы и ее дальнейшее развитие.

5) Во время первого этапа реформирования высшей школы Украины удавалось притормозить неизбежное сокращение государственного заказа на всех трех уровнях высшего образования, что дало возможность, наряду со становлением системы платного обучения, хоть частично компенсировать практически полное прекращение подготовки значительного контингента специалистов-гидрометеорологов для зарубежных стран. Об объемах этой подготовки красноречиво свидетельствует тот факт, что в конце 80-х годов каждый третий студент Одесского гидрометеорологического института был из далекого зарубежья.

Второй этап реформирования высшей школы Украины (2003 – 2013 гг.) связан с введением в действие Закона Украины «О высшем образовании» (2002 г.) [2], которым была закреплена 3-х ступенчатая система высшего образования. В целом, этот этап можно характеризовать как время приведения нормативной базы высшей школы и вузов в соответствие с требованиями данного закона. Одним из «громких» нововведений этого этапа явилась вступительная компания на уровне подготовки «специалист» и «магистр», а также введение внешнего независимого тестирования при поступлении на программы подготовки бакалавров.

На этом этапе совместными усилиями Одесского государственного экологического университета и гидрометеорологической службы удалось создать национальную систему повышения квалификации работников подразделений гидрометеорологической службы.

Кроме того, созданная на первом этапе в Одесском гидрометеорологическом институте система подготовки военных гидрометеорологов была полностью интегрирована в ступенчатую систему подготовки гидрометеорологов в Украине.

Особенностью этого этапа также является резкое сокращение государственного заказа на

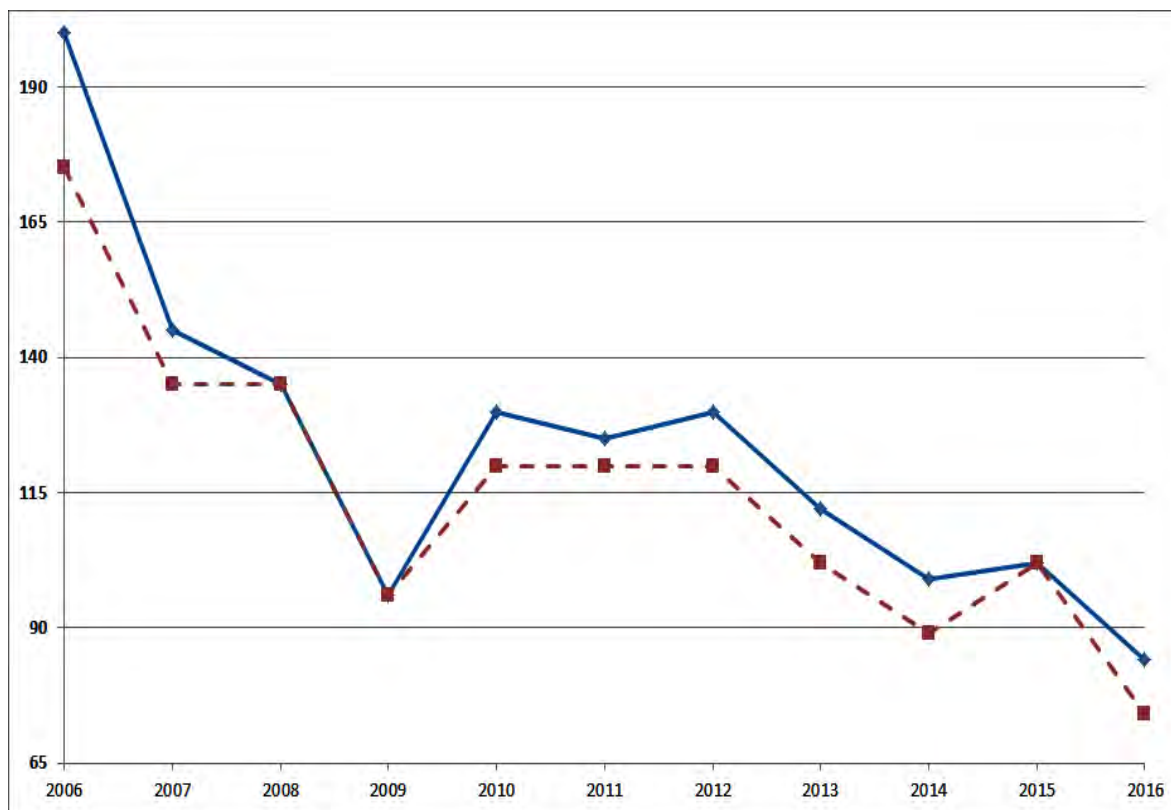


Рис. 1 – Динамика объемов подготовки государственного заказа на подготовку младших специалистов по гидрометеорологическим специальностям в Украине. Обозначения: сплошная линия – объемы заказа (чел.) по всем формам обучения, пунктир – объемы заказа по дневной форме обучения.

подготовку младших специалистов по гидрометеорологическим специальностям (рис. 1). В тоже время объемы подготовки на уровне бакалавриата хотя и уменьшались, но значительно медленнее, что давало возможность адаптироваться к новым условиям (рис. 2).

Третий этап реформирования высшей школы Украины (с 2014 г. и по настоящее время) обусловлен введением новой редакции Закона Украины «О высшем образовании» [3] и нового перечня специальностей, по которым готовятся специалисты с высшим образованием [4].

В соответствии с этими нормативными для системы высшего образования документами:

1) С сентября 2014 года в ступенчатом высшем образовании Украины уже нет места ни техникам, ни пришедшим на 1-м этапе им на смену младшим специалистам, а также нет места и специалистам. Теперь в украинском высшем образовании есть только два уровня: бакалавр – 1-я ступень высшего образования; магистр – 2-я ступень высшего образования.

В новой редакции Закона «О высшем образовании» введена новая ступень высшего образования – «младший бакалавр», но каковы квалификационные требования для этого уровня и как

готовить такого бакалавра пока никто не знает. Пока также не ясна судьба младших специалистов, которые были до сих пор правопреемниками «техников» советской системы среднего специального образования.

Естественно, что такие кардинальные изменения в подготовке специалистов гидрометеорологического профиля должны быть адаптированы и четко соотнесены с требованиями Всемирной Метеорологической организации (ВМО) по подготовке специалистов [5-7], а также найти свой отклик в пересмотре структуры и номенклатуры должностей национальной гидрометеорологической службы.

2) С введением с 2015 года нового перечня специальностей, по которым ведется подготовка специалистов в высшей школе Украины, направление подготовки «Гидрометеорология» и соответствующие ей семь специальностей включены в новый перечень специальностей в объединенную (со специальностями направления подготовки «Геология») единую специальность «Науки о Земле». Вследствие этого с 2016 года прекращен прием на узкопрофессиональную гидрометеорологическую подготовку специалистов в техникумах и в вузах, которая создавалась

в стране на протяжении 80 лет и которой Украине по праву можно было гордиться. К сожалению, эти изменения в новом перечне специальностей произошли при молчаливом безучастии соответствующих правительственных структур. Не оказал никакого воздействия на принятые Министерством образования и науки Украины решения и Закон Украины «О гидрометеорологической деятельности» [8], в котором отсутствует раздел о кадровом обеспечении гидрометеорологической деятельности.

Эти изменения опять же неизбежно и существенно отразятся на теоретических и практических профессиональных компетентностях выпускника по новой специальности «Науки о Земле». Это является вызовом как для вузов, так и гидрометеорологической службы в целом, ведь необходимо создать в сложившихся условиях образовательные программы, которые будут соответствовать требованиям ВМО к уровню квалификации персонала гидрометеорологических подразделений. В первую очередь это касается международных требований по подготовке

авиационных метеорологов [9-11].

3) На нынешнем этапе реформирования высшей школы Украины произошли существенные сокращения объемов государственного заказа на подготовку специалистов по гидрометеорологическим специальностям (см. рис. 1 и 2). Только за последние несколько лет объемы приема на подготовку бакалавров по нашим специальностям упали в 5-6 (!) раз, прием в техникумы также упал на 30-35 %. Насколько эти объемы подготовки адекватны кадровым потребностям национальной гидрометслужбы пока никто не анализировал.

Причин этого обвала несколько – это и демографический кризис в Украине, который неизбежно отражается на сокращении объемов государственного заказа, это и резкое падение престижности гидрометеорологических специальностей ввиду того очень «скромного» социального пакета, который может предложить выпускнику гидрометслужба, это и отсутствие совместной (вузов и подразделений гидрометслужбы) профориентационной работы среди выпускников школ регионов Украины.



Рис. 2 – Динамика объемов подготовки государственного заказа на подготовку бакалавров по направлению подготовки «Гидрометеорология» в Украине. Обозначения - см. рис. 1.

Резюмируя влияние очерченных выше тенденций в высшем гидрометеорологическом образовании на кадровое обеспечение гидрометслужбы Украины, можно выделить следующие узловые моменты:

➤ количество выпускников высших учебных заведений с профессиональным гидрометеорологическим образованием, желающих занять первичные должности в подразделениях гидрометеорологической службы Украины в ближайшие годы будет быстро и резко сокращаться;

➤ уровень теоретической и практической составляющих профессиональных компетенций выпускников с профессиональным гидрометеорологическим образованием, если не удастся выделить в перечне специальностей отдельной специальности «Гидрометеорология», будет понижаться. Вузы все больше будут сосредотачиваться на качественном формировании у выпускников общих компетентностей, к которым относится естественно-научное мировоззрение, функциональная грамотность, владение информационно-коммуникационными технологиями, знание иностранного языка, умение работать в коллективе, навыки самообразования и др. [12]. Естественно, что это не отменяет профессиональной подготовки, но она на уровне бакалавра будет сосредотачиваться на базовых общетеоретических знаниях и умениях;

➤ в этих условиях вакантные должности в подразделениях гидрометеорологической службы будут все больше заполняться специалистами, не имеющими профессионального гидрометеорологического образования, достаточного для оперативной гидрометеорологической деятельности;

➤ в тоже время, требования к уровню профессионального гидрометеорологического образования, перечню профессиональных компетентностей сотрудников подразделений гидрометслужбы со стороны ВМО, других международных организаций и самой гидрометеорологической службы Украины [13-15] с каждым годом будут только возрастать.

Таким образом, кардинальные изменения структуры подготовки гидрометеорологических кадров в Украине и одновременное повышение требований к подготовке сотрудников оперативных подразделений службы требуют серьезного анализа их влияния на уровень работы соответствующих гидрометеорологических подразделений и незамедлительных совместных действий.

В этих условиях необходимо совместными усилиями вузов и самой гидрометслужбы выра-

ботать стратегию действий, к которой предлагаю отнести:

1) пересмотр квалификационных профессиональных требований к персоналу оперативных гидрометеорологических подразделений в соответствии требованиями ВМО, других международных организаций и перспектив развития самой гидрометеорологической службы Украины (внедрение климатического обслуживания, новых методик других видов гидрометеорологического обслуживания, методов диагноза и прогноза погоды, а также новых технологий сбора, обработки и анализа информации и т.д.). Таким образом, речь идет в конечном счете о создании так называемых «профессиональных стандартов» [16] гидрометеорологической деятельности;

2) приведение перечня профессий в Классификаторе профессий ДК 003:2010 в соответствие с номенклатурой должностей в гидрометеорологической службе Украины, перспективами ее развития и новой структурой высшего образования. Учебные заведения должны создавать и «затачивать» свои образовательные программы под эту номенклатуру должностей в тесном сотрудничестве с оперативными подразделениями гидрометеорологической службы. Опыт выполнения уже нескольких международных образовательных проектов также может быть использован для большей нацеленности гидрометеорологических новых образовательных программ на практические потребности оперативных подразделений;

3) создание межотраслевого (МОН та ДСЧС Украины) Центра профессиональной подготовки и повышения квалификации (последипломного образования) на базе гидрометеорологического института ОГЭКУ, центра последипломного образования ОГЭКУ и Украинского гидрометеорологического центра.

Под профессиональной подготовкой здесь понимается освоение слушателем профессиональных гидрометеорологических теоретических и практических компетенций, необходимых для работы на конкретных должностях в оперативных структурах гидрометслужбы Украины. Если говорить о первичных должностях, то слушателями могут быть как выпускники специальности «Науки о Земле», которые «добирают» профессиональные компетентности, не полученные в рамках образовательных программ бакалавра; также, и в первую очередь, это выпускники вузов, окончившие образовательные программы по естественно-научным, инженерным и другим специальностям.

Естественно, что для первой и второй категории слушателей должны быть разные программы, выбор которых проводится на основе «вступительных профессиональных тестов» и разработка которых осуществляется на основе требований ВМО, других международных организаций, утвержденных квалификационных требований и профессиональных стандартов. Кредиты, полученные в ходе обучения, должны учитываться вузами в случае поступления данной особы на стандартные образовательные программы (например, магистерские) в области гидрометеорологии, а также входить в кадровое портфолио каждого работника гидрометеорологической службы.

По окончании курсов слушатели сдают профессиональный экзамен, успешное прохождение которого удостоверяется сертификатом профессиональной первичной квалификации. Наличие этого сертификата дает право занимать первичные должности в оперативных подразделениях гидрометеорологической службы.

Данные предложения отражают обычную практику практически всех ведущих метеорологических и гидрологических служб Европы и мира в целом. И имплементация европейских норм в сфере гидрометеорологической деятельности рано или поздно станет актуальным и для Украины.

Вторым направлением работы Центра является повышение квалификации (то есть освоение новых теоретических и практических профессиональных компетентностей) работников оперативных подразделений гидрометеорологической службы Украины. Опять же, следует подчеркнуть, что полученные образовательные кредиты должны учитываться вузами в случае поступления данной особы на стандартные образовательные программы более высокого уровня (например, магистерские) в области гидрометеорологии, а также входить в кадровое портфолио каждого работника гидрометеорологической службы.

Важным аспектом работы межотраслевого Центра профессиональной подготовки и повышения квалификации (последипломного образования) должен быть переход на методы дистанционного обучения [17]. Особенно это актуально для курсов повышения квалификации, но и должно широко применяться в программах профессиональной подготовки. Это позволит предоставлять данные образовательные услуги в удобное для работников гидрометеорологической службы время и резко сократить их расходы.

4) Важным элементом перестройки системы гидрометеорологического образования в Украине должно стать создание регионального центра Всемирной метеорологической организации подготовки специалистов в области гидрометеорологии. Это позволит, с одной стороны, поддерживать уровень профессионального гидрометеорологического образования в Украине в соответствии с требованиями Всемирной метеорологической организации, повысить авторитет Украины как члена ВМО; и с другой стороны, «загрузить» сложившиеся исторические школы профессионального гидрометеорологического образования в Украине, потенциал которых значительно превышает потребности страны.

Требования к таким региональным центрам Всемирной метеорологической организации подготовки специалистов в области гидрометеорологии известны [18] и достижимы. Учебные заведения «прошли свою часть пути», создав образовательные программы в соответствии с квалификационными требованиями ВМО и подготовив необходимую для создания центра документацию. Однако для реализации этого проекта также и крайне необходимы как желание и помощь национальной гидрометеорологической службы, так и политическая воля правительства.

Объективная реальность нашей жизни состоит в том, что учебные заведения и служба должны идти вместе, помогая друг другу и решая все проблемы совместно, включая и вопросы кадрового обеспечения в условиях изменяющихся экономических, нормативных и других реалий. Нас, людей служащих и развивающих гидрометеорологическую деятельность в Украине, не так много и кроме нас никто проблемами гидрометеорологии заниматься не будет. Поэтому в единстве наша надежда.

Надеемся, что в ближайшее время ответы на проблемы, поставленные в статье и предложения по их решению, будут оформлены в виде Концепции кадрового обеспечения гидрометслужбы Украины, разработку которой может осуществить созданное Украинское метеорологическое и гидрологическое общество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон України «Про освіту» // Відомості Верховної Ради УРСР (ВВР), 1991, № 34, ст. 451.
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/1060-12>
2. Закон України «Про вищу освіту» // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2002, № 20, ст. 134.
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2984-14>
3. Закон України «Про вищу освіту» // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст. 2004.
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>

4. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» від 29.04.2015 р. № 266. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п>
5. Руководящие Принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии. Том 1. Метеорология // ВМО-№ 258, 2003.
6. Руководящие Принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии. Том 2. Гидрология // ВМО-№ 258, 2007.
7. Руководство по применению стандартов образования и подготовки кадров в области метеорологии и гидрологии. Том 1. Метеорология // ВМО-№ 1083, 2015.
8. Закон України «Про гідрометеорологічну діяльність» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1999. № 16, ст.95. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/443-14>
9. Технический регламент. Сборник основных документов, № 2. Том I. Общие метеорологические стандарты и рекомендуемая практика // ВМО-№ 49, 2015.
10. Руководящие Принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии. Дополнение 1. Требования к подготовке и квалификации авиационного метеорологического персонала. // ВМО-№ 258, 2006.
11. Руководство по авиационной метеорологии. Международная организация гражданской авиации. Doc 8896 ИКАО, 2011. ИКАО, 2012.
12. Del Carpio, Ximena, Olga Kupets, Noel Muller, Anna Olefir. *Skills for a modern Ukraine. Overview booklet.* World Bank, Washington, DC, 2017.
13. Правила метеорологічного забезпечення авіації // Сумісний наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України та Міністерства оборони України від 14.11.2005 р. № 851/409/661.
14. Вимоги до підготовки авіаційного метеорологічного персоналу // Наказ Держкомгідромету від 28.10.2010 р. № 60.
15. Методичні рекомендації з оцінювання компетентності авіаційного метеорологічного персоналу // Наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 05.12.2014 р. № 680.
16. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку розроблення та затвердження професійних стандартів» від 31.05.2015 р. № 373. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/373-2015-п>.
17. Степаненко С. М. Про трансформацію системи заочної освіти в умовах інтеграції в Європейський освітній простір // Вища школа. 2007. С. 31-37.
18. Guide to the Management and Operation of WMO Regional Training Centres and Other Training Institutions. WMO-no. 1169, 2017.
- USSR News], 2002, no. 20, art. 134. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2984-14>. (In Ukrainian)
3. The Law of Ukraine "On Higher Education". *Vidomosti Verkhovnoyi Rady URSS (VVR)* [The Verkhovna Rada of the USSR News], 2014, no. 37-38, art. 2004. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>. (In Ukrainian)
4. *Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On Approval of the List of Fields of Knowledge and Specialties under which Higher Education Institutions are Prepared"*, 29.04.2015, no. 266. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/266-2015-п>. (In Ukrainian)
5. Guiding Principles of Education and Training in the Field of Meteorology and Operative Hydrophysics. Vol. 1. Meteorology. WMO-no. 258, 2003. (In Russian)
6. Guiding Principles of Education and Training in the Field of Meteorology and Operative Hydrophysics. Vol. 2. Hydrology. WMO-no. 258, 2007. (In Russian)
7. Guidance on the application of standards for education and training in meteorology and hydrology. Vol. 1. Meteorology. WMO-no. 1083, 2015. (In Russian)
8. The Law of Ukraine "About hydrometeorological activity". *Vidomosti Verkhovnoyi Rady URSS (VVR)* [The Verkhovna Rada of the USSR News], 1999, no. 16, art. 95. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/443-14>. (In Ukrainian)
9. Technical regulations. Collection of main documents, no. 2. Vol. I. General meteorological standards and recommended practice. WMO-no. 49, 2015. (In Russian)
10. Guidelines for the Education and Training of Personnel in the Field of Meteorology and Operational Hydrology. Supplement 1. Requirements for training and qualification of aeronautical meteorological personnel. WMO-no. 258, 2006. (In Russian)
11. *Manual on Aeronautical Meteorology. International Civil Aviation Organization.* Doc 8896 ICAO, 2011. ICAO, 2012. (In Russian)
12. Del Carpio, Ximena, Olga Kupets, Noel Muller, Anna Olefir. *Skills for a modern Ukraine. Overview booklet.* World Bank, Washington, DC, 2017.
13. The rules of meteorological aviation security. *Joint order of the State Service of Ukraine for overseeing the safety of aviation, the Ministry of Environmental Protection of Ukraine and the Ministry of Defense of Ukraine* from 14.11.2005, no. 851/409/661. (In Ukrainian)
14. Requirements for the preparation of aviation meteorological personnel. *Order of the State Committee for Hydrometeorology* from 28.10.2010, no. 60. (In Ukrainian)
15. Methodical recommendations for assessing the competence of aviation meteorological personnel. *Order of the State Service of Ukraine for Emergencies* from 05.12.2014, no. 680. (In Ukrainian)
16. *Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine «On the approval of the Procedure for the development and approval of professional standards»* from 31.05.2015, no. 373. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/373-2015-п>. (In Ukrainian)
17. Stepanenko S. M. About the transformation of the system of correspondence education in terms of integration into the European educational space. *Vyshcha shkola – Higher school*, 2007, pp. 31-37. (In Ukrainian)
18. Guide to the Management and Operation of WMO Regional Training Centres and Other Training Institutions. WMO-no. 1169, 2017.

REFERENCES

1. The Law of Ukraine "On Education". *Vidomosti Verkhovnoyi Rady URSS (VVR)* [The Verkhovna Rada of the USSR News], 1991, no 34, art. 451. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main/1060-12>. (In Ukrainian)
2. The Law of Ukraine "On Higher Education". *Vidomosti Verkhovnoyi Rady URSS (VVR)* [The Verkhovna Rada of the

ON THE STATE AND PROSPECTS OF HIGHER HYDROMETEOROLOGICAL EDUCATION IN UKRAINE: LESSONS AND SUGGESTIONS

S. M. Stepanenko, professor, Doctor of Science in Geophysics,
rector of Odessa State Environmental University

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, S.Stepanenko <rector@odeku.edu.ua>*

The article analyzes the changes that took place in the higher school of Ukraine over the past 25 years in terms of their impact on the system of training specialists with higher education in hydrometeorological specialties. Three stages of the higher education reforms and their impact on the training of personnel for the hydrometeorological service of Ukraine are singled out. The priority measures are proposed, which will enable the operational departments of the hydrometeorological service to be provided by specialists who meet the modern requirements of the World Meteorological Organization.

Keywords: personnel training, higher education reform, Ukrainian hydrometeorological service

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

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

*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, S.Stepanenko <rector@odeku.edu.ua>*

У статті аналізуються зміни, які відбулися у вищій школі України за останні 25 років з точки зору їх впливу на систему підготовки фахівців з вищою освітою за гідрометеорологічними спеціальностями. Виділено три етапи реформ вищої освіти і особливості їх впливу на підготовку кадрів для гідрометеорологічної служби України. Показані негативні тенденції у підготовці фахівців для гідрометслужби, обумовлені відсутністю адаптаційних механізмів, які широко застосовуються у гідрометслужбах багатьох країн світу. Запропоновано першочергові заходи, які дозволять забезпечити оперативні підрозділи гідрометслужби фахівцями, професійні компетентності яких відповідають вимогам Всесвітньої метеорологічної організації, сучасним потребам розвитку гідрометеорологічної служби України.

Ключові слова: підготовка кадрів, реформа вищої освіти, гідрометеорологічна служба України

Дата першого подання: 20. 06. 2017

Дата надходження остаточної версії: 26. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.5

КОРОТКИЙ ОГЛЯД МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В КІНЦІ ХХ – ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ В УКРАЇНІ

Г. П. Івус¹, канд. геогр. наук, проф., зав. каф.
В. Ф. Мартазінова², проф., д-р фіз.-мат. наук, зав. відділом

¹ Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, meteo@odeku.edu.ua

² Український гідрометеорологічний інститут, пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, uhmi@uhmi.org.ua

В статті зроблено огляд метеорологічних досліджень в Україні наприкінці ХХ – на початку ХХІ століття. Науково-дослідні роботи в галузі метеорології в основному виконуються вченими УкрГМІ ДСНС та НАН України, ОДЕКУ та КНУ імені Т. Шевченка.

В УкрГМІ створені наукові школи видатними вченими в сфері метеорології, в досліджах яких були розвинуті нові теорії, методи, моделі в області прогнозу погоди й небезпечних стихійних явищ на території України, радіаційного балансу, агрометеорології, дослідження клімату України, числові моделювання фізики хмар та активних впливів, чисельні методи аналізу і прогнозу природних та техногенних процесів в атмосфері.

В ОДЕКУ роботи стосуються дослідження умов утворення та прогнозування небезпечних явищ, діагнозу та прогнозу мезомасштабної атмосферної циркуляції, виявлення нелінійної взаємодії між головними глобальними структурами, встановлення особливостей циркуляційних процесів у високих широтах південної півкулі, системні дослідження в області чисельного моделювання фізики та динаміки атмосферних процесів за програмами Enviro-HIRLAM і HARMONIE.

Науковці КНУ імені Т. Шевченка вивчають зміни загального вмісту озону в атмосфері антарктичного регіону та середніх широт північної півкулі. В КНУ виконуються роботи по аналізу стану кліматичних параметрів та зміни сучасного клімату України.

Ключові слова: метеорологічні дослідження, огляд, прогнозування, небезпечні явища, атмосферна циркуляція, моделювання, плаваючий аналог.

В останні 25 років оперативна, науково-дослідницька та освітня діяльність в галузі метеорології усіма службами в Україні, що проводили цю роботу, здійснювалася одночасно з процесами реформування науки, докорінної переробки форм і методів роботи. Почався відтік висококваліфікованих кадрів (як за кордон, так і природний), виникли проблеми з оплатою комунальних та інших послуг, практично припинився випуск молодих фахівців, знизилась зацікавленість в підвищенні кваліфікації, в отриманні вченого ступеню і звання. Для того, щоб система не обвалилася остаточно, необхідно підсумувати наявний потенціал і на цій основі створити спробу прориву в майбутнє. Природно, для реалізації майбутніх планів потребуються надзвичайні зусилля з розвитку ініціативи, підприємливості, інтенсифікації праці та підвищення її продуктивності.

В якості найбільш значних результатів, отриманих за останні 25 років, відзначаємо:

в рамках розвитку гідрометеорологічного прогнозування:

- впровадження в оперативну практику технологій мезомасштабного прогнозу погоди по обмеженим територіям;

- розвиток вітчизняних методів прогнозування на середні та довгі строки;

в рамках розвитку гідрометеорологічного і кліматичного обслуговування:

- послідовне впровадження міжнародних стандартів ВМО/КАО в практику авіаметеорологічного обслуговування;

- застосування інтернет-технології для забезпечення доступу споживачів до фактичного та прогнозованого стану погоди, забруднення атмосфери, включаючи радіоактивне;

- *в рамках розвитку системи спостережень за навколишнім середовищем:*

- впровадження на метеорологічній мережі міжнародного коду WAREP, який призначений для оперативної передачі штормових попереджень про небезпечні і стихійні гідрометеорологічні явища.

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

- теоретичні дослідження, моделювання і моніторинг глобальної циркуляції атмосфери;

- дослідження погодоутворюючих процесів синоптичного масштабу;

- дослідження регіональних і мезометеорологічних гідродинамічних процесів.

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

радіації.

На кафедрі метеорології та кліматології ОДЕ-КУ, яку очолює професор, канд. геогр. наук Івус Г. П., наукові роботи стосуються:

- проблем дослідження умов утворення та прогнозування небезпечних явищ на території України в умовах змін клімату [1-12];

- розв'язання наукової проблеми, щодо визначення посухи, як комплексного явища, яке формується під дією відповідного температурно-вологісного режиму в умовах певних циркуляційних атмосферних процесів (доктор геогр. наук Семенова І. Г. [11, 13]);

- розробки науково-прикладного напрямку завдань, діагнозу і прогнозу мезомасштабної атмосферної циркуляції та розсіювання домішок над територією України у граничному шарі атмосфери (доктор фіз.-мат. наук, проф. Степаненко С. М., канд. геогр. наук, доц. Волошин В. Г. та їх учні [14-16]);

- виявлення нелінійної взаємодії між головними глобальними структурами (Арктичні, Південні та Антарктичні коливання) віддалених зв'язків, що дозволяє їх використання для моделювання клімату як системи динамічних осциляторів (доктор геогр. наук, проф. Хохлов В. М. [17-19] та його учні канд. геогр. наук Недострелова Л. В. і Єромоленко Н. С.);

- дослідження особливостей циркуляційних процесів у високих широтах південної півкулі та їх зв'язку з процесами в океані та змінами за часом загальної концентрації озону, а також відгуків аномалій характеристик клімату східно-європейського регіону на процеси взаємодії в системі атмосфера-океан (доктор тех. наук, проф. Школьнік Є. П. [20-21] та його учні канд. геогр. наук Гончарова Л. Д., Серга Є. М., Галич Є. А., Прокоф'єв О. М., Сущенко А. І. та інші).

Робота членів колективу під керівництвом доктора геогр. наук Іванова С. В. у провідних світових наукових центрах і участь в міжнародних проектах по програмах Enviro-HIRLAM і HARMONIE в співпраці з провідними Європейськими оперативними центрами (ECMWF, FMI, DMI) дозволили провести комплексні та системні дослідження в області чисельного моделювання фізики і динаміки атмосферних процесів [4-6, 22], взаємодії зворотних зв'язків між хімічним складом і фізичними характеристиками атмосфери, а також особливістю формування і зростання систематичних помилок в моделях атмосфери. Проведені дослідження відкрили можливості для якісного стрибка в регіональних чисельних прогнозах погоди та дозволили перейти на новий рівень розуміння розвитку атмосферних процесів на мезомасштабах.

Коротко зупинимось на історії створення наукових шкіл в ОГМІ.

В 60-ті роки ХХ століття в Одеському гідрометеорологічному інституті багато уваги приді-

лялося вивченню локальних метеорологічних процесів, які суттєво впливають на формування погоди і клімату певних географічних районів, тобто опанувалися нові для того часу наукові напрями в метеорології – мезометеорологія та мезокліматологія. Ініціатором і організатором цих досліджень був завідуючий кафедрою „Общая метеорология” Бурман Еммануїл Аронович. Ним організовані чисельні експедиції для дослідження гірсько-долинної циркуляції на Північному Кавказі, фенів в Карпатах, бризової циркуляції на узбережжі Чорного моря. Монографія Е. А. Бурмана [23], яка присвячена місцевим вітрам не тільки на території СРСР, а і на всіх континентах, крім Австралії, містить енциклопедичні відомості про умови утворення та структуру мезомасштабних циркуляцій в різних фізико-географічних районах і тому залишається актуальною і в теперішній час та цитується багатьма зарубіжними вченими. В дослідженнях за тематикою наукової школи, яку очолював Е. А. Бурман, активну участь приймали студенти, аспіранти, а також асистенти та викладачі кафедри метеорології. Багато хто з них захистили кандидатські дисертації: Зоріна Г. І., Борисова С. В. [24], Тінгаєва Г. О., Волошина С. В., Іванова С. М., Івус Г. П., Ємшанова Н. В., Ступіна Ф. Я., Катеруша Г. П. [16], Панова Н. П. та інші.

В теперішній час цю школу продовжує професор, канд. геогр. наук Івус Г. П., під керівництвом якої захищено вже 10 кандидатських дисертацій: Тимофєєв В. Є., Семергей-Чумаченко А. Б., Сельсо Пасос Альберди, Аль Далабах Фалах Нори, Хаджи-Страти О. Д., Грушевський О. М., Нажмудінова О. М., Міщенко Н. М., Пішняк Д. В., Зубкович С. О. Всі роботи виконані в рамках науково-дослідних тем, які розробляються на кафедрі в останні роки і стосуються проблем дослідження умов утворення та прогнозування небезпечних явищ погоди на території України та розробки методів прогнозу цих явищ, особливо для авіації [2, 3, 9, 12].

Одночасно з Е. А. Бурманом в ОГМІ працювали ще талановиті вчені-професора: Раєвський О. М., Шнайдман В. А., Тарнопольський А. Г., Ківганов А. Ф., Єфімов В. А., під керівництвом яких розвивались нові напрями метеорологічної науки, такі як гідродинамічне моделювання атмосферних процесів в граничному шарі атмосфери, дослідження атмосферних фронтів та процесів циклогенезу. За цими темами захищені кандидатські дисертації багатьма аспірантами, в тому числі і зарубіжними. Аспіранти А. Ф. Ківганова (Хохлов В. М.) та Кудряня О. П. (Семенова І. Г.) захистили вже і докторські дисертації, їх наукові інтереси пов'язані з сучасними актуальними проблемами щодо змін кліматичних умов на земній кулі та їх наслідків.

Засновником іншої наукової школи на кафедрі метеорології та кліматології був доктор географічних наук, професор Шнайдман В. А. В теперіш-

ній час школу очолює доктор фізико-математичних наук, професор Степаненко С. М., а його учнями є доценти кафедри канд. геогр. наук Хоменко І. А. та Агайар Е. В.

Науковцями кафедри в рамках зазначеної наукової школи виконуються дослідження в багатьох напрямках: розробка методик дослідження складних природних процесів в прикордонних шарах атмосфери і океану (моря) на основі теорії геофізичного шару, визначення ролі мезомасштабних і конвективних процесів в циркуляції атмосфери: дистанційне зондування і моделювання з високим просторовим розділенням; прогноз змін стану регіонального клімату, оцінка вразливості та адаптація галузей економіки України до змін клімату, оцінка впливу екстремальних атмосферних явищ на окремі галузі економіки України в умовах змін клімату; розробка та вдосконалення методів прогнозу метеорологічних умов забруднення атмосфери над промисловими районами міст; метеорологічні складові екологічних ризиків систематичного забруднення атмосфери; кількісні характеристики циркуляційного та турбулентного режиму граничного шару атмосфери Північного Причорномор'я для цілей вітроенергетики.

Практично у всіх промислово розвинутих країнах здійснюється контроль за станом навколишнього середовища з метою обмеження викидів шкідливих речовин, у тому числі і в атмосфері. Інформацію про стан навколишнього середовища надають системи моніторингу. Проте, навіть дуже добре організована мережа станцій моніторингу не дозволяє мати повну інформацію про якість атмосферного повітря по всьому фізичному об'єму регіону, який контролюється. Тому вагомим доповненням до прямого моніторингу, ефективним інструментом контролю та управління якості навколишнього середовища є використання математичного моделювання при розрахунках розсіювання домішок в атмосфері. Моделі атмосферної дифузії (моделі забруднення атмосфери) дозволяють описати всі деталі розподілу шкідливих речовин навіть там, де відсутні станції прямого моніторингу, а за допомогою вирішення «зворотних» задач, можуть знайти джерела, які порушують умови технологічних або граничних викидів шкідливих речовин в атмосферу.

У 2005 році в Одеському державному екологічному університеті створена науково-дослідна лабораторія «Метеорологічні аспекти забруднення атмосфери», науковим керівником якої був доктор фіз.-мат. наук, проф. Степаненко С. М., а керував лабораторією канд. геогр. наук Волошин В. Г. Головною задачею лабораторії було створення нової нормативної методики розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, які містяться у викидах підприємств, з метою її подальшого використання в природоохоронних службах України. Така модель могла б доповнити чи замінити існуючі гаусові моделі розсіювання домішок і повністю виключити ви-

користання моделі ОНД-86, яка не забезпечує оцінку рівня забруднення атмосфери за умов різноманіття метеорологічних процесів, що визначають накопичення, перенесення або розсіювання шкідливих домішок.

Робота над моделлю привела до доказу теореми про фундаментальність рішення напівемпіричного диференціального рівняння турбулентної дифузії у тривимірній локальній області при заданих коефіцієнтах дифузії та швидкостях переносу. В результаті отримана розрахункова формула, названа «формулою SVT», за початковими літерами прізвищ авторів Степаненко С. М., Волошина В. Г., Тіпцова С. В., які опублікували доказ теореми фундаментальності рішення диференціального рівняння турбулентної дифузії [14]. На основі формули SVT побудована локальна модель забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами від різних джерел, яка має назву «Модель локальної атмосферної дифузії, МЛАД». В якості основних дифузійних параметрів в ній використовуються коефіцієнти турбулентної в'язкості та всі складові вектора швидкості вітру, а також виконується врахування вертикальних швидкостей руху частинок дифундууючої домішки і взаємодії домішки з підстильною поверхнею. Модель МЛАД є діагностичною, призначеною для розрахунку полів концентрацій шкідливих речовин у тривимірній розрахунковій області та може застосовуватись при будь-яких швидкостях вітру, у тому числі й при штилі, що дозволяє побудувати поле концентрацій навіть з навітряної сторони джерела.

Одночасно з моделлю МЛАД розроблялась метеорологічна модель, яка виконувала функцію метеорологічного препроцесора (SLEB), призначеного для оцінки розмірних і безрозмірних масштабів і величин граничного та приземного шарів атмосфери, необхідних для розрахунку рівнів концентрації шкідливих речовин. Результати роботи лабораторії опубліковані в ряді статей, в яких детально описуються результати застосування МЛАД у різноманітних прикладних задачах. Узагальнення застосування моделі МЛАД і метеорологічного препроцесора SLEB виконано у науковій монографії Волошина В. Г. [14].

Історія УкрГМІ в останні десятиліття пов'язана з іменами ряду відомих вчених у сфері метеорології, в дослідженнях яких були розвинені нові теорії, методи, моделі в області прогнозу погоди і небезпечних стихійних явищ на території України, радіаційного балансу, агрометеорології, досліджень клімату України, чисельного моделювання фізики хмар і активних впливів, чисельних методів аналізу та прогнозу природних та техногенних процесів в атмосфері. В результаті в УкрГМІ виникли наукові школи вчених із різних напрямків метеорології.

В області прогнозу погоди і небезпечних та стихійних явищ на території України необхідно відзначити Ромова А. І., Пономаренко І. Н., Ко-

шеленко І. В., Кошенко А. М., Волеваха В. А., Проха Л. З., Мартазінову В. Ф.

Дослідження в області теорії радіаційного балансу і агрометеорології проводили Гойса Н. І., Дмитренко В. П.

Під керівництвом Логінова К. Т., Сакалі Л. І., Бабіченко В. М. [25] кліматологами інституту було отримано порівняльний аналіз стану зміни поточного клімату України.

Експериментальні та чисельні дослідження фізики хмар і активних впливів з метою збільшення кількості опадів в інституті здійснено Буйковим М. В., Волощуком В. М., Пірнач Г. М., Бахановим В. П., Лесковим Б. Н. [26-30].

Під керівництвом доктора фіз.-мат. наук Прусова В. А. командою було розроблено чисельні методи аналізу та прогнозу природних та техногенних процесів в атмосфері [30-31].

Великий обсяг досліджень УкрНДГМІ представлений в працях УкрНДГМІ попередніх десятиліть.

На сьогодні число ведучих фахівців в УкрГМІ значно зрідлило. Однак і в даний час в наукових семінарах і при проведенні секції серед метеорологів інституту продовжують брати участь низка згаданих вище вчених: Волощук В. М., Баханов В. П., Лесков Б. Н., Мартазінова В. Ф. та Прусов В. А.

Під керівництвом професора, доктора фіз.-мат. наук Мартазінової В. Ф. в останні десятиліття були проведені дослідження щодо зміни та реконструкції великомасштабної атмосферної циркуляції Південної півкулі і зміни клімату Антарктиди. За цією тематикою захищено докторську дисертацію [32]. Професор В. Ф. Мартазінова є членом міжнародної комісії Tinker-Muse Prize Nominations 2015-2017 з присудження спеціальної премії з антарктичних досліджень.

Одночасно, В. Ф. Мартазіновою продовжуються роботи по вирішенню однієї з найважливіших проблем метеорології – розвитку методів довгострокового прогнозу погоди (ДПП). Метод ДПП з деталізацією погодних умов у середині прогнозованого місяця, який впроваджено в оперативну практику по території України, створено на основі методу плаваючого аналогу [33], який принципово відрізняється від класичного підходу до методу аналога та дозволяє одному метеорологічному полю плавати по іншому, знаходячи собі найкращу подібність. Використання цього методу дозволило визначити двомісячну квазі-періодичність [34] та створити розрахункову схему ДПП, яка дала можливість розширити межу передбачуваності ДПП до двох місяців та отримати метод ДПП.

Сучасний склад вчених інституту доповнився дослідниками в області метеорології, серед яких особливо хочеться відзначити дослідження Шпиґа В. М., який розробляє методи підвищення точності прогнозу метеорологічних величин та прогнозування конвективних явищ по території

України за допомогою моделі WRF [35-36], О. К. Іванову в розвитку методів довгострокового прогнозу погоди по Україні та Європейському сектору. [37].

Необхідно також зупинитися на роботах В. О. Балабух по створенню інформаційної системи, розробленої для її використання в представленні даних про стихійні метеорологічні явища [38], дослідженнях Кривобока О. А. по використанню супутникової інформації в метеорологічних дослідженнях [39], Тимофєєва В. Є. по дослідженнях зміни клімату і атмосферної циркуляції над Антарктичним півостровом [32], О. Я. Скриника по моделюванню аварійних викидів шкідливих домішок в атмосферу [30] та Краковської С. В. в області регіональних змін клімату [40].

Дослідження науковців КНУ імені Т. Шевченка під керівництвом зав. кафедри метеорології, професора, доктора географічних наук Сніжко С. І. стосуються аналізу стану кліматичних параметрів та змін сучасного клімату України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Івус Г. П. Умови утворення та прогноз слабкого вітру біля поверхні землі та інверсії температури в районі Одеси: навч. посібник. К.: НМК з метеорології Міносвіти України, 1998. 112 с.
2. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручник. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
3. Івус Г. П., Ефимов В. А. Фізика антициклогенеза: монографія. К.: КНТ, 2005. 208 с.
4. Іванов С. В., Івус Г. П., Паламарчук Ю. О. Численне моделювання конвективної ячейки за холодним фронтом: потоки тепла і вологи // Український гідрометеорологічний журнал. 2010. № 6. С. 120-129.
5. Іванов С. В., Івус Г. П., Пишняк Д. В. Численне моделювання мезомасштабних особливостей атмосфери в зоні холодного фронту // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2010. Вип. 51. С. 4-14.
6. Grushevsky O., Ivus G., Ivanov S. Upon the role of Kelvin waves in formation of blocking events over the Eastern Europe. *European Geosciences Union, General Assembly*. Vienna, Austria, 2007, vol. 9, p. 05902.
7. Ivus G. P., Zubkovych S. O., Khomenko G. V., Kovalkov I. A. Conditions of formation of dangerous wind zones on the territory of Ukraine. *European Applied Science, Europaische Fachhochschule*, 2014, ed. 10, pp. 59-64.
8. Ivus G. P., Zubkovych S. O., Agayar E. V., Gurskaya L. M. To the question about tyfification of synoptic processes over territory of Ukraine. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 21-27.
9. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Э. В., Дмитренко А. П. Влияние адвекции тепла на образование струйных течений нижних уровней // Український гідрометеорологічний журнал. 2011. № 9. С. 66-72.
10. Івус Г. П., Ефимов В. А., Мищенко Н. М. Результати моделювання взаємодії тектонических процессов с атмосферними // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2008. Ч. 1. Вип. 50. С. 58-63.
11. Івус Г. П., Семенова І. Г., Ковальков І. А. Роль гідродинамічної нестійкості атмосфери в процесах відсіченого циклогенезу влітку над Україною // Вісник ОДЕКУ. 2013. Вип. 16. С. 60-66.
12. Івус Г. П., Кивганов А. Ф., Тимофєєв В. Е. Струйные течения нижних уровней атмосферы. Киев: УМК ВО, 1991. 49 с.

13. Семенова І. Г. Просторово-часовий розподіл посух в Україні в умовах майбутньої зміни клімату // Фізична географія та геоморфологія. 2015. Вип. 01 (77). С. 144-151.
14. Волошин В. Г. Динамическая модель загрязнения атмосферы с метеорологическим препроцессором: монографія. Одеса: Екологія, 2013. 296 с.
15. Степаненко С. М. Динаміка та моделювання клімату: підручник. Одеса, 2013. 203 с.
16. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: монографія / за ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.
17. Ківганов А. Ф., Хоменко Г. В., Хохлов В. М., Бондаренко В. М. Гідродинамічні моделі прогнозу погоди і сіткові методи їх реалізації: навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2002. 179 с.
18. Хоменко Г. В., Хохлов В. М. Гідродинамічні методи прогнозу погоди: підручник. Одеса: Екологія, 2008. 338 с.
19. Хоменко Г. В., Хохлов В. М., Бондаренко В. М. Практикум з гідродинамічних методів прогнозу погоди: навч. посібник. Одеса: ТЕС, 2002. 206 с.
20. Гончарова Л. Д. Воздушные течения тропосферы и стратосферы северного полушария. Одеса: ТЕС, 2014. 297 с.
21. Школьнік С. П., Лоєва І. Д., Гончарова Л. Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: навч. посібник. Одеса, 1999. 600 с.
22. Groisman P. Ya., Ivanov S. V. *Regional aspects of climate-terrestrial-hydrologic interactions in non-boreal Eastern Europe*. Springer, 2009. 376 p.
23. Бурман Э. А. Местные ветры: монографія. Л.: Гидрометиздат, 1969. 343 с.
24. Борисова С. В. Мезомасштабные циркуляции в горах: монографія. Одеса: Екологія, 2013. 222 с.
25. Бабіченко В. М. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / УкрНДГМІ; Державна гідрометеорологічна служба. К.: Ника-Центр, 2006. 312 с.
26. Buikov M. V. Kinetics of distillation in a polydisperse fog. *Izv. Acad. Sci. USSR, Ser. Geophys.* 1961, vol. 7, pp. 1058-1065 (English ed. published by the American Geophysical Union and the American Meteorological Society).
27. Пірнач Г. М. Чисельне моделювання хмар та опадів у системах атмосферних фронтів / Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут. Київ: Ника-Центр, 2008, 295 с.
28. Баханов В. П. Физика облаков и активные воздействия // Доклад о работах за 1987-1990 гг., представляемом в Международную ассоциацию метеорологии и физики атмосферы к 20-ой Ассамблее Международного геофизического и геодезического Союза. М.: Межведомственный геофизический комитет АН СССР, 1991. С. 5-25.
29. Лесков Б. Н. Технологические аспекты производственно-го увеличения зимних осадков // Тр. УкрНИГМИ. 1991. Вып. 242. С. 3-17.
30. Волощук В. М., Прусов В. А., Будак І. В., Шпиг В. М., Кривобок О. А., Скриник О. Я. Система оперативного реагування на аварійні викиди шкідливих домішок в атмосферу // Наукові праці УкрНДГМІ. 2015. Вип. 267. С. 3-8.
31. Prusov V. A., Doroshenko A. Y. Hydrodynamic Modeling of Industrial Pollutants Spreading in Atmosphere. *Mathematical Problems in Meteorological Modelling*, 2016, pp 87-116. (Eds: András Bártkai, Petra Csomós, István Faragó, András Horányi, Gabriella Szépszó).
32. Мартазинова В. Ф., Тимофеев В. Е. О роли атмосферной циркуляции в изменении климата в районе Антарктического полуострова. // Глобальные и региональные изменения климата. Киев, Ника-Центр, 2011, С. 267-279.
33. Martazinova V. F. The method of the floating analog, two-month quasi-periodicity of the atmospheric processes and long-range weather forecasting. *APEC Seminar Reports*, 2006. <http://www.apcc21.net/common/download.php?filename=sem/CLIMATE%20CHANGE>.
34. Мартазинова В. Ф. Метод плавающего аналога и двухмесячная квазипериодичность атмосферных процессов в долгосрочном прогнозировании. // Сб. Проблемы и достижения долгосрочного метеорологического прогнозирования. К.: Ника-Центр. 2012.
35. Shpyg V., Budak I., Pishniak D., Poperechnyi P. The Application of Regional NWP Models to Operational Weather Forecasting in Ukraine. *CAS Technical Conference (TECO) on "Responding to the Environmental Stressors of the 21st Century"* : 18-19 November 2013 : Conf. Materials. Antalya, 2013. <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/cas/documents/Ukraine-NWPMODELS.pdf>
36. Shpyg V., Budak I. WRF reflectivity simulation and verification of thunderstorm forecast by radar and surface observation. *16th International Radar Symposium : 24-26 June 2015 : Symposium Materials*. Dresden, 2015, pp. 610-615. DOI: [10.1109/IRS.2015.7226388](https://doi.org/10.1109/IRS.2015.7226388).
37. Мартазинова В. Ф., Иванова Е. К. Классификация синоптических процессов по методу полей эталонов и ее применение в долгосрочном прогнозе погоды // Труды научного семинара «Проблемы и достижения долгосрочного метеорологического прогнозирования», 5-7 октября 2011. Киев, Ника-Центр, 2011. С. 40-46.
38. Балабух В. А. и др. Интегрированная информационная система о стихийных метеорологических явлениях и процессах, которые их обуславливают // Глобальные и региональные изменения климата. Киев: Ника-Центр, 2011. С. 147-154.
39. Кривобок О. А., Кривошеин А. О. Новые технические и технологические возможности мониторинга за особо опасными явлениями погоды // Перший Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд: 22-23 березня 2017 р., м. Одеса, Україна. Одеса: ТЕС, 2017. С. 258-260.
40. Хотяїнцев В. М., Бардаков Р. В., Краковська С. В., Шпиг В. М. Еволюція змішаної хмари: ріст частинок льоду // Наукові праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С. 3-15.

REFERENCES

1. Ivus G. P. *Umovy utvorenya ta prohmozu slabkoho vitru bilya poverkhnji zemli ta inverzii temperatury v rayoni Odesy* [Terms formation and forecast a weak surface wind and temperature inversions near Odessa]. Kyiv: SMC on Hydrometeorology in Ministry of Education of Ukraine, 1998. 112 p.
2. Ivus G. P. *Spetsializovani prohmozy pohody* [Specialized weather forecast]. Odessa: TES Publ., 2012. 407 p.
3. Ivus G. P., Efimov V. A. *Fizika antitsiklogeneza* [Physics of Anticyclonogenesis]. Kyiv: KNT, 2005. 208 p.
4. Ivanov S. V., Ivus G. P., Palamarchuk Yu. O. Numerical modeling of a convective cell behind a cold front: heat and moisture flows. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. j.*, 2010, no. 6, pp. 120-129. (In Russian)
5. Ivanov S. V., Ivus G. P., Pyshnyak D. V. Numerical modeling mesoscale features atmosphere in a cold front area. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya – Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2010, issue 51, pp. 4-14. (In Russian)
6. Grushevsky O., Ivus G., Ivanov S. Upon the role of Kelvin waves in formation of blocking events over the Eastern Europe. *European Geosciences Union, General Assembly*. Vienna, Austria, 2007, vol. 9, p. 05902.
7. Ivus G. P., Zubkovych S. O., Khomenko G. V., Kovalkov I. A. Conditions of formation of dangerous wind zones on the territory of Ukraine. *European Applied Science, Europäische Fachhochschule*, 2014, ed. 10, pp. 59-64.
8. Ivus G. P., Zubkovych S. O., Agayar E. V., Gurskaya L. M. To the question about typification of synoptic processes over territory of Ukraine. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 21-27.
9. Ivus G. P., Semerger-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Dmitrenko A. P. The influence of heat advection on the formation of low level jets. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. j.*, 2011, no. 9, pp. 66-72. (In Russian)
10. Ivus G. P., Efimov V. A., Mishchenko N. M. The results of modeling the interaction of tectonic processes with atmospheric. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya – Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2008, issue 50, pp. 58-63. (In Russian)
11. Ivus G. P., Semenova I. G., Kovalkov I. A. The role of hydrodynamic instability of the atmosphere in the processes of cut off cyclogenesis in summer over Ukraine. *Visn. Odes. derž.*

- ekol. Univ. – Bull. of OSENU, 2013, vol. 16, pp. 60-66. (In Ukrainian)
12. Ivus G. P., Kivganov A. F., Timofeev V. E. *Struynye techeniya nizhnikh urovney atmosfery* [Jet streams of the boundary layer of the atmosphere]. Kyiv: EMC HE, 1991. 49 p.
13. Semenova I. G. Spatial-temporal distribution of droughts in Ukraine in the context of future climate change. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya – Fysical Geografy and Geomorfologv*, 2015, issue 01 (77), pp. 144-151. (In Ukrainian)
14. Voloshin V. G. *Dinamicheskaya model zagryazneniya atmosfery s meteorologicheskim preprotessorom* [Dynamic model of atmospheric pollution with meteorological preprocessor]. Odessa: Ekologiya, 2013. 296 p.
15. Stepanenko S. M. *Dynamika ta modelyuvannya klimatu* [Dynamics and climate modelling]. Odessa, 2013. 203 p.
16. *Klimatichni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and their impact on the spheres of economy of Ukraine]. Odessa: TES, 2015. 520 p. (Eds: S. M. Stepanenko, A. M. Polevoy).
17. Kivhanov A. F., Khomenko G. V., Khokhlov V. M., Bondarenko V. M. *Hidrodynamichni modeli prohnozu pohody i sitkovi metody yikh realizatsiyi* [Hydrodynamic models of weather forecasting and network methods of their realization]. Odessa: TES, 2002. 179 p.
18. Khomenko G. V., Khokhlov V. M. *Hidrodynamichni metody prohnozu pohody* [Hydrodynamic weather forecasting methods]. Odessa: Ekolohiya, 2008. 338 p.
19. Khomenko G. V., Khokhlov V. M., Bondarenko V. M. *Praktykum z hidrodynamichnykh metodiv prohnozu pohody* [Workshop on hydrodynamic methods of weather forecast]. Odessa: TES, 2002. 206 p.
20. Goncharova L. D. *Vozdushnyye techeniya troposfery i stratosfery severnogo polushariya* [Air currents of the troposphere and stratosphere of the northern hemisphere]. Odessa: TES, 2014. 297 p.
21. Shkol'nyy Ye. P., Loyeva I. D., Honcharova L. D. *Obrobka ta analiz hidrometeorologichnoyi informatsiyi* [Processing and analysis of hydrometeorological information]. Odessa, 1999. 600 p.
22. Groisman P. Ya., Ivanov S. V. *Regional aspects of climate-terrestrial-hydrologic interactions in non-boreal Eastern Europe*. Springer, 2009. 376 p.
23. Burman E. A. *Mestnyye vetry* [Local winds]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. 343 p.
24. Borisova S. V. *Mezomasshtabnyye tsirkulyatsii v gorakh* [Mesoscale circulation in the mountains]. Odessa: Ekologiya, 2013. 222 p.
25. Babichenko V. M. *Stykhiyni meteorologichni yavlyshcha na terytoriyi Ukrainy za ostannyye dvadtsyatyrichchya (1986-2005)* [Elemental meteorological phenomena on the territory of Ukraine during the last twenty years (1986-2005)]. UkrSRHMI; State Hydrometeorological Service. Kyiv: Nika-Center, 2006. 312 p.
26. Buikov M. V. Kinetics of distillation in a polydisperse fog. *Izv Acad Sci USSR, Ser. Geophys*, 1961, vol. 7, pp. 1058-1065 (published by the American Geophysical Union and the American Meteorological Society).
27. Pirnach G. M. *Chysel'ne modelyuvannya khmar ta opadiv u systemakh atmosfernykh frontiv* [Numerical simulation of clouds and precipitation in systems of atmospheric fronts]. UkrSRHMI. Kyiv: Nika-Center, 2008, 295 p.
28. Bakhanov V. P. Physics of clouds and active impacts. *Report on the works for 1987-1990, submitted to the International Association of Meteorology and Atmospheric Physics for the 20th Assembly of the International Geophysical and Geo-Discipline Union*. Moscow: Interdepartmental Geophysical Committee of the USSR Academy of Sciences, 1991, pp. 5-25. (In Russian)
29. Leskov B. N. Technological aspects of productions increase in winter rainfall. *Tr. UkrNIGMI – Scientific works of UkrSRHMI*, 1991, issue 242, pp. 3-17. (In Russian)
30. Voloschuk V. M., Prusov V. A., Budak I. V., Shpig V. M., Krivobok O. A., Skrynyk O. Ya. The system of operative response to accidental emissions of harmful impurities into the atmosphere. *Tr. UkrNIGMI – Scientific works of UkrSRHMI*, 2015, issue 267, pp. 3-8. (In Ukrainian)
31. Prusov V. A., Doroshenko A. Y. Hydrodynamic Modeling of Industrial Pollutants Spreading in Atmosphere. *Mathematical Problems in Meteorological Modelling*, 2016, pp 87-116. (Eds: András Bártkai, Petra Csomós, István Faragó, András Horányi, Gabriella Szépszó).
32. Martasinova V. F., Timofeev V. E. The role of atmospheric circulation in climate change in the Antarctic Peninsula. *Global'nye i regional'nye izmeneniya klimata* [Global and regional climate change]. Kiev, Nika-Center, 2011, pp. 267-279. (In Russian)
33. Martazinova V. F. The metod of the floating analog, two-month quasi-periodicity of the atmospheric processes and long-range weather forecasting. *APEC Seminar Reports*, 2006. <http://www.apcc21.net/common/download.php?filename=sem/CLIMATE%20CHANGE>.
34. Martasinova V. F. The method of a floating analog and a two-stage quasiperiodicity of atmospheric processes in long-term forecasting. *Sb. Problemy i dostizheniya dolgosrochnogo meteorologicheskogo prognozirovaniya* [Coll. works Problems and achievement of long-term meteorological forecasting]. Kiev: Nika-Center. 2012. (In Russian)
35. Shpyg V., Budak I., Pishniak D., Poperechnyi P. The Application of Regional NWP Models to Operational Weather Forecasting in Ukraine. *CAS Technical Conference (TECO) on "Responding to the Environmental Stressors of the 21st Century" : 18-19 November 2013 : Conf. Materials*. Antalya, 2013. <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/cas/documents/Ukraine-NWPMODELS.pdf>
36. Shpyg V., Budak I. WRF reflectivity simulation and verification of thunderstorm forecast by radar and surface observation. *16th International Radar Symposium : 24-26 June 2015 : Symposium Materials*. Dresden, 2015, pp. 610-615. DOI: 10.1109/IRS.2015.7226388.
37. Martazinova V. F., Ivanova E. K. Classification of synoptic processes by the method of fields of standards and its application in long-term weather forecast. *Trudy nauchnogo seminaru «Problemy i dostizheniya dolgosrochnogo meteorologicheskogo prognozirovaniya», 5-7 oktyabrya 2011* [Proc. of the scientific seminar "Problems and achievement of long-term meteorological forecasting", October 5-7, 2011]. Kiev, Nika -Centre, 2011. pp. 40-46. (In Russian)
38. Balabukh V. A., et al. An integrated information system on spontaneous meteorological phenomena and processes that determine them. *Global'nye i regional'nye izmeneniya klimata* [Global and regional climate change]. Kiev: Nika-Center, 2011. p. 147-154. (In Russian)
39. Krivobok O. A., Krivoshein A. O. New technical and technological possibilities of monitoring for especially dangerous phenomena of the weather. *Pershyy Vseukrains'kyy hidrometeorologichnyy z'izd: 22-23 bereznya 2017 r., m. Odesa, Ukraina* [First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress: March 22-23, 2017, Odessa, Ukraine]. Odessa: TPP, 2017, pp. 258-260. (In Russian)
40. Khotyaintsev V. M., Bardakov R. V., Krakovska S. V., Spyg V. M. Evolution of a mixed cloud: growth of ice particles. *Tr. UkrNIGMI – Scientific works of UkrSRHMI*, 2016, issue 268, pp. 3-15. (In Ukrainian)

BRIEF OVERVIEW OF METEOROLOGICAL RESEARCH IN THE LATE XX - EARLY XXI CENTURY IN UKRAINE

H. P. Ivus¹, Cand. Sci. (Geogr.), Prof.,
V. F. Martazinova², Dr. Sci. (Phys.-Math.), Prof.

¹Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, meteo@odeku.edu.ua

²Ukrainian Hydrometeorological Institute, 37, Prospekt Nauky, 03028, Kyiv, Ukraine, uhmi@uhmi.org.ua

In the paper the review of the meteorological research in Ukraine at the end of the 20-th century – the beginning of the 21-th century was made. Researches in the field of meteorology are performed mainly by the Ukrainian Hydrometeorological Institute of the State Service of Emergencies of Ukraine and National Academy of Sciences of Ukraine, Odessa State Environmental University (OSENU) and Taras Shevchenko National University of Kyiv (TSNUK).

The studies of UkrHMI scientific schools headed by well-known scientists in the field of meteorology were devoted to the development of new theories, methods, models in the field of the weather forecasting and dangerous situations in Ukraine, radiation balance, agrometeorology, climate researches in the Ukraine, numerical modeling of cloud physics and active effects on clouds, numerical methods in analysis and forecast of natural and technogenic processes in the atmosphere.

In OSENU, where two scientific schools are established, the scientists study the formation of severe weather and its forecast, diagnose and forecast mesoscale atmospheric circulations, identify nonlinear interaction between the main global structures, detect the features of circulation processes in high latitudes of the southern hemisphere, conduct systematic studies in the field of numerical modelling of physics and dynamics of atmospheric processes with the Enviro-HIRLAM and HARMONIE models.

Scientists of TSNUK study changes in the total column ozone amount in the atmosphere of Antarctic Region and the mid-latitudes of Northern Hemisphere. The work on analyzing the state of climatic parameters and changing the current climate of Ukraine is being carried out at the KNU.

Keywords: meteorological researches, review, forecasting, severe weather, atmospheric circulation, modelling, floating analogue.

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОНЦЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКА В УКРАИНЕ

Г. П. Ивус¹, проф., канд. геогр. наук., зав. каф.,
В. Ф. Мартазинова², проф., д-р физ.-мат. наук

¹Одесский государственный экологический университет, ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, meteo@odeku.edu.ua

²Украинский гидрометеорологический институт, пр. Науки, 37, 03028, Киев, Украина, uhmi@uhmi.org.ua

В статье сделан обзор метеорологических исследований в Украине в конце XX – начале XXI века. Научно-исследовательские работы в отрасли метеорологии в основном выполняются учеными УкрГМИ ГСЧС и НАН Украины, ОГЭКУ и КНУ имени Т. Шевченко.

В УкрГМИ продолжаются работы по усовершенствованию методов долгосрочных прогнозов погоды, в том числе с детализацией по погодным условиям в середине прогнозируемого месяца по методу плавающего аналога.

В ОГЭКУ, где созданы две научные школы на кафедре метеорологии и климатологии, работы касаются исследования условий образования и прогнозирования опасных явлений, диагноза и прогноза мезомасштабной атмосферной циркуляции, выявления нелинейного взаимодействия между главными глобальными структурами, установления особенностей циркуляционных процессов в высоких широтах южного полушария, системные исследования в области численного моделирования физики и динамики атмосферных процессов по программам Enviro-HIRLAM и HARMONIE.

Ученые КНУ изучают изменения общего содержания озона в атмосфере антарктического региона и средних широт северного полушария.

Ключевые слова: метеорологические исследования, обзор, прогнозирование, опасные явления, атмосферная циркуляция, моделирование, плавающий аналог.

Дата першого подання: 22. 06. 2017

Дата надходження остаточної версії: 26. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК: 551.58

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КЛІМАТОЛОГІЇ В УКРАЇНІ

В. О. Балабух¹, канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.,
В. М. Хохлов², д-р. геогр. наук, проф.

¹ Український гідрометеорологічний інститут, пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, Valabukh@uhmi.org.ua

² Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, khokhlovv@odeku.edu.ua

У статті розглядається сучасний стан кліматології в Україні, проблеми та перспективи її розвитку. Зазначено основні наукові напрямки розвитку кліматичного обслуговування в країні відповідно до Глобальної рамкової основи для кліматичного обслуговування. Для кожного елементу кліматичного обслуговування – платформи взаємодії з користувачами, інформаційної системи кліматичного обслуговування, спостереження і моніторингу, розвитку потенціалу – виділено головні завдання для України, зазначено проблеми та запропоновано перспективні напрямки розвитку.

Ключові слова: кліматологія, кліматичне обслуговування, зміна клімату.

1. ВСТУП

Кліматологія в Україні у своєму розвитку неодноразово проходила періоди підйому та спаду і, намагаючись дати відповіді на поставленні запитання, відкривала нові напрямки своєї діяльності. Якщо на початку свого становлення кліматологія була лише наукою про клімат, його формування, географічне районування і зміну в часі, то протягом останніх десятиріч вона перетворилась у динамічну галузь науки з широким набором функцій та спектром застосувань. Зростає потреба в розумінні процесів формування клімату, кліматичної системи та взаємозв'язку її складових, удосконаленні кліматичних прогнозів та використання кліматичної інформації для більш ефективного задоволення потреб суспільства. Значним поштовхом для цього стали зміни клімату, що носять безпрецедентний характер і вимагають прийняття відповідних заходів.

Ця стаття має на меті огляд сучасного стану кліматології в Україні та визначення головних елементів кліматичного обслуговування – галузі, яка спрямована, зокрема, на наукове забезпечення економіки рішеннями для подолання наслідків змін клімату.

2. ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА ЩОДО ЗМІН КЛІМАТУ В УКРАЇНІ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ – РОЛЬ КЛІМАТОЛОГІЇ

На всесвітньому економічному форумі в Давосі у січні 2017 року експерти визначили 30 глобальних ризиків, що впливають на стабільний розвиток людства, а також 13 тенденцій, які можуть посилити їх або змінити співвідношення між ними [1].

До трійки найбільш впливових ризиків, що визначали глобальний розвиток з 2013 по

2017 рр., потрапили екстремальні погодні явища та масштабні стихійні лиха. Вони ж увійшли до п'ятірки найбільш ймовірних ризиків за цей період. Зміни клімату були також серед трьох тенденцій, що визначають глобальний розвиток і можуть посилити глобальні ризики. Вони створюють серйозні загрози та виклики для сталого розвитку суспільства, спричинені підвищенням ризиків для здоров'я та життєдіяльності людини, природних екосистем, секторів економіки і потребують детального дослідження та розробки заходів з адаптації.

У Рамковій Конвенції ООН зі зміни клімату, прийнятій у Парижі в 2015 р., зазначено, що глобальною метою адаптації є укріплення адаптаційних можливостей, підвищення опірності і зменшення вразливості до зміни клімату з метою сприяння стійкого розвитку суспільства. Важливим завданням адаптації є попередження та мінімізація втрат і збитків, пов'язаних з негативними змінами кліматичної системи.

Ратифікація Україною Паризької угоди та подальша імплементація її положень потребує науково обґрунтованої інформації щодо фактичних і очікуваних змін клімату та їх наслідків, визначення ризиків та вразливості до зміни клімату на рівні регіонів, областей, територіальних громад, секторів економіки. Прийняття управлінських рішень щодо забезпечення запобігання зміні клімату та адаптації до неї потребує обізнаності громадянського суспільства та органів державної влади з усіма аспектами проблеми зміни клімату. Для цього необхідно мати комплексну характеристику стану, фактичних та очікуваних змін клімату в регіонах України.

Хоча підписання Україною Паризької угоди є визначним кроком для розвитку сучасної кліматології, державна політика України у сфері зміни

клімату має фрагментарний характер і до теперішнього часу розглядається виключно як складова екологічної політики. Відсутність системного підходу до проблеми зміни клімату в цілому унеможливує прийняття управлінських рішень щодо дій із запобігання зміні клімату та адаптації до неї в масштабах всієї економіки держави. У той же час, нові завдання, які обумовлені доцільністю ратифікації Україною Паризької угоди та подальшої імплементації її положень, потребують формування цілісної і послідовної державної політики у сфері зміни клімату.

Основні причини виникнення проблеми щодо невідкладного вдосконалення зазначеної державної політики, яка потребує розв'язання, є такими [2]:

- недостатня законодавча та нормативно-правова урегульованість її основних засад;
- низька інституційна спроможність та слабка координація органів державної влади щодо планування і реалізації дій у зазначеній сфері;
- неузгодженість політики у сфері зміни клімату з законодавчими та нормативно-правовими актами в інших соціально-економічних сферах;
- недостатність фінансових ресурсів;
- відсутність системного підходу до створення наукового підґрунтя діяльності у сфері зміни клімату;
- недостатня обізнаність громадянського суспільства та органів державної влади з усіх аспектів проблеми зміни клімату та низьковуглецевого розвитку держави.

Політично, економічно і науково обґрунтовані рішення з питань зміни клімату мають прийматися для всіх секторів економіки.

Тому предметом сучасної кліматології є вивчення процесів формування клімату, кліматичної системи та взаємозв'язку між її складовими, діагноз сучасної мінливості та змін клімату, вивчення кліматично обумовлених ресурсів та їх впливу на життєдіяльність населення, прогноз стану клімату в майбутньому. При цьому теоретична кліматологія спрямована на вивчення фізики формування глобального клімату і механізмів його змін, а прикладна вивчає вплив клімату та його змін на стан навколишнього середовища, екологію, економіку.

Виходячи з цього, у сучасній кліматології головними напрямками пов'язаних зі зміною клімату досліджень є:

- дослідження клімату Землі в минулому і у теперішній час, включаючи його природну мінливість, причини коливань і змін, передбачуваність кліматичної системи, екстремальні кліма-

тичні явища, питання як і наскільки змінився клімат і чи являються ці зміни значимими;

- уточнення кількісних оцінок факторів, що визначають зміни клімату;

- зменшення невизначеностей оцінок змін клімату у майбутньому, розвиток національних кліматичних моделей і більш широке їх використання в фундаментальних і прикладних дослідженнях. При цьому розробка саме національних кліматичних моделей належить до найвищих пріоритетів кліматології, оскільки без власних моделей і відповідної інфраструктури, яка забезпечує їх належний розвиток, держава не може мати незалежну, науково обґрунтовану позицію при виробленні тих чи інших політичних і економічних рішень;

- дослідження чутливості та здатності до адаптації екосистем і економічного сектора до змін клімату; визначення та оцінка можливостей адаптації;

- вивчення можливостей управління ризиками, наукове забезпечення управління діями щодо адаптації та планування, пов'язаних з впливом зміни клімату на економіку, забезпечення осіб, які приймають рішення, аналітичними матеріалами та оцінками наслідків прийняття тих чи інших заходів з адаптації.

Останній напрямок кліматологічних досліджень утворився тільки протягом останніх декількох років. У суспільства виникає потреба краще управляти ризиками і можливостями, що мають місце в результаті мінливості і зміни клімату; особливо це стосується тих, хто є найбільш вразливий до небезпечних кліматичних явищ. Вирішення цієї проблеми стало головною метою Глобальної рамкової основи для кліматичного обслуговування, прийнятої Всесвітньою Метеорологічною організацією у жовтні 2012 та Плану її реалізації у 2014 році [3, 4].

3. КЛІМАТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Головним завданням кліматичного обслуговування і, відповідно, прикладної кліматології у теперішній час є наукове та інформаційно-аналітичне забезпечення адаптації економіки і населення країни до поточного і очікуваного стану кліматичної системи [3].

Реалізовуватиметься Рамкова основа за допомогою підготовки і включення науково обґрунтованої кліматичної інформації та прогнозів у планування, політику і практику.

Розвиток кліматичного обслуговування, відповідно до прийнятої Рамкової основи та Плану його реалізації, повинен сприяти зменшенню

вразливості суспільства до небезпечних явищ погоди шляхом більш ефективного надання кліматичної інформації, активізації її використання в процесі прийняття рішень, посиленні взаємодії постачальників і користувачів кліматичного обслуговування, отриманні максимальної користі від використання існуючої інфраструктури кліматичного обслуговування. Для цього Глобальна Рамкова основа передбачає забезпечити перетворення кліматичної інформації в кліматичну продукцію.

Для ефективного кліматичного обслуговування, відповідно до Рамкової основи [3], необхідно п'ять основних елементів (рис. 1): платформа взаємодії з користувачами, інформаційна система кліматичного обслуговування, спостереження і моніторинг, розвиток потенціалу.

Відповідно до Рамкової основи необхідно, насамперед, займатися розробкою і забезпеченням кліматичного обслуговування у тих областях, де вирішуються проблеми першорядного значення для умов життя людей і які надають найшвидші можливості для підвищення рівня безпеки та поліпшення добробуту людини. До

цих пріоритетних галузей належать сільське господарство та продовольча безпека, зменшення небезпеки стихійних явищ, охорона здоров'я і водні ресурси. В Україні до цього списку варто було б долучити й енергетику та в перспективі транспорт і будівництво.

Розглянемо докладніше складові кліматичного обслуговування. **Платформа взаємодії з користувачами** (рис. 1) – це механізм, що забезпечує взаємодію між користувачами, науковцями і постачальниками кліматичної інформації на всіх рівнях [3]. Він сприяє ефективному процесові ухвалення рішень з урахуванням кліматичної інформації.

На даний час в Україні такий механізм відсутній. Частково взаємодія між користувачами, постачальниками кліматичної інформації та науковцями здійснюється шляхом виконання науково-дослідних робіт, у Робочих групах певної направленості (наприклад, Робоча група зі зниження ризику паводків та адаптації до зміни клімату в басейні Дністра), міжвідомчих цільових групах (Міжвідомча комісія із забезпечення виконання Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та ін.) на семінарах, круглих столах, конференціях і потребує суттєвого удосконалення та координації. Для подальшого розвитку

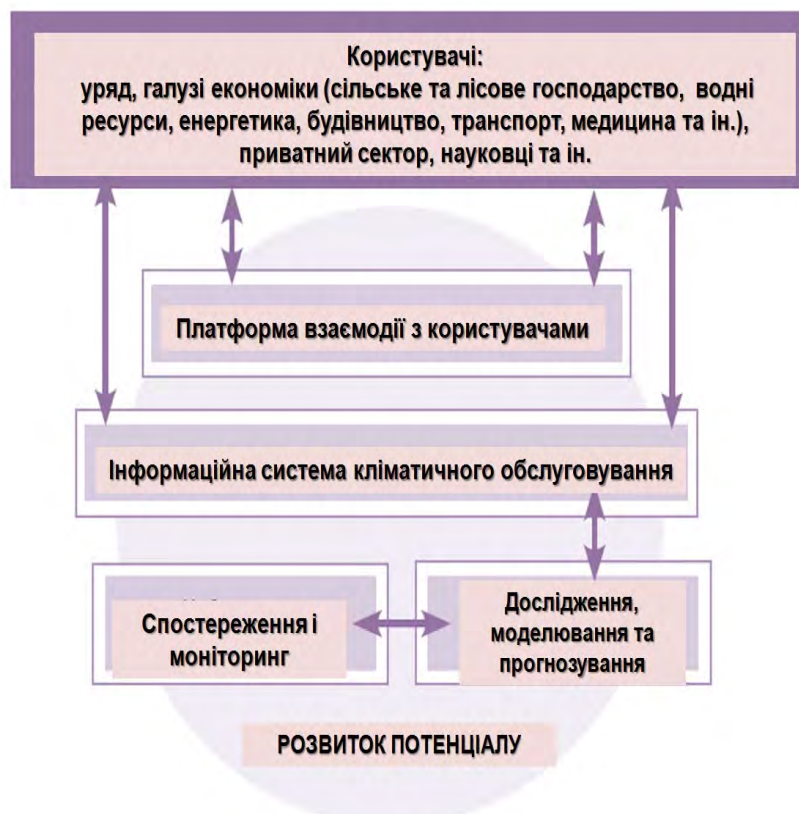


Рис. 1 – Основні елементи Глобальної Рамкової основи для кліматичного обслуговування [3].

кліматичного обслуговування потрібно розробити механізм взаємозв'язку з користувачами, у якому необхідно передбачити набагато вищий рівень їх участі в усіх аспектах проведення гідрометеорологічних спостережень, надання та використання кліматичної інформації.

Другим елементом кліматичного обслуговування є **інформаційна система кліматичного обслуговування** (рис. 1) – механізм, за допомогою якого інформація про клімат регулярно збирається, зберігається і обробляється для підготовки кліматичної продукції [3]. Цей механізм передбачає Розвиток технологій збору, обробки та поширення інформації, Розвиток інформаційно-аналітичних технологій та геоінформаційних систем.

Існуюча в Україні система збору та обробки гідрометеорологічної інформації має ряд недоліків:

- оснащення мережі найбільш масових спостережень застарілими вимірювальними приладами, які не мають пристроїв автоматичного занесення результатів вимірювань параметрів стану природного середовища на технічні носії і введення в канали телеграфної або супутникового зв'язку;

- ручна зйомка великих обсягів даних вимірювань і спостережень до книжок з подальшим ручним введенням їх в канали теле- і радіозв'язку, пересилання книжок і таблиць до Центральної геофізичної обсерваторії різко уповільнює процес збору даних і є джерелом значної кількості помилок;

- використання різного програмного забезпечення підсистем обробки режимної інформації у різних гідрометеорологічних установах, які не об'єднані в єдиний технологічний комплекс. Це призводить до дублювання типових операцій, отримання різних результатів обчислень та нерационального використання людських і матеріальних ресурсів;

- недостатнє оснащення сучасною обчислювальною технікою та недостатність ліцензійного програмного забезпечення;

- застарілі прилади, велика частка рутинного ручної праці, слабкий зворотний зв'язок, недолік та/або обмежені можливості обчислювальної техніки не дозволяють кардинально вирішити основні проблеми ні власне обробки режимної інформації, ні забезпечення користувачів одержуваної в процесі її здійснення регламентної інформаційною продукцією на всіх рівнях системи.

Ці недоліки роблять робочі місця в установах

гідрометслужби України непривабливими не тільки для висококваліфікованих фахівців, а й для випускників шкіл і коледжів.

Розвиток технологій збору, обробки та поширення інформації передбачає впровадження автоматичної системи збору оперативної інформації з мережі спостережень, контролю її якості, підготовку відповідної продукції та доведення її до користувачів.

Сучасні проблеми інформаційних технологій в гідрометеорології полягають не в нестачі інформації, а в умінні швидко її обробляти, аналізувати і оперативно доставити особам, які приймають рішення. Такі завдання виконують інформаційно-аналітичні системи. Основне їх призначення – забезпечення ефективної консолідації, високої агрегації даних і цілеспрямованого використання для підтримки науково-обґрунтованих рішень.

На основі інформаційно-аналітичної системи та інтегрованої бази даних поточної, прогнозної, кліматичної та соціально-економічної інформації з використанням картографічної інформації можна готувати оперативні доповіді про стан середовища і її вплив на економіку країни, про виявлені небезпеки, загрози, негативні процеси, тенденції та проблемних ситуаціях в змінах клімату. Проте в Україні такі системи лише почали створюватись (наприклад у гідрології для прогнозу паводків) і потребують розробки для усіх пріоритетних галузей кліматичного обслуговування.

Розвиток геоінформаційних систем (ГІС) також є важливим напрямком кліматології та кліматичного обслуговування, оскільки дозволяє отримувати необхідну інформацію з точною прив'язкою до місцевості, що є особливо важливим завданням при виявленні регіональних особливостей клімату [3]. Проте при використанні ГІС виникає низка проблем, які потребують вирішення:

- наявність правильних, з достатньою точністю координат пунктів спостережень;

- якість вихідних даних;

- проблеми репрезентативності даних (особливо гостро ця проблема для вітру, природної пожежної небезпеки);

- вибір методів отримання режимно-кліматичних характеристик;

- вибір чисельних методів просторової інтерполяції;

- відповідність електронних картооснов для побудови тематичних карт існуючим стандартам;

- визначення механізму вибору «правильних»

карт по точності побудови полів і ін.

Спостереження і моніторинг (рис. 1) належить до основних елементів кліматичного обслуговування і передбачає забезпечення збору даних гідрометеорологічних спостережень, необхідних для задоволення потреб кінцевих користувачів, управління ними та їх поширення [3].

В Україні необхідна модернізація діючої системи спостережень, розширення окремих видів спостережень, відновлення і розширення пунктів гідрологічних і метеорологічних спостережень у паводко-небезпечних районах, розширення мережі метеорологічних радіолокаційних, озонметричних спостережень, базової мережі спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища, відновлення морських рейдових, суднових експедиційних спостережень у відкритому морі. Оснащення сучасними автоматизованими та дистанційними засобами спостережень, приладами, аналітичними обладнанням, сучасними засобами зв'язку, забезпечення схоронності та збереження репрезентативності пунктів гідрометеорологічних спостережень також є надзвичайно актуальним завданням для України, без якого неможливе кліматичне обслуговування на сучасному рівні.

Четвертим елементом кліматичного обслуговування є **дослідження, моделювання та прогнозування** (рис. 1), які сприяють постійному підвищенню наукової цінності та ефективного використання кліматичної інформації [3].

Найбільш актуальними у цьому напрямку є дослідження кліматичних ресурсів України, впливу клімату на економічну, екологічну та соціальну сферу людської діяльності та впливу людини на локальний, регіональний, глобальний клімат.

Прикладна кліматологія і кліматичне обслуговування неможливі без вивчення вразливості реципієнтів до впливів мінливості та зміни клімату в різних областях економічної і соціальної сфер і насамперед у тих галузях, що визнані найбільш пріоритетними Рамковою основою.

Розробка методології оцінки і прогнозу ризиків, які виникають під впливом метеорологічних небезпечних явищ і кліматологічних аномалій, також є актуальними напрямками сучасної кліматології.

Зменшення та запобігання збиткам від небезпечних і стихійних явищ погоди потребує удосконалення та адаптації існуючих моделей і методів оцінювання та прогнозування стану атмосфери, атмосферних процесів екстремальних погодних умов та небезпечних явищ погоди.

В Україні також необхідна кардинальна пере-

робка системи критеріїв небезпечності явищ погоди для запровадження їх в нормативні документи та уточнення переліку небезпечних і стихійних явищ погоди. При їх розробці необхідно керуватись принципом “Кого ми попереджаємо”, що приводить до розвитку спеціалізованого обслуговування.

Пріоритетними завданнями сьогодні у сфері розвитку технологій прогнозу погоди і клімату є:

- підвищення деталізації і розвиток фізичного наповнення моделей;
- розвиток технологій ансамблевого прогнозу;
- розробка системи засвоєння даних, здатної ефективно засвоювати різномірні дані спостережень;
- розробка методів прогнозування в імовірнісній формі;
- розвиток нових видів спеціалізованих прогнозів для забезпечення ними різних галузей економіки.

Прикладом кліматичного обслуговування в Україні, що ґрунтується на кліматичних прогнозах, є розробка Стратегічних напрямків адаптації басейну ріки Дністер до змін клімату та Плану їхнього впровадження, розробка Плану управління басейном Дністра на національному і транскордонному рівні, що враховує вплив зміни клімату, Стратегії адаптації до зміни клімату Рахівського району Закарпаття, Кліматичної стратегії Києва, оцінка вразливості екосистем заповідних територій Полісся до зміни клімату та ін. [5-9]. Розроблені та частково впроваджені місцеві плани адаптації до змін клімату водноболотних та лісових екосистем отримали високе визнання світової екологічної спільноти.

Велика робота була зроблена науковцями Одеського державного екологічного університету, результатом якої були дві монографії [10-11], присвячені дослідженню майбутніх змін клімату і пов'язаних з ними погодних умов на різні галузі економіки України: енергетичний сектор, сільське господарство, водні та біокліматичні ресурси. Іншим вдалим прикладом є виконання проекту LAGOONS [12], в результаті чого було запропоновано найбільш ефективний план управління у найближчому майбутньому водними ресурсами Тилігульського лиману, гідроекологічні умови якого надзвичайно погіршилися в останні десятиріччя.

Проте при обслуговуванні споживачів спеціалізованою інформацією про майбутній клімат виникають проблеми, які необхідно враховувати при розробці стратегій по адаптації до зміни клімату як секторальних, так і територіальних:

– недостатньо надійні значення деяких кліматичних характеристик (наприклад, максимальна швидкість вітру, інтенсивність опадів), завдяки тому що Україна використовує регіональні кліматичні моделі, розроблені для інших регіонів, у яких її територія знаходиться на межі прогнозування, де мають місце найбільші похибки;

– не завжди вдається встановити надійний зв'язок між кліматичними величинами, отриманими при моделюванні, і необхідними прикладними характеристиками;

– при вирішенні прикладних задач необхідно використовувати імовірнісні характеристики кліматичних показників, що відображають очікувані кліматичні зміни, але споживачі до цього не готові;

– у нормативні документи не включені показники, що відображають очікувані кліматичні зміни і це при тому, що мова йде про розвиток стратегічно важливих галузей.

Дуже важливим фактором для розвитку кліматичного обслуговування є вартість кліматичної продукції та послуг. Для того, щоб їх визначити, необхідно розвивати і впроваджувати методи оцінки економічного ефекту від кліматичного обслуговування. У цьому напрямку необхідно:

– розробити методики оцінки ефективності використання кліматичної інформації по секторах економіки;

– оцінити вплив кліматичного обслуговування на цільові показники та індикатори діяльності погодо- та кліматозалежних галузей економіки.

Ця робота неможлива без наявності державної статистичної звітності щодо збитків від впливу небезпечних і стихійних гідрометеорологічних явищ.

Нарешті, п'ятим елементом кліматичного обслуговування Рамкової основи (рис. 1) є **розвиток потенціалу**, який передбачає забезпечення умов для стабільного кліматичного обслуговування, управління кліматичними ризиками: менеджмент, освіта та підготовка кадрів, створення партнерства, наукова комунікація, мобілізація ресурсів та інфраструктура та ін. [3]. В Україні є базові можливості та інфраструктура у цих областях, проте вони вимагають координації і більш чіткої орієнтації на потреби користувачів.

Сучасна кліматологія – високотехнологічна галузь, що потребує відповідного матеріально-технічного та кадрового забезпечення. Проте їхній стан в Україні незадовільний і не дозволяє вирішити проблему підвищення ефективності кліматичного обслуговування.

Розвиток партнерства і комунікації передба-

чає, насамперед, забезпечення виконання міжнародних зобов'язань та міжнародного співробітництва. Українська кліматична наука має позиціонувати себе в міжнародних програмах кліматичних досліджень з урахуванням національних інтересів України, використовуючи всі можливі переваги міжнародного співробітництва, у тому числі можливості фінансування власних або спільних досліджень із міжнародних джерел.

Недостатня обізнаність громадянського суспільства та органів державної влади з усіма аспектами зміни клімату також створює проблеми при взаємодії з користувачами і потребує фахової інформаційно пропагандистської діяльності.

Популяризація знань в області гідрометеорології, кліматології та зміни клімату передбачає підвищення обізнаності у цій галузі різних верств населення, від школярів до людей, що приймають рішення. Для цього необхідно використовувати не лише традиційні форми роботи такі як семінари, круглі столи, конференції, а й нові форми, використовуючи нові можливості, та враховувати категорії населення. Так, УкрГМІ ДСНС та НАН України разом з фондом «Відкрита політика» та Французьким інститутом і за підтримки Посольства Франції в Україні до COP21 провели інформаційну кампанію, яка являла собою цикл регулярних щотижневих прес-конференцій у Національній агенції «Укрінформ». Проведений співробітниками УкрГМІ науковий еко-уїкенд для всієї родини «Глобальні зміни клімату та їх регіональні прояви в Україні» дозволив його учасникам більше дізнатись про метеорологію і гідрологію, клімат і погоду, тенденції та проблеми в галузі, поспілкуватись з провідними фахівцями у цих областях, а на науковому пікніку всі бажаючі могли познайомитись із «Майстернею прогнозу погоди і клімату». Співробітники Одеського державного екологічного університету під час виконання двох міжнародних наукових проектів OrientGate (<http://www.orientgateproject.org/>) та Black Sea HotSpots (<http://bs-hotspots.eu/>) брали участь у проведенні серії семінарів із нарощування потенціалу, щодо зниження ризику надзвичайних ситуацій та кліматичної адаптації та створенні веб-платформи даних із комплектом веб-інструментів, які забезпечують доступ до даних кліматичних спостережень і моделювань будь-яких зацікавлених осіб та осіб, що визначають політику.

Важливим напрямком популяризації знань в області гідрометеорології може бути активна робота в соціальних мережах, проте її необхідно проводити не фрагментарно, а систематично і

для цього передбачати відповідні матеріальні і людські ресурси. Ефективна популяризація знань в області гідрометеорології, кліматології та зміни клімату потребує фахової науково-популярної літератури про складові кліматичної системи їх зміни та наслідки, яка стосується проблем в Україні.

4. ВИСНОВКИ

Таким чином, аналіз стану кліматології як науки в Україні протягом останніх років свідчить про невідповідність між зростаючими вимогами суспільства до обсягів та якості продукції, що надає гідрометеорологічна служба України, та її реальними можливостями задовольнити ці вимоги у зв'язку з прогресуючим відставанням науково-технічної бази від вимог сьогодення, що потребує екстраординарних заходів підтримки її наукового потенціалу.

Успішний розвиток кліматології, ефективного кліматичного обслуговування в Україні та імплементація положень Паризької угоди потребують формування цілісної і послідовної державної політики у сфері зміни клімату, якій сприятиме прийнята Кабінетом Міністрів України у грудні 2016 р. Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 р. Наступним кроком має стати затвердження Кліматичної доктрини України та розробка Кліматичної програми, що містила б скоординований план наукових досліджень, прогнозування загроз національній безпеці, ефективні рекомендації щодо адаптації галузей економіки та суспільства до мінливості та зміни клімату.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. The Global Risks Report 2017. World Economic Forum, Geneva. 2017. 78 p. http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України "Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року" № 932-р – редакція від 07.12.2016 // Урядовий портал. <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249573705>
3. Знання о климате как основа для действия: Глобальная рамочная основа для климатического обслуживания – укрепление возможностей развивающихся стран // ВМО. 2011. № 1065. 293 с. http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/wmo01_5_0.pdf
4. План осуществления Глобальной Рамочной основы для климатического обслуживания // ВМО. 2014. 96 с. https://www.wmo.int/gfcs/sites/default/files/implementation-plan/GFCS-IMPLEMENTATION-PLAN-14211_ru.pdf
5. Стратегические направления адаптации к изменению климата в бассейне Днестра // UNECE. 2015. 72 с. <https://ehlm.unece.org/pages/viewpage.action?pageId=22741054>
6. План внедрения стратегических направлений адаптации к изменению климата в бассейне Днестра // Zoï Environment Network. 2017. 76 с. <http://www.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/Dniester-web.pdf>
7. Адаптація до зміни клімату: навчальний посібник / П. Штясний, М. Лапін, В. Балабух; Карпатський Інститут Розвитку; Агентство сприяння сталому розвитку Карпатського регіону «ФОРЗА». 2015. 88 с. http://www.forza.org.ua/sites/default/files/global_climate_changes_training_manual_ua_screen_final.pdf
8. Київська міська стратегія. Попередження та адаптація до зміни клімату: проект / Київський національний університет імені Тараса Шевченка. 2013. 188 с.
9. Вразливі екосистеми Поліського природного заповідника та його околиць в умовах глобального потепління: проблеми та шляхи вирішення / Балабух В. О., Жила С. М., Орлов О. О., Яремченко О. А. Київ: Вид-во ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2013. 92 с.
10. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / під ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. –Одеса: Екологія, 2011. 694 с.
11. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / під ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. Одеса: «ТЕС», 2015. 518 с.
12. *Coastal Lagoons in Europe. Integrated Water Resource Management.* London: IWA Publishing, 2015. 227p. (Eds: Ana I. Lillebø, Per Stålnacke, Geoffrey D. Gooch).

REFERENCES

1. The Global Risks Report 2017. World Economic Forum, Geneva. 2017. 78 p. http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf
2. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of December 7, 2016 No. 932-r "About approval of the Concept of sale of state policy in the sphere of climate change for the period till 2030". *Government portal.* <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=249573705> (In Ukrainian).
3. Climate knowledge for action: a global framework for climate services – Empowering the most vulnerable. *World Meteorological Organization*, 2011, no. 1065. 293 p. http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/wmo01_5_0.pdf (In Russian)
4. Implementation Plan for the Global Framework for Climate Services. *World Meteorological Organization*, 2014. 96 p. https://www.wmo.int/gfcs/sites/default/files/implementation-plan/GFCS-IMPLEMENTATION-PLAN-4211_ru.pdf (In Russian)
5. Strategic framework for adaptation to climate change in the Dniester River Basin. *UNECE*, 2015. 72 p. <https://ehlm.unece.org/pages/viewpage.action?pageId=22741054> (In Russian)
6. Implementation plan: Strategic framework for adaptation to climate change in the Dniester basin. *Zoï Environment Network*, 2017. 76 p. <http://www.zoinet.org/web/sites/default/files/publications/Dniester-web.pdf>. (In Russian).
7. Shtyasnyy P., Lapin M., Balabukh V. *Adaptatsiya do zminy klimatu* [Adapting to climate change]. Carpathian Institute of Development; Agency for the Promotion of the Sustainable Development of the Carpathian Region "FORZA". 2015. 88 p. http://www.forza.org.ua/sites/default/files/global_climate_changes_training_manual_ua_screen_final.pdf
8. *Kyyivs'ka mis'ka stratehiya. Poperedzhennya ta adaptatsiya do zminy klimatu: proekt.* [Kiev city strategy. Preventing and adaptation to climate change: project]. The Taras Shevchenko university of Kyiv. 2013. 188 p.
9. Balabukh V. O., Zhyla S. M., Orlov O. O., Yaremchenko O. A. *Vrazlyvi ekosystemy Poliss'koho pryrodnoho*

- zapovidnyka ta yoho okolyts' v umovakh hlobal'noho poteplynnya: problemy ta shlyakhy vyrishennya [Vulnerable ecosystems Polissya Nature Reserve and its surroundings in terms of global warming: Problems and ways of solution]. Kyiv: Publ. TOV «NVP Interservis», 2013. 92 p.
10. *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [Estimation of climate change impact on Ukrainian economy]. Odessa: Ekolohiya, 2011. 694 p. (Eds: S. M. Stepanenko, A. M. Polevoy).
11. *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and its impact on Ukrainian economy]. Odessa: Publ "TES", 2015. 518 p. (Eds: S. M. Stepanenko, A. M. Polevoy).
12. *Coastal Lagoons in Europe. Integrated Water Resource Management*. London: IWA Publishing, 2015. 227p. (Eds: Ana I. Lillebø, Per Stålnacke, Geoffrey D. Gooch).

PROBLEMS AND PROSPECTS OF CLIMATOLOGY DEVELOPMENT IN UKRAINE

V. Balabukh¹, Phd,
V. Khokhlov², prof.

¹ *Ukrainian Hydrometeorological Institute, 37 Nauky Av., 03028 Kyiv, Ukraine, Balabukh@uhmi.org.ua*

² *Odessa State Environmental University, 15 Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, khokhlovv@odeku.edu.ua*

The article analyzes the current state of climatology in Ukraine, the problems and prospects for its development. It is shown that although Ukraine signed the Paris Agreement and this fact is very important for the development of modern climatology, Ukraine's state policy on climate change has a fragmented character and is currently considered exclusively as a component of environmental policy. The lack of systems approach to the problem of climate change makes it impossible to make management decisions on actions for climate change adaptation and mitigation at the scale of whole economy of Ukraine. At the same time, the new tasks, which are due to the expediency of ratification by Ukraine of the Paris Agreement and the further implementation of its provisions, require the development of a coherent and consistent state policy on climate change.

The main scientific directions of the development of climate services in Ukraine are presented in accordance with the Global Framework for Climate Services. The main tasks for each element of climate services – a platform for interaction with users, an information system for climate services, observing and monitoring systems, capacity development – are outlined for Ukraine, problems are indicated and prospective directions of development are proposed.

Keywords: Climatology, Climate Services, Climate Change.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КЛИМАТОЛОГИИ В УКРАИНЕ

В.А. Балабукх¹, канд. геогр. наук, с.н.с.,
В.Н.Хохлов², д-р. геогр. наук, проф.

¹ *Украинский гидрометеорологический институт, пр. Науки 37, 03028, Киев, Украина, Balabukh@uhmi.org.ua*

² *Одесский государственный экологический университет, ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, khokhlovv@odeku.edu.ua*

В статье анализируется современное состояние климатологии в Украине, проблемы и перспективы ее развития. Представлены основные научные направления развития климатического обслуживания в Украине в соответствии с Глобальной рамочной основой для климатического обслуживания. Для каждого элемента климатического обслуживания: платформы взаимодействия с пользователями, информационной системы климатического обслуживания, наблюдения и мониторинга, развития потенциала выделены главные задачи для Украины, указаны проблемы и предложены перспективные направления развития.

Ключевые слова: климатология, климатическое обслуживание, изменение климата.

Дата першого подання: 19. 06. 2017

Дата надходження остаточної версії: 26. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК : 551.547.3

СТАТИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОЛЕЙ ГЕОПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВЫСОТ ПОВЕРХНОСТИ АТ-850 В ЗАПАДНОМ СЕКТОРЕ ЮЖНОГО ПОЛУШАРИЯ

Е. П. Школьный, д-р техн. наук, проф.,

А. И. Сущенко, канд. геогр. наук, асс.

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, 249_Andre@mail.ru*

Изучение явления Эль-Ниньо является важной задачей для научного сообщества. Данный феномен оказывает влияние на погодные условия и климат в различных районах Земли. В работе представлены результаты исследования статистической структуры полей геопотенциальных высот поверхности АТ-850 в западном секторе Южного полушария. Исследование проводилось с помощью компонентного анализа. Показано разложение полей главных компонент по масштабам. Отфильтрованные поля аномалий свидетельствуют о тенденции формирования зональной ячейки Уокера, свойственной для теплого периода Эль-Ниньо.

Ключевые слова: поля геопотенциала, главные компоненты, поле аномалий, отфильтрованное поле.

1. ВСТУПЛЕНИЕ

Явление Эль-Ниньо-Южное колебание (ЭНЮК) представляет собой одну из самых мощных энергетических деформаций в системе атмосфера-океан. Вопрос о связи между этим феноменом и энергетическими характеристиками различных регионов Южного полушария, а также глобальной климатической системы в целом, вызывает интерес ученых с 70-х годов прошлого века.

В ЭНЮК принято различать связанные между собой океанский феномен – теплую и холодную фазы явления Эль-Ниньо-Ла-Нинья и атмосферный процесс – Южное колебание (ЮК) [1, 2]. Природа этого явления до конца не изучена и остается в определенном смысле загадочной.

Существует несколько подходов объяснения явления Эль-Ниньо. В одном из них считается, что оно обусловлено изменением в приэкваториальном поясе скорости и направления поверхностных течений вод под влиянием пассатов. В свою очередь их изменчивость обусловлена деформацией ячеек Хедли и Уокера. Это приводит к изменению характеристик теплосодержания в деятельном слое океана [3, 4, 5, 6, 7, 8]. Исследования последних лет показывают, что Эль-Ниньо – это океанский феномен и является следствием процессов апвеллинга и даунвеллинга в приэкваториальной зоне Тихого океана, обусловленных океанскими волнами Россби [1, 9]. Существует еще одна гипотеза, основанная на предположении, что нерегулярность ЭНЮК может быть следствием неустойчивости взаимодействия океана и атмосферы в тропиках на временных масштабах существенно меньших, чем Эль-Ниньо, то есть представляет собой стохастиче-

скую внутрисезонную и годовую изменчивость, обусловленную хаотическим влиянием процессов синоптического масштаба на крупномасштабные процессы в климатической системе тропического Тихого океана [10, 11, 12, 13, 14].

Целью данной работы является исследование особенностей деформаций полей геопотенциальной поверхности 850 гПа в тихоокеанской акватории Южного полушария во время холодных и теплых событий Эль-Ниньо-Южного колебания, а также характеристики структуры полей геопотенциальных высот.

На этом уровне над поверхностью океана воздействие силы трения на движения воздуха значительно ослабевает. В то же время особенности взаимодействия теплом и влагой в системе океан-атмосфера проявляются в полной мере.

2. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования были выбраны среднемесячные поля геопотенциальных высот изобарической поверхности 850 гПа. Исходную выборку составили среднемесячные значения геопотенциальных высот с 1979 по 2014 гг. (массив ERA Interim), определенных в узлах регулярной сетки точек $2.5^\circ \times 2.5^\circ$, в секторе, ограниченном по широте от 10° ю.ш. до 40° ю.ш. и меридианами 150° в.д. до 90° з.д. для каждого месяца года (рис. 1).

Для получения характеристик статистической структуры полей высот этой изобарической поверхности в указанном регионе были применены

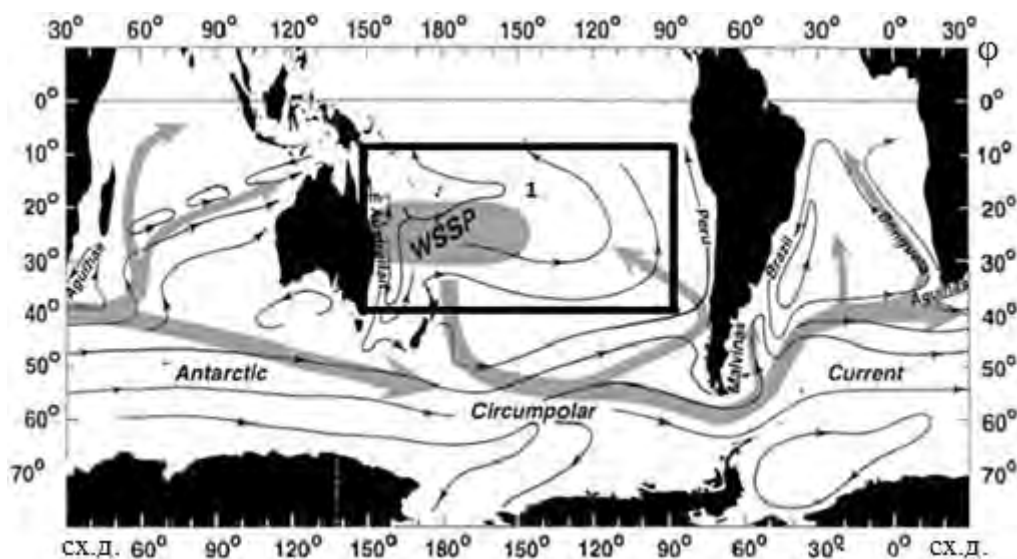


Рис. 1 – Схема региона исследования

корреляционный и компонентный анализы [14].

Еще французский философ Р. Декарт в трактате “Правила для руководства разумом” указал: “Освободите вопрос от всех лишних представлений и сведите его до наипростейших элементов”. В процессе расчленения выделяются существенные и несущественные характеристики объекта, основные элементы и связи между ними. Осуществить такую операцию позволяет компонентный анализ. Он дает возможность с помощью линейного преобразования физических полей в базисе собственных векторов матриц ковариаций выделить из исходных полей их «простые» части, при этом главным компонентам каждой из них соответствует определенная доля суммарной дисперсии исходных полей.

3. ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Численные эксперименты проводились для периодов ярко выраженных фаз ЭНЮК, а именно – Эль-Ниньо 1997 года и Ла-Нинья в 1995 году. Расчеты проводились для месяцев весеннего сезона. Переходные сезоны в Индо-Пацифике благоприятные в том смысле, что в этот период наблюдается межфазовое состояние муссонной циркуляции, когда основное муссонное возмущение в геофизических полях атмосферы и океана значительно ослабевает, а динамическое состояние этих полей соответствует квазистационарному типу.

Дисперсии главных компонент характеризуют масштабы атмосферных процессов, отвечающих за формирование структуры полей. Первая главная компонента представляет наиболее крупно-

масштабные процессы, исчерпывает в сентябре 52 %, а в декабре 40 % суммарной дисперсии. Дисперсии вторых главных компонент соответственно равны 18,5 % и 16,5 %, а третьих 5,5 % и 14 %. Так что сумма первых трех главных компонент составляет соответственно 76 % и 71 % от суммарной дисперсии исходных полей. Остальная часть относится к мелкомасштабным возмущениям. Из рис. 2 следует, что наибольшие значения суммарной дисперсии первых трех главных компонент наблюдаются в весенние месяцы. Если применить обратное линейное преобразование к вектору, состоящему из первых трех главных компонент, то получим физическое поле, с отфильтрованными малозначимыми составляющими.

В выражении (1) представлен n -мерный вектор $\tilde{\varphi}$ главных компонент полей геопотенциальной высоты изобарической поверхности АТ-850, относящихся к низким и средним широтам акватории Южного Тихого океана, в указанные промежутки времени проявления Эль-Ниньо и Ла-Нинья

$$\tilde{\varphi} = \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \varphi_3 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где φ_i ($i = 1, 2, 3$) означают первую, вторую и третью главные компоненты средних полей аномалий геопотенциальных высот.

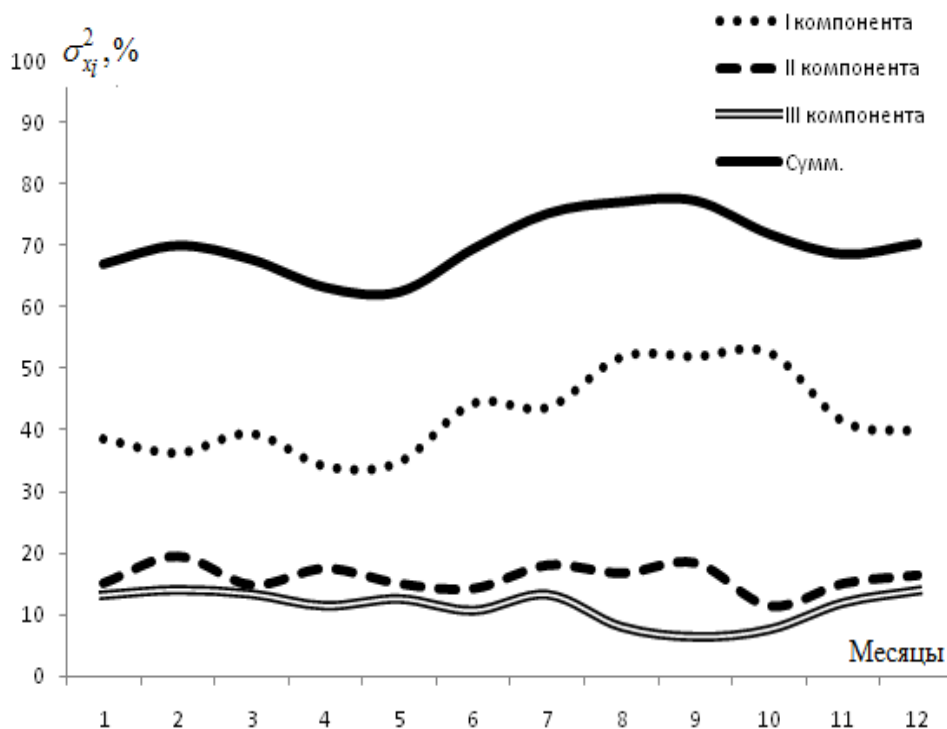


Рис. 2 – Процент охвата дисперсий первых трех главных компонент полей геопотенциальных высот АТ-850

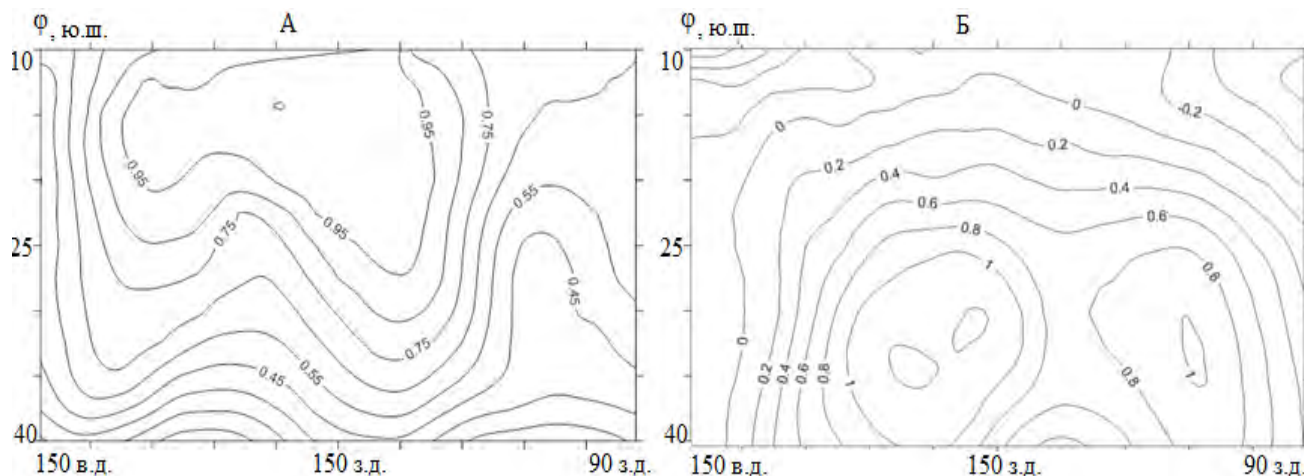


Рис. 3 – Поля аномалий высот геопотенциальной поверхности АТ-850 за счет первой, второй и третьей главных компонент при Эль-Ниньо, 1997 г. (А), при Ла-Нинья, 1995 г. (Б).

Эти векторы, как было отмечено выше, содержат в себе основную информацию о структуре указанных полей, которая концентрируется после отфильтровывания малозначимых элементов их структуры. Такие поля аномалий $\Delta\tilde{X}$ геопотенциальных высот поверхности АТ-850 образуются в результате матричной операции

$$\Delta\tilde{X} = W\tilde{\varphi}, \quad (2)$$

где W – n -мерная матрица собственных векторов матрицы ковариаций.

Отфильтрованные поля сохраняют основную информацию об атмосферных процессах. В качестве примера на рис. 3 (А, Б) представлены отфильтрованные поля нормированных аномалий высот поверхности АТ-850 при Эль-Ниньо (сентябрь 1997 г.) и Ла-Нинья (декабрь 1995 г.), полученные с помощью указанной выше операции на основе первых трех главных компонент.

Как следует из рис. 3 (А), при Эль-Ниньо происходит деформация структуры Южного Тихоокеанского максимума так, что поле аномалий геопотенциала (возможно под влиянием

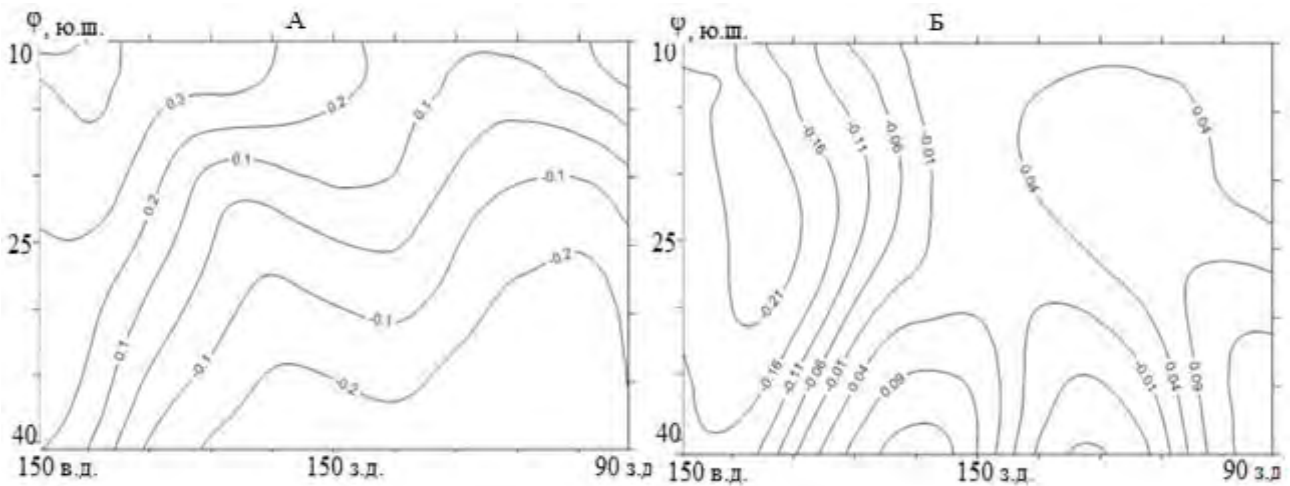


Рис. 4 – Поле аномалий высот геопотенциальной поверхности AT-850 за счет второй главной компоненты при Эль-Ниньо, 1997 г. (А), при Ла-Нинья, 1995 г. (Б).

северной периферии Антарктической Циркумполярной Волны) в низких широтах растягивается в широтном направлении, отражая тенденцию повышения давления воздуха в западной части акватории в то время, как в восточной ее части происходит уменьшение атмосферного давления.

Таким образом, четко проявляется тенденция формирования зональной ячейки Уокера, свойственная для теплого периода ЭНЮК. При Ла-Нинья (рис. 3 (Б)) в приэкваториальной зоне не выявляется структура ячейки Уокера в такой отчетливой форме. Однако, важной чертой деформации являются тенденции перемещения на восток Тихоокеанского максимума южного полушария с раздвоением его на две части.

В результате возникают «простые» (по Декарту) части, описывающие ту долю исходных полей геопотенциальной высот, которая образуется под воздействием наиболее крупномасштабного центра действия Южного полушария – южно-тихоокеанского максимума.

Зональная циркуляционная ячейка Уокера в теплой и холодной фазах ЭНЮК четко проявляется в полях геопотенциальных высот, если из них выделить ту их часть, которая обусловлена вторыми главными компонентами. Эти части структуры полей образуются, если осуществить с помощью матричной операции (3) преобразование векторов главных компонент:

$$\tilde{\varphi} = \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_2 \\ 0 \\ 0 \\ \cdot \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Результаты преобразования представлены для Эль-Ниньо на рис. 4 (А), а для Ла-Нинья на рис. 4 (Б).

Как следует из рисунка 4 (А), при Эль-Ниньо в приэкваториальной зоне образуется область высокого давления в западном австралийско-индонезийском регионе, в то время как в восточной части этой зоны формируется область отрицательных аномалий геопотенциальной высоты, которая соответствует низкому атмосферному давлению. Такая структура поля аномалий давления представляет из себя циркуляционную ячейку Уокера теплой фазы ЭНЮК: сила барического градиента в приэкваториальном поясе направлена с запада на восток, формируя западно-восточные течения масс воздуха и, следовательно, теплых поверхностных океанических вод. Накопление масс этих вод вызывает даунвеллинг, и у западных берегов Южноамериканского континента формируется в океане характерный для Эль-Ниньо термоклин.

Из рисунка 4 (Б) следует, что в холодную фазу ЭНЮК ячейка Уокера приобретает противоположную структуру. Область положительных аномалий геопотенциала, обусловленная второй главной компонентой φ_2 , располагается в восточной части приэкваториальной зоны, а об-

ласть отрицательных значений – в западной части. В таком случае сила барического градиента приобретает направление с востока на запад, обуславливая такое же направление потока масс воздуха в приэкваториальной зоне западного сектора Южного полушария. Под его влиянием образуются течения поверхностных вод с востока на запад, их отток с восточной части и накопление в западной части акватории. В результате у берегов Южной Америки формируется апвеллинг глубинных вод.

4. ВЫВОДЫ

Компонентный анализ, положенный в статье в основу методов исследования, по сравнению с методами разложения случайных процессов по ортогональным полиномам (полиномы Лежандра, Чебышева, Эрмита, Лагера, канонические разложения Пугачева, функции Бесселя) имеет очень важное преимущество, заключающееся в том, что главные компоненты случайных процессов и полей (естественные ортогональные составляющие) несут важную смысловую нагрузку: в компонентном анализе каждый член разложения отражает определенные свойства исследуемых случайных объектов. Разложения по другим перечисленным полиномам являются формальными. Этот факт стал известен ученым, применяющими методы многомерного статистического анализа в своих исследованиях (Хотелинг, Андерсен, Багров, Юдин, Казакевич, Борисенков, Школьный и др.). Компонентный анализ полей показал, что первые три собственных значения исчерпывают большую часть суммарной дисперсии этих полей. Наибольшую нагрузку имеет первая главная компонента, из этого следует, что в широтной зоне западного сектора Южного полушария исследуемые поля геопотенциальных высот будут формироваться под влиянием наиболее крупномасштабных атмосферных процессов.

Отфильтрованные поля аномалий за счет первой, второй и третьей главных компонент при Эль-Ниньо показывают тенденцию формирования зональной ячейки Уокера, свойственной для теплого периода ЭНЮК.

Выявлены тенденции смещения на восток Тихоокеанского максимума в Южном полушарии с раздвоением его на две части, что хорошо

видно из полей аномалий геопотенциальных высот. Зональная циркуляционная ячейка Уокера в теплой и холодной фазах ЭНЮК четко проявляется в полях геопотенциальных высот, если из них выделить ту их часть, которая обусловлена вторыми главными компонентами. Явление Эль-Ниньо во многом до сих пор, несмотря на большое число посвященных ему исследований, остается загадочным. Поэтому любой, даже незначительный результат исследований, характеризующий в определенной мере его свойства, является результатом важным.

Полученные в статье результаты могут быть применены в исследовании телеконекций между полями геопотенциальной высоты 850 гПа и другими характеристиками исследуемого региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А. Л., Жмур В. В. Закономерности формирования явления Эль-Ниньо - Ла-Нинья // Физические проблемы экологии (экологическая физика). Москва: МАКС ПРЕСС, МГУ им. М. В. Ломоносова. Физический факультет, 2005. № 13. С. 35–44.
2. Penland C. A stochastic model of Indo-Pacific sea surface temperature anomalies. *Physica D*, 1996, vol. 98, pp. 534–558.
3. Бышев В. И., Нейман В. И., Бышев В. Г., Романов Ю. А., Серых И. В. О глобальном характере явления Эль-Ниньо в климатической системе Земли // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. № 4. С. 200–208.
4. Гущина Д. Ю., Девитт Б., Петросянц М. А. Объединенная модель тропического Тихого океана и атмосферы. Прогноз явления ЭНЮК 1997–98 гг. // Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2000. № 5. С. 581–604.
5. Гущина Д. Ю., Петросянц М. А. О связи температуры поверхности экваториального Тихого океана с циркуляцией скорости ветра в центрах действия атмосферы // Метеорология и гидрология. 1998. № 12. С. 5–15.
6. Гущина Д. Ю., Петросянц М. А., Семенов Е. К. Эмпирическая модель циркуляции тропической тропосферы в период явления Эль-Ниньо-Южное колебание. Анализ эволюции циркуляционных характеристик // Метеорология и гидрология. 1997. № 2. С. 14–27.
7. Huang B., Schopf S., Shukla J. Coupled ocean-atmosphere variability in the tropical Atlantic Ocean. *CLIVAR Exchanges*, 2002, vol. 7 (no. 3/4), pp. 24–27.
8. Karoly D. J. Southern Hemisphere circulation features associated with El Nino-southern oscillation events. *Journal of Climate*, 1989, no. 2, pp. 1239–1252.

9. Бондаренко А. Л., Жмур В. В. О природе и возможности прогнозирования явления Эль-Ниньо–Ла-Нинья // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 11. С. 39–52.
10. Lau N.-C. Modeling the seasonal dependence of the atmospheric response to observed El Ninos in 1962-76. *Mon. Wea. Rev.*, 1985, vol. 113, pp. 1970-1996.
11. McWilliams J., Gent P. A coupled air-sea model for the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 1978, vol. 35, pp. 962–989.
12. Penland C., Sardeshmukh P. D. The optimal growth of tropical sea surface temperature anomalies. *J. Climate*, 1995, vol. 8, pp. 1999–2024.
13. Trenberth K. E. Spatial and temporal variations of the southern oscillation. *Journal of the Royal Meteorological Society*, 1976, no. 102, pp. 639–653.
14. Школьный Е. П., Майборода Л. А. Атмосфера и управление движением летательных аппаратов. Ленинград, 1973. С. 571.
5. Gushchina D. Yu., Petrosyants M. A. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and climatology*, 1998, no. 12, pp. 5–15. (In Russian)
6. Gushchina D. Yu., Petrosyants M. A., Semenov E. K. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and climatology*, 1997, no. 2, pp. 14–27. (In Russian)
7. Huang B., Schopf S., Shukla J. Coupled ocean-atmosphere variability in the tropical Atlantic Ocean. *CLIVAR Exchanges*, 2002, vol. 7 (no. 3/4), pp. 24–27.
8. Karoly D. J. Southern Hemisphere circulation features associated with El Nino-southern oscillation events. *Journal of Climate*, 1989, no. 2, pp. 1239–1252.
9. Bondarenko A. L., Zhmur V. V. *Meteorologiya i gidrologiya – Meteorology and climatology*, 2004, no. 11, pp. 39–52. (In Russian)
10. Lau N.-C. Modeling the seasonal dependence of the atmospheric response to observed El Ninos in 1962-76. *Mon. Wea. Rev.*, 1985, vol. 113, pp. 1970-1996.
11. McWilliams J., Gent P. A coupled air-sea model for the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, 1978, vol. 35, pp. 962–989.
12. Penland C., Sardeshmukh P. D. The optimal growth of tropical sea surface temperature anomalies. *J. Climate*, 1995, vol. 8, pp. 1999–2024.
13. Trenberth K. E. Spatial and temporal variations of the southern oscillation. *Journal of the Royal Meteorological Society*, 1976, no. 102, pp. 639–653.
14. Shkol'nyy E. P., Mayboroda L. A. *Atmosfera i upravlenie dvizheniem letatel'nykh apparatov* [Atmosphere and traffic control of flying machines]. Leningrad, 1973. P. 571.

REFERENCES

STATISTICAL STRUCTURE OF THE FIELDS OF GEOPOTENTIAL HEIGHTS OF 850 HPA PRESSURE LEVEL IN THE WESTERN SECTOR OF THE SOUTHERN HEMISPHERE

E. P. Shkolnyy, Prof., Dr. Sc. (Tech.),
A. I. Sushchenko, TF, Cand. Sc. (Geogr.)

*Odessa State Environmental University,
 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, 249_Andre@mail.ru*

Study of the El Niño-La Niña is a major challenge for the scientific community. In addition to the impact on weather and climate in different regions of the Earth, this phenomenon is associated with the socio-economic impact for many countries. The task of such a large-scale phenomenon prognosis is associated with considerable difficulties, one of the main problems is the infrequency of its occurrence and changes in the characteristics between the events. Therefore, a comprehensive study of its urgent task for the international scientific community.

This paper presents the results of a study of the statistical structure of the fields of geopotential heights of 850 hPa pressure level in the western sector of the Southern hemisphere. The study was conducted using a component analysis. Decomposition fields of principal components in different scales are shown. Filtered field anomalies suggest tendencies of formation of the zonal Walker' cells, characteristic for the warm period of El Niño, La Niña, when the structure of the Walker' cell is less pronounced. Tendencies offset to the east of the Pacific high in the Southern Hemisphere to split it into two parts, as can be seen from the fields of geopotential height anomalies. The zonal circulation Walker' cell in the warm and cold phases of ENSO is clearly appeared in the fields of geopotential heights, when is highlight the part caused by the second principal components.

Keywords: geopotential field, the main components, the field anomalies, filtered field.

СТАТИСТИЧНА СТРУКТУРА ПОЛІВ ГЕОПОТЕНЦІАЛЬНИХ ВИСОТ ПОВЕРХНІ АТ-850 В ЗАХІДНОМУ СЕКТОРІ ПІВДЕННОЇ ПІВКУЛІ

Є. П. Школьний, д-р техн. наук, проф.,
А. І. Сущенко, асист., канд. геогр. наук

*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, 249_Andre@mail.ru*

Вивчення явища Ель-Ніньо є важливим завданням для наукової спільноти. Даний феномен впливає на погодні умови і клімат в різних районах Землі. У роботі представлені результати дослідження статистичної структури полів геопотенціальних висот поверхні АТ-850 в західному секторі Південної півкулі. Дослідження проводилося за допомогою компонентного аналізу. Показано розкладання полів головних компонент за масштабами. Відфільтровані поля аномалій свідчать про тенденції формування зонального осередку Уокера, властиві для теплого періоду Ель-Ніньо.

Ключові слова: поля геопотенціала, головні компоненти, поле аномалій, відфільтроване поле.

Дата першого подання: 12. 02. 2017

Дата надходження остаточної версії: 16. 05. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.589.6: 551.515.7: 551.50, PACS: 92.40.Zg, 92.60.e, 92.60.Bh

ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА ІДЕНТИФІКАЦІЯ БАРИЧНИХ УТВОРЕНЬ У НИЖНІЙ ТА СЕРЕДНІЙ ТРОПОСФЕРІ

Є. В. Самчук, мол. наук. співроб.

*Український гідрометеорологічний інститут,
пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, evhen.samchuk@gmail.com*

Проаналізовано існуючі підходи до ідентифікації та трекінгу баричних утворень в нижній та середній тропосфері. Розроблено комплексну методику ідентифікації баричних утворень шляхом поетапної ідентифікації осередків високого та низького тиску у приземному полі та геопотенціалу на чотирьох ізобаричних поверхнях. Удосконалено метод найближчого сусіда для побудови траєкторій баричних утворень за весь період їхнього існування. Розроблено автоматизовану систему ідентифікації баричних утворень на території Північної півкулі. Створено базу даних баричних утворень, що існували на території Північної півкулі за період 1976-2016 роки.

Ключові слова: об'єктивна ідентифікація, баричне утворення, циклон, антициклон, реаналіз, траєкторія, програмне забезпечення.

1. ВСТУП

Основними проявами атмосферної циркуляції є циклонічна та антициклонічна діяльність – утворення, еволюція, переміщення та руйнування циклонів і антициклонів у нижній та середній тропосфері. Ці процеси забезпечують глобальне перенесення та перерозподіл атмосферної енергії, тепла та вологи. Тому об'єктивна інформація про їхній перебіг є критично необхідною для опису та систематизації особливостей атмосферних процесів різного типу у різні сезони за різних умов, у зв'язку з чим постає необхідність у забезпеченні точної ідентифікації баричних утворень (далі – БУ) у просторі та часі. Зважаючи на те, що характеристики циклонів та антициклонів помірних широт, такі як інтенсивність, тривалість існування і навіть геометрична форма змінюються в широких межах, об'єктивна ідентифікація БУ є складною задачею. Необхідно враховувати, що існуючі методи ідентифікації БУ стосуються переважно циклонів, в той час як антициклонам приділено набагато менше уваги. Загальною рисою цих методів є те, що в них БУ ідентифікується лише на площині – у полі приземного тиску або на одній з ізобаричних поверхонь. Такий підхід ігнорує вертикальну структуру БУ, а результати його застосування не відображають в повній мірі стан нижньої та середньої тропосфери. Тому метою даного дослідження є розробка комплексу методів, спрямованих на ідентифікацію БУ в усій товщі нижньої та середньої тропосфери з урахуванням їхніх просторових характеристик та еволюції в часі.

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

За останні десятиріччя ідентифікації БУ присвячено велику кількість досліджень, більшість з яких стосується виключно ідентифікації циклонів. Стосовно антициклонів пропонувалось використовувати обернені до ідентифікації циклонів методи, однак окремо дане питання не розглядалось.

Зважаючи на те, що в метеорології нема єдиного підходу до розуміння природи циклонів, існуючі методи ідентифікації циклонів використовують різні величини, що характеризують стан атмосфери. Серед них присутні приземний тиск, його градієнт [1], відносний вихор швидкості вітру [2], висота ізобаричних поверхонь АТ1000 [3] і АТ850 [4], а також лапсасіана геопотенціалу [5, 6]. Також сильно варіюють критерії ідентифікації циклонів. При використанні приземного тиску критерієм може виступати поєднання мінімального тиску та максимального його лапсасіана чи градієнта, або висока (>10 м/с) швидкість приземного вітру. Окремо виділяється група методів, в яких кожен вузол регулярної сітки розглядається як “кандидат” на роль центра циклону шляхом порівняння значення певних величин в ньому з відповідними значеннями в сусідніх вузлах сітки. Також для кожного методу встановлені конкретні умови, за яких попередньо встановлений центр циклону може бути вилучений з набору. Це можуть бути як критичні значення величин, які використовуються для ідентифікації, так і відстань міждобового зміщення положення циклону, тривалість його існування або висота над рівнем моря території, де ідентифіковано циклон [7].

Загальною проблемою розроблених методів є складність встановлення єдиних критеріїв, що задовольняли б усі випадки, а саме величини тиску, баричного градієнта, завихреності, лапласіана тиску в центрі циклона, його просторову конфігурацію тощо. Встановлені ж для даних методів критерії найкраще описують класичні циклони помірних широт, що мають чітко окреслені, геометрично правильні концентричні ізобари. За таких умов ідентифікація малорухомої циклонічної депресії, яка сильно витягнута в одному з напрямків та займає велику площу, ускладнюється тим, що заданим критеріям можуть відповідати не один, а декілька вузлів сітки, що знаходяться всередині неї. Це, в свою чергу, може призвести до труднощів у подальшій побудові траєкторій БУ. Також така процедура ідентифікації більш ресурсоємна у зв'язку з розрахунком похідних від тиску величин.

В даному контексті найбільш перспективними постають методи, в яких циклон ідентифікується не шляхом встановлення його центру, а шляхом виділення в полі тиску ізольованих областей низького тиску [8].

Такими ж різноманітними є і методи об'єднання виділених центрів баричних утворень у траєкторії. Найбільш широко застосовується метод "найближчого сусіда" в його класичному розумінні. Пошук "сусіда" проводиться в обмеженій частині простору навколо останньої точки траєкторії циклону, розмір якої може мати радіус 600-800 км, 10° широти та довготи або площею певного розміру, найчастіше 200 тис. км² [9].

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

При виконанні дослідження було використано дані проекту NCEP/NCAR Reanalysis II, а саме поля приведені до рівня моря атмосферного тиску, а також геопотенціалу на ізобаричних поверхнях 850, 700 та 500 гПа в Євроатлантичному секторі Північної півкулі (90° зх. д. - 180° сх. д., 90-20° пн. ш.) у вузлах регулярної сітки розмірністю 2,5° з часовим інтервалом 6 годин.

При виконанні дослідження застосовувалось комп'ютерне програмування, використовувались методи динамічної метеорології та чисельного моделювання. Отримані результати візуалізовані за допомогою карт.

Розрахункова частина дослідження реалізована на платформі Microsoft.NET за допомогою середовища Microsoft Visual Studio 2015 Community Edition з використанням мови програмування C#.

мування C#.

Для побудови карт використовувався пакет програм Golden Software Surfer 11.

4. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Комплексна методика тривимірної ідентифікації БУ передбачає декілька етапів:

- ідентифікація осередків високого та низького тиску у приземному полі та на ізобаричних поверхнях 850, 700, 500 гПа;
- формування вертикальної структури окремого БУ на основі центрів циклонів та антициклонів, ідентифікованих на різних рівнях;
- відстеження переміщення БУ та його еволюційних змін з часом.

4.1 Ідентифікація осередків високого та низького тиску у приземному полі та на ізобаричних поверхнях

Для ідентифікації осередків високого та низького тиску у приземному полі та на ізобаричних поверхнях розроблено універсальний метод, однаково ефективний незалежно від типу осередка, що ідентифікується, інтенсивності, поточного сезону року та положення відносно інших осередків. Особливості методу будуть описані для випадку ідентифікації осередку низького тиску у приземному полі. Всі положення, викладені нижче, справедливі і для ідентифікації осередків низького геопотенціалу на ізобаричних поверхнях; для ідентифікації осередків високого тиску та геопотенціалу справедливі обернені положення.

Ідентифікації осередків низького тиску у приземному полі передбачає виділення ізольованих областей низького тиску або геопотенціалу шляхом ітераційної фільтрації вузлів регулярної сітки. Спочатку визначається мінімальне та максимальне значення тиску у зоні розрахунку і встановлюється репер – найближче до мінімуму значення тиску, яке більше за нього та кратне 5 гПа, що відповідає кроку побудови ізобар на картах приземного тиску. Після цього з поля тиску, що розглядається, відбираються ті вузли, в яких тиск менший за реперний.

В результаті формується масив, що містить у собі інформацію про широту, довготу та тиск в таких вузлах. Надалі цей масив розділяється на окремі кластери, в кожен з яких входять тільки ті вузли, що безпосередньо прилягають один до одного. Кожен такий кластер є набором вузлів, що знаходяться всередині певної замкнутої ізобари та ізольовані від решти відібраних вузлів.

Всередині кожного кластеру визначається ву-

зол з мінімальним тиском та вузол, що є його геометричним центром точок. Геометричний центр кластера визначається шляхом пошуку вузла в ньому, сума відстаней від якого до інших точок кластера мінімальна. На цьому етапі виділеними виявляються лише осередки низького тиску, інтенсивність яких максимальна для даного поля. Тому реперне значення тиску збільшується на 5 гПа і процедура повторюється. При цьому, починаючи з другого кроку ітерації, проводиться відсіювання тих вузлів сітки, які прилягають до вузлів, використаних на попередньому кроці. Це запобігає повторній ідентифікації раніше виділених осередків низького тиску та суттєво скорочує затрати часу на обробку всього поля. Дана процедура повторюється доти, доки реперне значення тиску не перевищує максимальне для даного поля.

Ідентифікація осередків високого тиску виконується у зворотному напрямі – визначається максимальне реперне значення тиску, яке ітераційно зменшується до 1020 гПа. На ізобаричних поверхнях ітераційна фільтрація здійснюється для усіх (від мінімального до максимального) значень реперного геопотенціалу; крок ітерації для ізобаричних поверхонь становить 4 гп дам.

При розробці методу велика увага приділялась швидкості виконання усіх етапів процедури ідентифікації, з яких найбільш тривалою є процедура кластеризації відібраного масиву вузлів сітки на одному рівні. При об'ємі масиву більше 500 вузлів його обробка може тривати від 5 до 30 секунд, що є неприйнятним при обробці великих часових періодів. Для скорочення витрат часу на процедуру кластеризації перед її початком проводиться аналіз масиву відібраних вузлів і з нього вилучаються ті, які безпосередньо прилягають до тих вузлів, які були відібрані на попередніх рівнях (Рис. 1а-в). Це дозволяє скоротити витрати часу на обробку одного поля до 1 секунди, завдяки чому з'являється можливість відносно швидко обробляти великі масиви даних навіть на малопродуктивних обчислювальних машинах. Результати ідентифікації зберігаються в реляційній базі даних. База даних складається з уніфікованих таблиць, кожна з яких містить інформацію про осередки, ідентифіковані в певний строк, а саме:

- тип осередка,
- екстремальне значення тиску або геопотенціалу в центрі осередка,
- широта та довгота геометричного центру осередка та вузла з мінімальним (максимальним) тиском (геопотенціалом).

4.2 Побудова вертикальних профілів БУ

У попередньому розділі термін "осередок" вживався не випадково. Згідно класифікації БУ виділяються ті, що простежуються в нижніх шарах тропосфери, але відсутні у більш високих її шарах, і навпаки. Тому не можна зробити однозначний висновок про відповідність замкнутої області низького чи високого тиску або геопотенціалу дійсному циклону чи антициклону виключно на основі аналізу баричного поля лише на одному рівні. Для розуміння повної картини стану атмосфери в даний момент необхідно мати уявлення не тільки про взаєморозташування БУ, а й про їхню вертикальну структуру. Тому поняття "баричне утворення", "циклон" та "антициклон" можуть бути введені лише після побудови та аналізу вертикального профілю конкретного БУ.

Побудова вертикальних профілів баричних утворень проводиться з використанням характеристик осередків високого чи низького тиску або геопотенціалу, які були встановлені на попередньому етапі ідентифікації. На вході алгоритм побудови профілю баричного утворення отримує масив, який містить відсортовані за рівнями характеристики осередків. Геометричний центр осередку, ідентифікованого у приземному полі стає першою точкою профілю, після чого послідовно на всіх наступних рівнях починається пошук геометричного центру осередку, який знаходиться на наступному за висотою рівні в радіусі не більше 1000 км від попередньої точки вертикального профілю. На виході алгоритм побудови профілів формує масив даних з характеристиками кожного профілю, а саме його тип (циклональний або антициклональний), географічні координати та значення тиску або геопотенціалу в кожній точці профілю, кількість рівнів, які охоплює профіль та осереднені по профілю географічні координати, що характеризують загальне положення БУ. Задля уникнення переповнення бази даних зберігаються характеристики тільки тих профілів, що охоплюють два і більше рівнів.

4.3 Побудова траєкторій БУ

Важливою характеристикою кожного БУ є тривалість періоду його існування та особливості переміщення впродовж нього. Тому для вирішення таких задач синоптичної практики як, наприклад, побудова збірно-кінематичних карт природних синоптичних періодів, необхідною є побудова траєкторій переміщення БУ.

Для побудови траєкторій використано метод найближчого сусіда в класичному його розумінні.

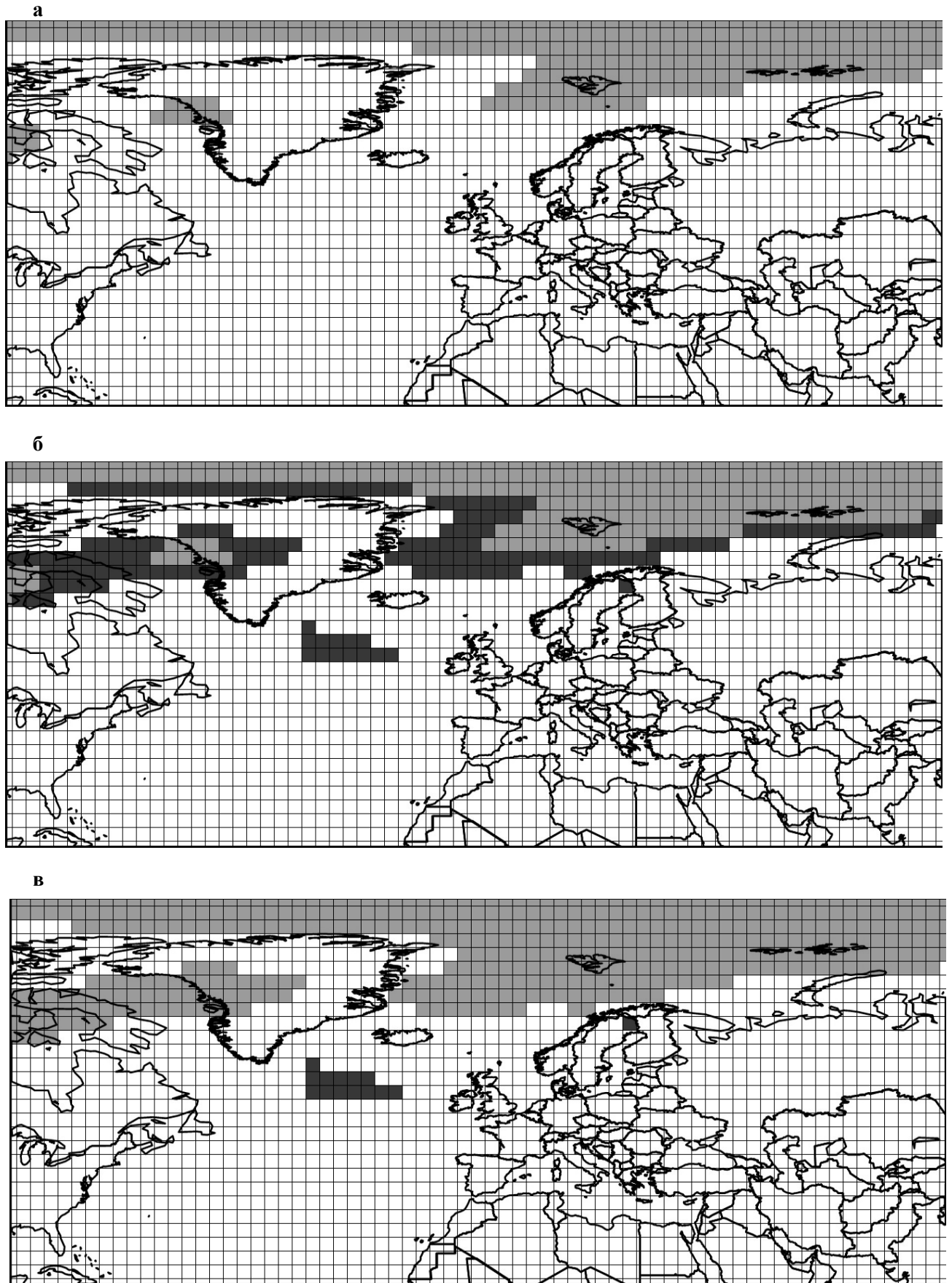


Рис. 1 – Стадії процесу кластеризації вузлів регулярної сітки

Згідно цього методу ланкою траєкторії може бути тільки та точка, абсолютна відстань від якої до попередньої і наступної ланок траєкторії мінімальна з усіх можливих. У застосуванні до побудови траєкторій БУ точками траєкторій виступають осереднені по профілю положення БУ, отримані на попередньому етапі ідентифікації. Максимально допустима відстань між середніми положеннями БУ, які можуть бути об'єднані в одну траєкторію, становить 700 км. Така відстань відповідає середній швидкості переміщення БУ за минулі 6 годин близько 110 кілометрів за годину, що перевищує фактичні швидкості руху циклонів та антициклонів, а відтак виключається можливість розриву траєкторії БУ, що швидко рухається. Також при побудові траєкторії циклонів, починаючи з її другої ланки, враховується напрям його переміщення відносно попереднього кроку. Якщо ці напрями є протилежно спрямованими, дана точка не включається до траєкторії, але її побудова не переривається. Натомість максимально допустима відстань між ланками траєкторії збільшується в 1,5 рази і пошук центра циклону, що задовольнив би умови побудови траєкторії, проводиться серед центрів циклонів наступного строку. У випадку відсутності такого центра побудова траєкторії переривається остаточно. Детальні та інтегральні характеристики,

побудованих у такий спосіб траєкторій, заносяться до бази даних. Ігноруються БУ, тривалість існування яких становить менше 24 годин.

5. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінка точності запропонованого методу ідентифікації проводилась шляхом візуального контролю відповідності ідентифікованих центрів осередків областям низького та високого тиску і геопотенціалу, представлених на картах приземного тиску та абсолютної баричної топографії за 2015 рік, які побудовані на основі тієї ж вихідної інформації, що використовується при ідентифікації. Виходячи з принципу, закладеного в метод ідентифікації, його точність має наближатись до 100%. Однак в процесі апробації методики було встановлено, що у випадках, коли у сітці наявні одиничні вузли, навколо яких, згідно правил проведення ізольній, можна окреслити замкнуту ізобару або ізогіпсу, має місце надлишкова ідентифікація центрів осередків високого та низького тиску або геопотенціалу. Оскільки карти для процедури верифікації будуються з попередньою адаптацією прямокутної сітки до конічної проєкції, такі одиничні вузли (особливо у полярних регіонах) можуть бути взагалі не відображені на карті. Тому фактична точність методу ідентифікації становить 98,2 % (табл. 1, 2).

Таблиця 1 – Точність ідентифікації центрів осередків низького (Ц) та високого (АЦ) тиску та геопотенціалу у полі приземного тиску та на ізобаричній поверхні АТ850.

Місяць	Приземний шар				АТ850			
	Ц		АЦ		Ц		АЦ	
	Всього	Зайві	Всього	Зайві	Всього	Зайві	Всього	Зайві
1	1020	48	1201	90	953	7	572	3
2	929	17	1235	51	954	9	494	7
3	979	38	1057	70	981	6	610	6
4	1061	60	919	74	1061	8	601	5
5	1408	89	644	46	1253	10	626	5
6	1181	40	563	41	1136	13	653	11
7	1222	58	490	27	1127	13	675	6
8	1126	28	740	29	1193	20	727	9
9	1072	43	820	39	1072	3	719	3
10	1116	15	951	23	1060	13	753	2
11	880	29	1026	31	856	11	633	12
12	844	45	1208	74	822	11	617	11
Сума	12838	510	10854	595	12468	124	7680	80
Точність, %	96.2		94.8		99.0		99.0	

Таблиця 2 – Точність ідентифікації центрів осередків низького (Ц) та високого (АЦ) геопотенціалу на ізобаричних поверхнях АТ700 та АТ500.

Місяць	АТ700				АТ500			
	Ц		АЦ		Ц		АЦ	
	Всього	Зайві	Всього	Зайві	Всього	Зайві	Всього	Зайві
1	731	2	320	5	746	7	207	1
2	815	11	296	4	866	7	203	1
3	770	9	342	2	781	7	173	1
4	904	9	371	5	859	8	211	0
5	1059	15	392	2	1061	11	246	3
6	981	9	514	2	989	9	457	5
7	1004	9	613	4	985	9	569	1
8	1037	8	626	2	1033	11	573	5
9	888	7	560	1	856	2	351	2
10	857	8	485	0	854	5	324	1
11	727	15	397	4	808	21	271	9
12	761	8	374	6	825	8	190	3
Сума	10534	110	5290	37	10663	105	3775	32
Точність, %	99.0		99.3		99.0		99.2	

Разом з тим, дана похибка ідентифікації не здатна вплинути на результати, які отримуються на етапі побудови вертикального профілю баричного утворення та його траєкторії.

Завдяки модифікаціям, внесеним у метод найближчого сусіда, стало можливим коректно розділяти циклоні, які швидко рухаються, заповнюються і поглиблюються на невеликій відстані один від одного. Без використання таких доповнень ймовірним стає об'єднання двох різних циклонів в одну траєкторію, що спотворює загальну картину циркуляції атмосфери та вносить похибку в характеристики циклонічної та антициклонічної діяльності.

6. ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Запропонована методика ідентифікації БУ має високу точність, що у поєднанні з невеликими витратами часу на виконання робить її високоефективним інструментом структуризації нижньої та середньої тропосфери. Побудова траєкторій баричних утворень за тривалі проміжки часу дозволяє відстежувати їх впродовж всього періоду існування та отримувати їхні детальні характеристики на різних етапах розвитку. Розроблена методика буде використана при створенні автоматизованої системи побудови збірно-кінематичних карт природних синоптичних процесів та моніторингу розвитку атмосферних процесів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Leckebusch G. C., Koffi, B., Ulbrich, U., Pinto J. G., Spanghel T., Zacharias S. Analysis of frequency and intensity of winter storm events in Europe on synoptic and regional scales from a multi-model perspective, at synoptic and regional scales. *Climate Research*, 2006, vol. 31, pp. 59–74.
2. Benestad R. E., Chen D. The use of a calculus-based cyclone identification method for generating storm statistics. *Tellus*, 2006, vol. 58A, pp. 473–486.
3. Blender R., Schubert M. Cyclone tracking indifferent spatial and temporal resolutions. *Monthly Weather Review*, 2000, vol. 128, pp. 377–384.
4. Hewson T. D., Titley H. A. Objective identification, typing and tracking of the complete life-cycles of cyclonic features at high spatial resolution. *Meteorological Applications*, 2010, vol. 17, pp. 355–381.
5. Trigo R. M. Klaus – An exceptional winterstorm over northern Iberia and southern France. *Weather*, 2011, vol. 66, pp. 330–334.
6. Kew S. F., Sprenger M., Davies H. C. Potential vorticity anomalies of the lower most stratosphere: A 10-yr winter climatology. *Monthly Weather Review*, 2010, vol. 138, pp. 1234–1249.
7. Pinto J. G., Spanghel T., Ulbrich U., Speth P. Sensitivities of a Cyclone Detection and Tracking Algorithm: Individual Tracks and Climatology. *Meteorologische Zeitschrift*, 2005, vol. 14, no 6, pp. 823–838.
8. Балабух В. О. Об'єктивна ідентифікація баричних систем синоптичного масштабу // Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Серія: Географія. 2005. № 51. С. 49–50.
9. Neu U. et al. MILAST: A Community Effort to Intercompare Extratropical Cyclone Detection and Tracking Algorithms. *American Meteorological Society*, 2013, vol. 94, № 4, pp. 529–547.

REFERENCES

1. Leckebusch G. C., Koffi, B., Ulbrich, U., Pinto J. G., Spanghel T., Zacharias S. Analysis of frequency and intensity of

- winter storm events in Europe on synoptic and regional scales from a multi-model perspective, at synoptic and regional scales. *Climate Research*, 2006, vol. 31, pp. 59–74.
- Benestad R. E., Chen D. The use of a calculus-based cyclone identification method for generating storm statistics. *Tellus*, 2006, vol. 58A, pp. 473–486.
 - Blender R., Schubert M. Cyclone tracking indifferent spatial and temporal resolutions. *Monthly Weather Review*, 2000, vol. 128, pp. 377–384.
 - Hewson T. D., Tittley H. A. Objective identification, typing and tracking of the complete life-cycles of cyclonic features at high spatial resolution. *Meteorological Applications*, 2010, vol. 17, pp. 355–381.
 - Trigo R. M. Klaus – An exceptional winterstorm over northern Iberia and southern France. *Weather*, 2011, vol. 66, pp. 330–334.
 - Kew S. F., Sprenger M., Davies H. C. Potential vorticity anomalies of the lower most stratosphere: A 10-yr winter climatology. *Monthly Weather Review*, 2010, vol. 138, pp. 1234–1249.
 - Pinto J. G., Spanghel T., Ulbrich U., Speth P. Sensitivities of a Cyclone Detection and Tracking Algorithm: Individual Tracks and Climatology. *Meteorologische Zeitschrift*, 2005, vol. 14, no 6, pp. 823–838.
 - Balabukh V. O. Objective identification of synoptic-scale baric systems. *Visn. Kyiv. nats. un-tu im. Tarasa Shevchenka. Seriya: Heohrafiya – Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv Bulletin. Ser.: Geogr.*, 2005, no 51, pp. 49–50. (In Ukrainian)
 - Neu U. et al. MILAST: A Community Effort to Intercompare Extratropical Cyclone Detection and Tracking Algorithms. *American Meteorological Society*, 2013, vol. 94, № 4, pp. 529–547.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ БАРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ В НИЖНЕЙ И СРЕДНЕЙ ТРОПОСФЕРЕ

Е. В. Самчук, мл. науч. сотр.

Український гідрометеорологічний інститут, пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, evhen.samchuk@gmail.com

Проанализированы существующие подходы к идентификации и трекингу барических образований в нижней и средней тропосфере. Разработана комплексная методика идентификации барических образований путем поэтапной идентификации очагов высокого и низкого давления в приземном поле и геопотенциала на стандартных изобарических поверхностях. Усовершенствован метод ближайшего соседа для построения траекторий барических образований за весь период их существования. Разработана автоматизированная система идентификации барических образований на территории Северного полушария. Создана база данных барических образований, существовавших на территории Северного полушария за период 1976-2016 годы.

Ключевые слова: объективная идентификация, барическое образование, циклон, антициклон, реанализ, траектория, программное обеспечение.

SPATIAL AND TEMPORAL IDENTIFICATION OF BARIC SYSTEMS IN LOW TROPOSPHERE AND MDTROPOSPHERE

E. V. Samchuk, JRF

Ukrainian hydrometeorological institute, Nauky av., 37, 03028, Kyiv, Ukraine, evhen.samchuk@gmail.com

According to the terms of synoptic meteorology baric systems of low troposphere and midtroposphere are the main objects for research of large-scale circulation processes. Therefore, knowledge of their typical places of origin, their movement and characteristics is extremely critical.

The purpose of this publication consists in analyzing existing methods and algorithms used for identification and tracking of baric systems in low troposphere and midtroposphere. This will allow for distinguishing the most output data and methods for further usage.

Results. A unified methodology for identification and tracking of baric systems was developed. It is based on a step-by-step identification of isolated clusters of low and high pressure or geopotential height throughout the entire depth of low and middle troposphere from a ground level to a 500 hPa isobaric level. Centers of clusters on different levels over a specific period of time are integrated in a single vertical profile which represents a certain baric system. Tracking of baric system movement is conducted using the method of the nearest neighbor which was improved to ensure more accurate detection of fast-moving and short-living cyclones. A software application for automatic identification of baric systems in the Northern Hemisphere and generation of sets of kinematic maps of natural synoptic periods was developed. A database of baric systems which existed in the Northern hemisphere during 1976-2016 was also created.

Keywords: identification of objects, baric system, cyclone, anticyclone, reanalysis, trajectories, software.

Дата першого подання.: 02. 02. 2017

Дата надходження остаточної версії : 07. 03. 2017

Дата публікації статті : 29. 06. 2017

УДК 551.50

ТЕХНОЛОГИИ СОСТАВЛЕНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. Н. Сумак, ведущий инженер-синоптик
В. Н. Шакур, ведущий инженер-программист

Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, пр. Независимости, 110, 220114, Минск, Республика Беларусь, katyasbelarus@gmail.com

В статье указана структура гидрометеорологической службы Республики Беларусь. Выделены основные цели и задачи гидрометеорологической деятельности страны. Описываются технологии составления краткосрочных прогнозов погоды и штормовых предупреждений с использованием различных источников информации. Представлены данные по наблюдательной сети страны. Изложена краткая информация об использовании численных моделей прогноза погоды, в частности модели WRF, счёт которой осуществляется на кластерной системе в Гидромете. Отдельное внимание уделено гидрометеорологической продукции службы метеопрогнозов, показана структура гидрометеорологического бюллетеня для Президента страны. Указаны градации рисков, на основании которых выделяется цветовой код для передачи прогнозной метеорологической продукции.

Показаны проблемы гидрометеорологической деятельности республики и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: мониторинг, прогноз погоды, численные модели атмосферы, гидрометеорологическая деятельность, перспективы развития.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время гидрометеорологическую деятельность в Республике Беларусь осуществляют: Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, областные центры по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2 межрайонных центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 51 метеорологическая, 2 гидрологические, 9 специализированных (6 агрометеорологических, станция фонового мониторинга, озёрная, болотная), 8 авиационно-метеорологических станций, 99 речных и 10 озерных гидрологических постов.

Основными целями деятельности гидрометеослужбы страны являются: осуществление сбора, обработки, анализа, хранения и предоставления гидрометеорологической информации с сети гидрометеорологических наблюдений; изучение региональных изменений климата; обеспечение в установленном порядке государственных органов, отраслей экономики, юридических лиц и граждан гидрометеорологической информацией.

При этом первостепенными задачами гидрометеорологической службы является составление прогнозов погоды различной заблаговременности и своевременное предупреждение об опасных метеорологических явлениях с целью снижения угрозы жизни населения и минимизации

ущерба экономике.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В решении задачи обеспечения прогнозами погодных условий и своевременными предупреждениями об опасных явлениях погоды в Республике Беларусь ключевую роль играет служба метеорологических прогнозов Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды (Гидромет).

В отделе краткосрочных прогнозов и неблагоприятных и опасных явлений погоды осуществляется непрерывный мониторинг метеорологических условий, необходимый для выявления изменений в погодных условиях и, особенно в возникновении опасных явлений погоды. Процесс мониторинга включает в себя постоянный комплексный обзор всей синоптической информации, поступающей как от наблюдательных центров, так и от прогностических подразделений (рис. 1).

Начало дежурства специалистов-синоптиков главного гидрометеорологического центра страны начинается с рассмотрения текущей метеорологической ситуации, которое включает в себя установление происхождения и общий характер текущих атмосферных процессов, определяющих погодные условия по региону обслуживания, в соответствии с общепринятыми типизациями метеорологических процессов синопти-

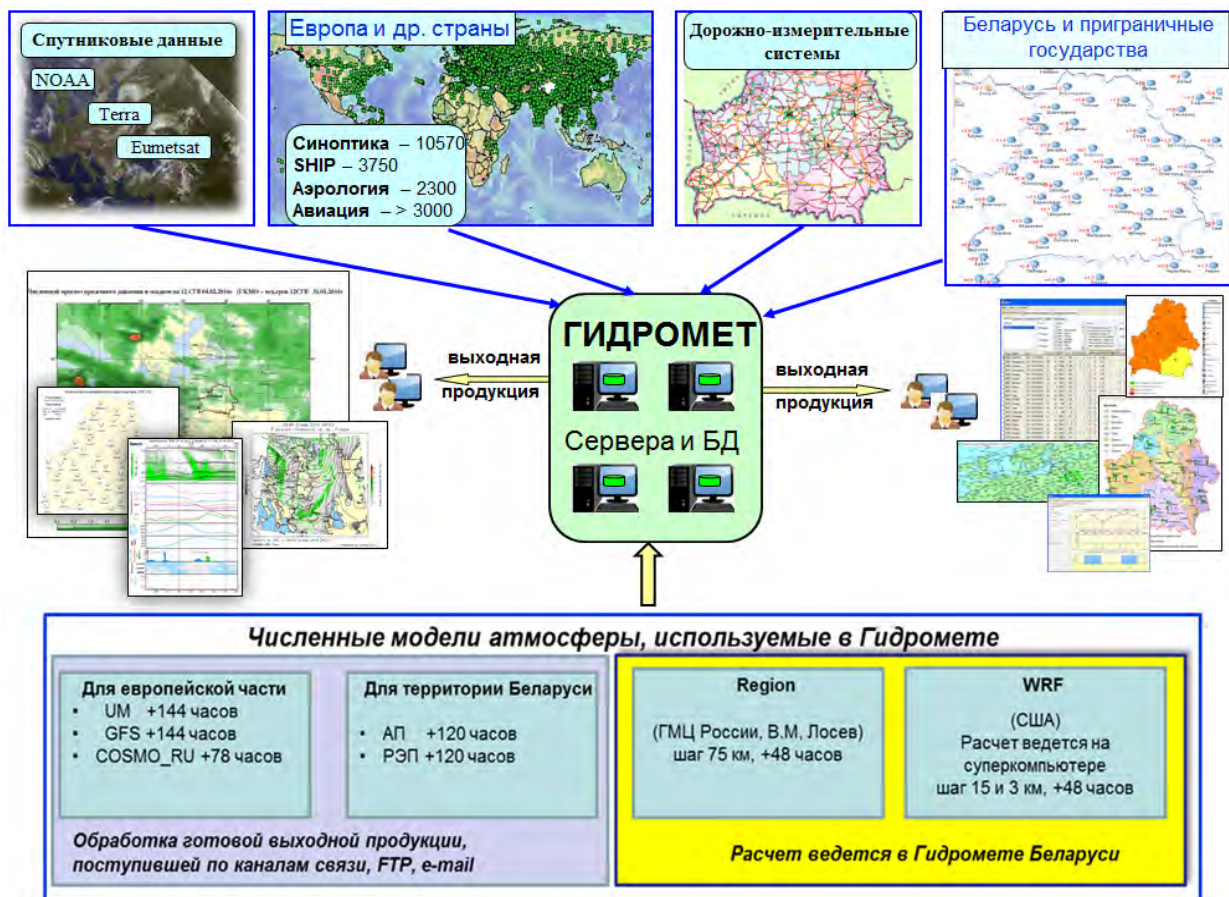


Рис. 1 – Схема обеспечения гидрометеорологической информацией службы метеорологических прогнозов Гидромета Республики Беларусь

ческого и мезомасштабов. Выявление сходства текущей ситуации с определенными типовыми процессами позволяет задействовать концептуальные модели последних и дает априорное представление о возможном характере сопутствующих явлений погоды. В дальнейшем выявляются особенности текущей типовой ситуации, проводится фронтальный анализ полей метеорологических параметров с использованием синоптических карт, аэрологических данных, спутниковой информации и данных радиолокаторов.

Для успешного прогнозирования погодных условий и опасных явлений погоды важную роль играет наличие хорошо отлаженной системы наблюдений (приземных и высотных), использование современных технических средств, обмен штормовыми оповещениями с сопредельными государствами.

В системе международного (в том числе двухстороннего и в рамках СНГ) обмена информацией задействована 51 станция наблюдательной сети Республики Беларусь, из них 31 стан-

ция включена в список Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). На 25 метеостанциях страны установлены автоматические станции метеорологических наблюдений «Vaisala», которые также используются для анализа складывающейся синоптической обстановки и информирования СМИ. Между тем в последние годы по стране было ликвидировано 4 наблюдательных пункта, в 10 пунктах сократилась программа наблюдений в ночное время, что снизило качество информации о наблюдаемых неблагоприятных и опасных явлениях погоды.

В Гидромете Республики Беларуси действует автоматическая информационная система штормовых оповещений, поступающих с сети метеонаблюдений в коде WAREP с отображением в расшифрованном виде на мониторе компьютера, а также в виде светового сигнала на специальной штормовой карте в режиме реального времени. При этом штормовая информация поступает как от метеостанций Беларуси, так и сопредельных государств: Латвии, Литвы, России и Украины.

Действующая в Республике Беларусь сеть МРЛ включает 3 радиолокатора – в Бресте, Гомеле и Минске. В 2009 году в Национальном аэропорту Минск взамен МРЛ-5 установлен доплеровский МРЛ «Meteor 500-C», который в апреле 2011 г. был введен в оперативную работу. На базе ДМРЛ установлены два автоматизированных программно-аппаратных комплекса: «Метеоячейка» и «Rainbow», терминалы которых находятся и в отделе краткосрочных прогнозов и неблагоприятных и опасных явлений погоды Гидромета. Комплексы работают в автоматическом режиме, что позволяет полностью сканировать радиолокационное пространство каждые 15 минут, предоставляя возможности для анализа облачности в радиусе до 200 км и определения метеорологических явлений, видимости, расчета скорости шквалов, интенсивности осадков и т.д. Использование программных комплексов позволило повысить оправдываемость штормовых предупреждений в столичном регионе. В Гомеле в 2015 г. был установлен ДМРЛ с программным комплексом «Rainbow». В Бресте действует МРЛ-5 1991 г. выпуска, который с 2006 г. является полностью автоматизированным.

С 2009 по 2014 г. гидрометеорологическая служба Республики Беларусь принимала участие в международном проекте BALTRAD. Цель этого проекта состояла в том, чтобы создать для Балтийского региона современную сеть МРЛ, работающую в реальном времени, путём расширения существующей радарной сети NORDRAD, объединяющую метеорологические радиолокаторы Швеции, Норвегии и Финляндии. Участниками проекта являлись национальные метеослужбы Финляндии и Дании, а также метео- и гидрологические службы Швеции, Эстонии, Латвии, Польши, России, Беларуси, Норвегии, Литвы и Германии. Эти метеослужбы имеют собственную сеть МРЛ, что явилось гарантией успешности функционирования BALTRAD. Технологии BALTRAD базируются на сетевом программном обеспечении, поддерживающем стандарт обмена данными в пределах информационной системы ВМО. Таким образом, проект создал механизмы, с помощью которых производится обмен данными погодных радаров. В ходе реализации проекта была создана современная, работающая в реальном времени метеорологическая радиолокационная сеть, объединяющая Республику Беларусь со странами Балтийского региона. Это важно для нашей страны, поскольку значительная часть погодных условий над территорией республики определяется поступ-

лением воздушных масс со стороны Балтийского моря.

Аэрологическое зондирование атмосферы в Республике Беларусь осуществляется в пунктах Брест и Гомель, как правило, два раза в сутки. Построенные по аэрологическим данным диаграммы дают наглядное представление о ходе метеорологических элементов с высотой, что позволяет выявлять ряд важных характеристик состояния атмосферы, таких как массовая доля водяного пара, относительная влажность воздуха, виртуальная температура, высоты основных изобарических поверхностей, потенциальная и псевдопотенциальная температура воздуха, уровень конвекции.

В круглосуточной работе синоптиков широко применяется спутниковая информация: установлены станции по приему информации со спутников NOAA-18 и NOAA-19, TERRA, METOP-A, METEOSAT, что позволяет выявлять мезомасштабные образования, оценивать водность облаков, своевременно распознавать облачные системы, которые могут вызвать комплекс конвективных опасных явлений погоды, таких как грозы, град, шквалы. Установление в Гидромете Республики Беларусь DAWBEE station (база данных спутниковой информации для стран Восточной Европы и Западных Балкан) в 2010 г. позволило значительно повысить качество краткосрочных штормовых предупреждений и прогнозов погоды.

В оперативной синоптической практике используется система анализа состояния поверхности дорожного полотна и погодных условий «Метеомагистраль», которая предназначена для измерения метеорологических величин, характеризующих состояние поверхности дороги и прилегающего к ней слоя атмосферы, а также для проведения полного анализа физических процессов с целью выдачи информации о состоянии поверхности дороги и предупреждений о возможности образования гололеда. Система «Метеомагистраль» расширила спектр данных наблюдений, применяемый при подготовке прогнозов погоды и штормовых предупреждений. В частности в распоряжении синоптиков отдела краткосрочных прогнозов в автоматическом режиме имеются данные свыше 60 дорожных станций, позволяющих получать информацию о температуре воздуха и поверхности дороги, относительной влажности, факте наличия или отсутствия осадков, состоянии дорожного покрытия.

Программный комплекс «ГИС Метео» позволяет синоптикам выполнять обработку призем-

ных синоптических карт с помощью компьютерных средств для дальнейшей передачи их специалистам службы связи и телекоммуникаций, областным гидрометеоцентрам и военным синоптикам страны. Комплекс имеет удобный графический интерфейс для работы с аэросиноптическим материалом. При помощи различных компонент по заранее подготовленному сценарию в интерактивном режиме или автоматически подготавливает многочисленные слои информации на фоне географических карт любого масштаба необходимой для проведения синоптического анализа.

В службе метеорологических прогнозов установлен грозопеленгатор-дальномер «Alwes», входящий в оперативную наблюдательную сеть северо-западного региона Российской Федерации и позволяющий обнаруживать грозовые разряды в реальном времени с целью оперативного определения пространственно-временного распределения зон электрической активности конвективных облаков. Данные регистрации грозовых разрядов обновляются каждые 10 мин. Сеть грозопеленгаторов позволяет обнаруживать грозовые разряды на расстоянии до 2000 км, тем самым обеспечивая дополнительной информацией синоптиков об электрической активности конвективных грозовых облаков на обширной территории Европы, что способствует своевременному выявлению грозовых очагов и позволяет заблаговременно предупредить об угрозе возникновения конвективных явлений.

При составлении краткосрочных прогнозов погоды (КПП) специалист-синоптик использует результаты расчетов численных моделей атмосферы, которые представлены в виде таблиц, графиков, карт, метеограмм, аэрологических диаграмм и др.

Источником материалов по численному прогнозу погоды являются как интернет-ресурсы, так и информация, поступающая из других прогностических центров и производимая непосредственно в Гидромете.

В современных условиях ежедневно при подготовке прогнозов погоды синоптики анализируют данные не менее 5 интернет-сайтов, содержащих прогностическую информацию, рассчитанную с помощью так называемых «новых численных моделей» ведущих европейских стран, имеющих в свободном доступе для потребителей. Эти численные модели позволяют получить прогностическую информацию различной заблаговременности полей облачности, осадков, некоторых метеорологических явлений. Кроме того, ресурсы Интернета дают возмож-

ность отслеживать приближение грозовых очагов с территорий, которые не охватывают наши радиолокаторы, а также просматривать снимки геостационарных спутников.

Для анализа ожидаемого развития атмосферных процессов в целом над европейской территорией в Гидромете Республики Беларусь используется выходная продукция глобальных моделей GFS (США) с пространственным разрешением 0.25° и UM (Великобритания) с пространственным разрешением 0.8° и 1°.

Также используется выходная продукция некоторых численных моделей Росгидромета: САП – статистический ансамблевый прогноз по А. Н. Багрову (прогноз приземной температуры, давления и осадков для областных центров с 6-часовым интервалом); РЭП – статистическая модель расчета элементов погоды (прогноз минимальных и максимальных температур, приземного давления и количества осадков для областных центров с 6-часовым интервалом); COSMO-RU – региональная версия модели консорциума COSMO (карты прогноза облачности, осадков и приземного давления, метеограммы, расчетные значения некоторых других метеозадаваемых элементов).

С 2003 года в Гидромете реализован счёт региональной гидростатической модели Гидрометцентра России (автор В. М. Лосев), с горизонтальным шагом 75 км. В качестве исходных данных для модели используется объективный анализ, подготовленный в Росгидромете. Счёт ведётся для исходных сроков 00 и 12 UTC, заблаговременность прогнозов – до 48 часов.

С 2012 года в Гидромете на базе кластерной системы осуществляется счёт мезомасштабной численной модели WRF-ARW. В 2014 году система мезомасштабного прогнозирования на основе модели WRF-ARW, включающая в себя расчёт модели, обработку выходной продукции, визуализацию и верификацию прогнозов, стала оперативной [1, с. 29-42].

На сегодняшний день запуск модели осуществляется 3 раза в сутки, по данным за исходные сроки 00, 06 и 12 UTC. В качестве исходных данных для расчёта мезомасштабной модели используется прогностическая продукция модели GFS с шагом 0.25°. Выходная продукция модели WRF имеет временную дискретность 1 час, заблаговременность прогноза составляет 48 часов. Настройка модели выполнена для двух доменов: 1-ый для территории Европы с пространственным разрешением 15 км, 2-ой домен – для территории Республики Беларусь с шагом по горизонтали 3 км (рис. 2). Результаты моделиро-

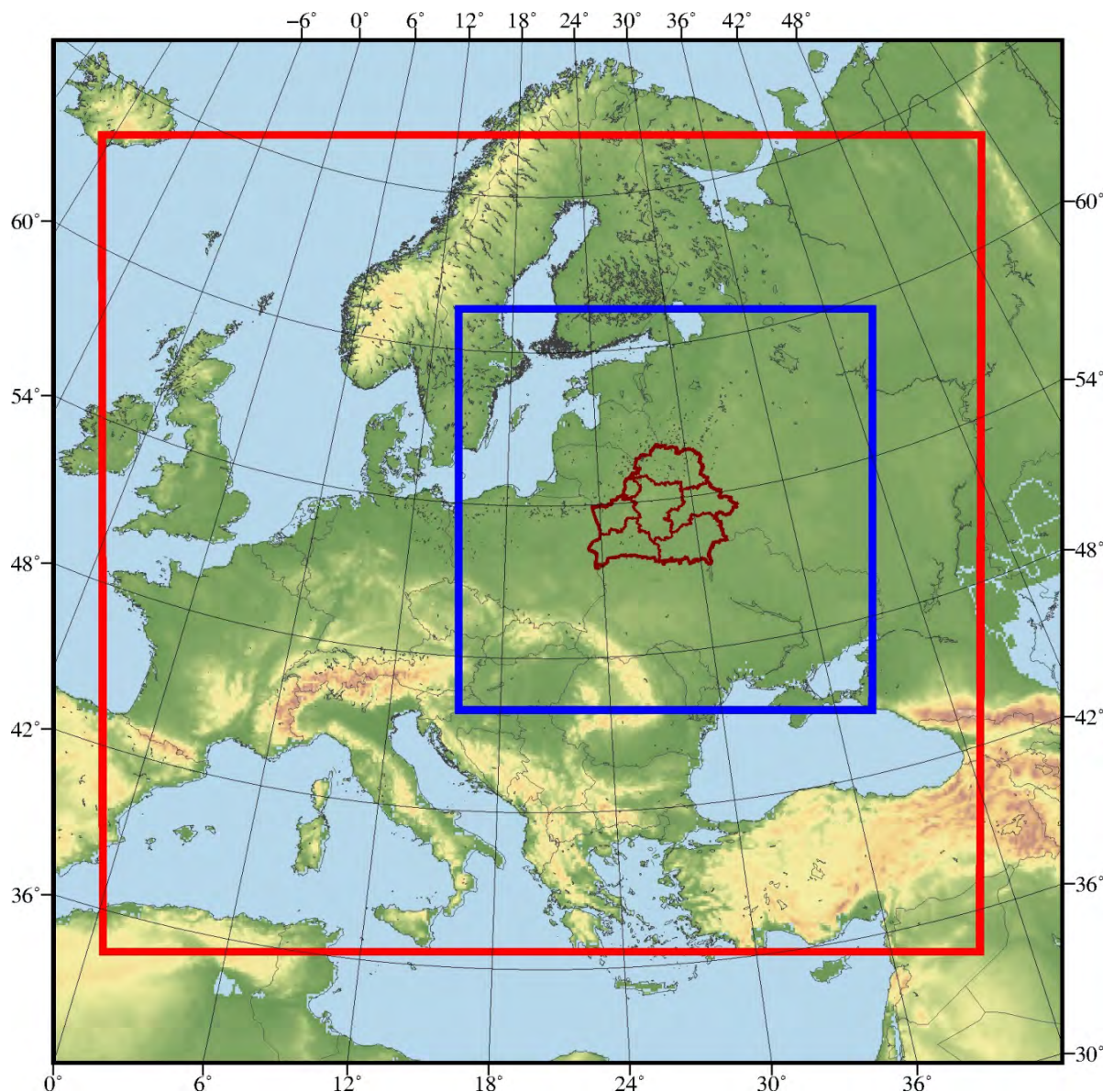


Рис. 2 – Домены для счёта модели WRF (внешняя рамка – для домена с шагом 15 км, внутренняя – 3 км).

вания с шагом 3 км особенно актуальны при составлении прогнозов опасных метеорологических явлений, имеющих локальный характер. Помимо оперативной версии модели WRF-ARW проводится экспериментальный счѐт для других конфигураций модели. В рамках научно-исследовательских работ были протестированы различные схемы параметризации физических процессов (параметризации пограничного слоя, микрофизики, конвекции), а также использование статистических геоданных высокого разрешения). Результаты экспериментального моделирования оценивались с помощью созданной системы верификации [1, с. 44-65; 2, с. 74-76]. Наиболее успешные конфигурации экспериментальных расчѐтов внедряются в оперативную работу.

В 2016 году реализован экспериментальный счѐт модели WRF на основе уточнения исходных данных за счѐт усвоения синоптической информации. Также начаты работы по внедрению системы WRFDA (WRF Data Assimilation), позволяющей усваивать трехмерные метеоданные со спутников и метеорологических локаторов.

По данным численных прогностических моделей также рассчитываются дополнительные параметры возникновения таких конвективных опасных явлений, как гроза, град, шквалистое усиление ветра, а также тумана (радиационного и адвективного) и гололѐда.

Результаты численного прогноза по модели WRF доступны на веб-ресурсах Гидромета: <http://wrf.pogoda.by> и <http://meteoinfo.by>.

На основе анализа всего имеющегося в распоряжении фактического и прогностического аэросиноптического материала осуществляется подготовка гидрометеорологической продукции в Гидромете Республики Беларусь, которая затем распространяется во все сетевые подразделения гидрометеорологической службы страны. Согласно схеме гидрометеорологического обеспечения, прогностическая и фактическая метеорологическая информация передается Президенту Республики Беларусь, Премьер-министру, МЧС, в Совет Безопасности, министерствам и ведомствам, предприятиям и организациям различных отраслей экономики.

С января 2005 года Гидрометом Республики Беларусь осуществляется выпуск гидрометеорологического бюллетеня для Президента страны. Форма и содержание представляемого материала изменяется в зависимости от потребностей и требований. В настоящий момент гидрометеорологический бюллетень состоит из 7 разделов:

- первый раздел включает в себя прогноз опасных и неблагоприятных гидрометеорологических явлений;
- во второй раздел помещается информация о погодных условиях за прошедшие дни и анализ фактической спутниковой информации;
- в третьем разделе представляется прогностическая продукция на ближайшие сутки, на последующие двое суток и недельный прогноз с графиком хода минимальной и максимальной температуры воздуха;
- в четвертом разделе помещается гидрологическая информация;
- в пятом разделе располагается агрометеорологическая информация;
- в шестом разделе предоставляется анализ количества выпавших осадков по республике за прошедшую неделю с качественной оценкой оправдываемости прогноза;
- в седьмом разделе указываются различные климатические характеристики.

Кроме того, гидрометеорологический бюллетень также содержит приложения, в которых помещается различный дополнительный прогностический и аналитический материал в виде статей, метеорологических обзоров, а в теплое время года дается информация о температуре воды на реках и водоемах Республики Беларусь, а также на черноморских и прибалтийских курортах.

Подготовка и выпуск экстренной информации при угрозе возникновения опасного явления (ОЯ) погоды включает в себя выявление зон

потенциальной угрозы возникновения ОЯ, прогноз времени возникновения и интенсивности ОЯ, составление штормового предупреждения (штормового оповещения), передачу штормового предупреждения (штормового оповещения) потребителям в соответствии с заключенными договорами и планами-схемами по автоматической системе факс-сообщений с регистрацией подтверждения об их получении.

В 2012 г. в столице Республики Беларусь был введен план оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации, связанные с подтоплением территорий г. Минск, «Посейдон», в зимний период – план «Пурга». Задачей Гидромета Республики Беларусь является предоставление в центр оперативного управления Минского городского управления МЧС прогноза о приближении опасных атмосферных явлений и дальнейшей ежечасной, а при необходимости и более частой консультации специалистов МЧС о складывающейся синоптической обстановке.

Для идентификации степени гидрометеорологической опасности и для лучшего восприятия прогнозов погоды, содержащих предупреждения о неблагоприятных и опасных метеорологических явлениях, Гидромет Республики Беларусь с 1 июня 2013 года ввел специальный цветовой код. Шкала кода состоит из 4 цветов, которые представляют собой различные градации рисков: погода неопасна («зеленый»); погода потенциально опасна («желтый»); погода опасна («оранжевый»); погода очень опасна («красный»).

Цветовой код применяется к прогнозной метеорологической информации на предстоящие сутки по территории республики, областям и областным центрам. Уровень метеорологической опасности определяется с учетом характеристик и критериев опасных и неблагоприятных метеорологических явлений согласно ТКП [3, с 6-7]:

- погода потенциально опасна («желтый») – местами (в отдельных районах республики, области) ожидаются неблагоприятные метеорологические явления, которые обычны для территории страны, но могут представлять опасность для отдельных видов социально-экономической деятельности;
- погода опасна («оранжевый») – на территории республики (области) ожидаются неблагоприятные метеорологические явления, которые могут негативно повлиять на социально-экономическую деятельность и привести к значительному материальному ущербу и возможным человеческим жертвам;
- погода очень опасна («красный») – на территории республики (области) ожидаются опасные

метеорологические явления (либо опасные метеорологические явления в комплексе с неблагоприятными метеорологическими явлениями), которые могут привести к серьезному материальному ущербу и человеческим жертвам.

Прогнозная метеорологическая информация на предстоящие сутки с применением цветового кода доводится до потребителей только в случаях, когда ожидаются неблагоприятные метеорологические явления (оранжевый уровень опасности) и опасные метеорологические явления (красный уровень опасности).

Прогнозная метеорологическая информация в цветовом коде предназначена в основном для населения и доводится через средства массовой информации. Также цветовой код используется при оформлении прогнозов погоды для органов государственного управления.

Для определения эффективности работы прогностических подразделений, все составленные в Гидромете прогнозы погоды и штормовые предупреждения оцениваются по критериям и формулам, предусмотренным действующими Правилами составления и оценки КПП общего назначения [3, с. 14-29].

3. ВЫВОДЫ

В настоящее время, учитывая возрастающее влияние изменений климата на устойчивость развития экономики и обусловленное этими изменениями усиление экстремальности проявления погодных условий, отмечается, с одной стороны, увеличение спроса потребителей на гидрометеорологическую информацию при одновременном повышении требований к ее качеству, достоверности и пространственно-временным характеристикам, с другой стороны - серьезное отставание развития технической и методической баз от современного уровня. Это несоответствие способствует росту дисбаланса между спросом на указанную информацию и возможностями ее формирования и предоставления, что является проблемой при осуществлении гидрометеорологической деятельности.

Исходя из этого, в Республике Беларусь была разработана Стратегия развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 года, направ-

ленная на решение указанных проблем [4].

Согласно стратегии, в ближайшей перспективе основным источником гидрометеорологической информации будет оставаться государственная сеть гидрометеорологических наблюдений. Для её развития и модернизации предполагается внедрение автоматических станций приземных метеонаблюдений, современных средств телекоммуникации и обработки информации; приобретение и установка дополнительных доплеровских радиолокаторов и грозорегистраторов; усовершенствование сети пунктов аэрологических наблюдений. Планируется объединение всех установленных средств наблюдений в единую сеть с целью создания и развития национальной системы штормового предупреждения об опасных и неблагоприятных условиях погоды, что позволит существенно повысить точность и своевременность краткосрочных и сверхкраткосрочных прогнозов и штормовых предупреждений.

Также требует совершенствования научно-методическая база. Многие из используемых методик составления прогнозов и их оценки устарели и не учитывают современных потребностей и возможностей, в особенности при составлении детализированных локальных прогнозов. Необходимо проработать использование вероятностных прогнозов.

Нуждается в дальнейшем совершенствовании система мезомасштабного численного моделирования, которое на данном этапе предполагается осуществлять с помощью улучшения исходных данных для запуска модели WRF за счёт усвоения метеоданных, получаемых методами дистанционного зондирования. Повышение качества численного прогноза погоды способствует улучшению прогнозов, составленных синоптиками, который имеет оправдываемость 95 % в интервале 3° для температуры воздуха на следующий день. При этом необходимо помнить, что существует предел предсказуемости при прогнозе метеопараметров.

Развивающиеся новые технологии со временем способны существенно расширить возможности краткосрочных прогнозов погоды и в значительной степени трансформировать процесс его подготовки.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность профессору кафедры метеорологии и климатологии Одесского государственного экологического университета, д-ру геогр. наук Семеновой И. Г. за ценные профессиональные замечания к данной статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение набора параметров верификации рабочей версии программно-методического комплекса мезо-прогнозирования атмосферных процессов: отчёт о НИР (заключ.), 23.12.2014 / отв. исполнитель И. А. Деменцова. Минск, 2014. 87 с. № ГР 20130940
2. Лаппо П. О., Шакур В. Н., Прохареня М. Результаты верификации модели WRF-ARW в Гидромете Республики Беларусь // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 358. С. 67–77.
3. ТКП 17.10-06-2008 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Гидрометеорология. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения. Минск, 2008. 34 с.
4. Стратегия развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030

года. URL: <http://hmc.by/category/rhmc/norm> (дата обращения: 15.01.2017).

REFERENCES

1. *Determination of the set of verification parameters for the work version of the program-methodical complex of meso-prognosing of atmospheric processes*. Resp. executor I. A. Dementsova. Minsk, 2014. 87 p. № GR 20130940. (In Russian)
2. Lapo P. O., Shakur V. N., Prakharenia M. *Trudy Gidromettsentra Rossii – Proceedings of Hydrometcentre of Russia*, 2015, vol. 358, pp. 67–77. (In Russian)
3. ТКП 17.10-06-2008 (02120). *Okhrana okruzhayushchey sredy i prirodopol'zovaniye. Gidrometeorologiya. Pravila sostavleniya kratkosrochnykh prognozov pogody obshchego naznacheniya* [Environmental protection and nature management. Hydrometeorology. Rules for composing of short-term general weather forecasts]. Minsk, 2008. 34 p.
4. *Strategiya razvitiya gidrometeorologicheskoy deyatel'nosti i deyatel'nosti v oblasti monitoringa okruzhayushchey sredy Respubliki Belarus' na period do 2030 goda* [The development strategy of the hydrometeorological activity and activity in the field of environmental monitoring of the Republic of Belarus until 2030] URL: <http://hmc.by/category/rhmc/norm>

TECHNOLOGIES OF MAKING METEOROLOGICAL WEATHER FORECASTS IMPLEMENTED IN THE HYDROMETEOROLOGICAL DEPARTMENT OF THE REPUBLIC OF BELARUS

E. N. Sumak, Lead Forecast Engineer,
V. N. Shakur, Lead Software Engineer

*Center of hydrometeorology and control of radioactive contamination
and environmental monitoring of the Republic of Belarus
av. Nezavisimosti, 110, 220114, Minsk, Republic of Belarus, katyasbelarus@gmail.com*

The article describes the methods of making short-term weather forecasts and storm warnings in the Hydrometeorological Department of the Republic of Belarus using different sources of information (monitoring of synoptic situation, use of various satellite information, radar data etc.). It presents information about an observation network operating in the country (upper-air and surface observations). It also indicates the aims and results of the BALTRAD project resulting in creation of a modern, real-time meteorological radar network which connects the Republic of Belarus and the countries of Baltic region.

The article contains short information about use of numerical weather forecasting models, in particular, the mesoscale model WRF-ARW which runs on the cluster system available in the Hydrometeorological Department. The GFS model data (0.25° increment) are used as a source of input data for modelling. Once launched the WRF model generates a forecast with advance time of 48 hours while time resolution of output data is equal to 1 hour. Calculation is performed as per "nested grids" with two domains having spatial resolution of 15 and 3 km which provides detailed information and enables making forecasts of local phenomena.

Special attention is paid to products of the department of meteorological forecasts, especially to the hydrometeorological bulletin for the President with its structure being specified. The risk gradations are shown and characterized with allocation of colour codes based thereon in order to introduce respective forecast meteorological products: the weather is not dangerous ("green"); the weather is potentially dangerous ("yellow"); the weather is dangerous ("orange"); the weather is very dangerous ("red").

The article specifies current problems arising during conduction of hydrometeorological activities and the ways they can be solved as indicated in the Strategy for Development of Hydrometeorological and Environmental Monitoring Activities in the Republic of Belarus until 2030.

Keywords: monitoring, weather forecast, numerical models of atmosphere, hydrometeorological activity, development prospects.

ТЕХНОЛОГІЇ СКЛАДАННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРОГНОЗІВ ПОГОДИ В ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІЙ СЛУЖБІ РЕСПУБЛІКИ БІЛОРУСЬ

К. М. Сумак, провідний інженер-синоптик
В. М. Шакур, провідний інженер-програміст

*Республіканський центр з гідрометеорології, контролю радіоактивного
забруднення та моніторингу навколишнього середовища,
пр. Незалежності, 110, 220114, Мінськ, Республіка Білорусь, katusbelarus@gmail.com*

У статті вказана структура гідрометеорологічної служби Республіки Білорусь. Виділено основні цілі і завдання гідрометеорологічної діяльності країни. Описуються технології складання короткострокових прогнозів погоди і штормових попереджень з використанням різних джерел інформації. Представлені дані по спостережній мережі країни. Викладена коротка інформація про використання чисельних моделей прогнозу погоди, зокрема моделі WRF, рахунок якої здійснюється на кластерній системі в Гідрометі. Окрему увагу приділено гідрометеорологічній продукції служби метеопрогнозів, показана структура гідрометеорологічного бюлетеня для Президента країни. Вказані градації ризиків, на підставі яких виділяється колірний код для передачі прогнозної метеорологічної продукції.

Показані проблеми гідрометеорологічної діяльності республіки і перспективи подальшого розвитку.

Ключові слова: моніторинг, прогноз погоди, чисельні моделі атмосфери, гідрометеорологічна діяльність, перспективи розвитку.

Дата першого подання: 13. 03. 2017

Дата надходження остаточної версії: 05. 04. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.515.4, PACS number 92.60Aa:

ПРОГНОЗ КОНВЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ В ГИДРОМЕТЕОЦЕНТРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М. И. Прохареня, инженер-программист

ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», пр. Независимости, 110, 220114, г. Минск, Республика Беларусь, maryprokharenya@gmail.com

Приводятся способы прогноза конвективных процессов с использованием выходной продукции численных моделей с различным пространственным разрешением. Представлены способы прогноза конвективных явлений, использующиеся в Гидромете Республики Беларусь. Анализируется состояние атмосферы при интенсивной конвекции над территорией Республики Беларусь 13 июля 2016 г. Дается оценка методов прогноза гроз Решетова Г. Д. и Славина И. А. Рассмотрен прогноз конвективных явлений с помощью численной модели WRF-ARW. Результаты выполненной работы показали, что для прогноза конвективных явлений требуется использование моделей с высоким пространственным разрешением.

Ключевые слова: индексы неустойчивости, метод Решетова Г. Д., метод Славина И. А., категориальная оценка, Республика Беларусь.

1. ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач метеорологии является выявление опасных явлений погоды, связанных с зонами активной конвекции (ливней, града, шквалов), исследование их повторяемости, условий возникновения и прогнозирования. Актуальность решения этой задачи подтверждают фактические данные об ущербе, причиняемом отраслям экономики: опасные явления нарушают бесперебойную работу большинства отраслей хозяйственной деятельности, влияют на безопасность полетов самолетов, нарушают работу линий электропередач и связи, вызывают интенсивные радиопомехи, лесные пожары.

Вследствие этого большой интерес представляет прогноз опасных явлений на основе численных моделей атмосферы. В Гидромете Республики Беларусь проводятся работы по увеличению оправдываемости прогноза, в том числе и прогноза экстремальных явлений. Согласно мировой тенденции для прогноза опасных конвективных явлений используются индексы конвективной неустойчивости. Было выявлено несколько популярных индексов неустойчивости, наиболее подходящих для территории Республики Беларусь [1]. Кроме того, в летний период в Гидромете проводится расчет вероятности возникновения грозы с использованием методов Решетова Г. Д. и Славина И. А.

В данной статье приведены результаты исследования конвективных процессов, происшедших над территорией Республики Беларусь 13 июля 2016 г. Для анализа были использованы данные дистанционного зондирования атмосферы, метеорологические и радиолокационные

наблюдения. Рассмотрены индексы неустойчивости атмосферы, полученные на основе выходных данных численных моделей с различным пространственным разрешением. Проведен анализ оправдываемости прогноза гроз по методам Решетова Г. Д. и Славина И. А. Особое внимание уделено возможностям прогноза конвективных явлений с помощью мезомасштабной модели WRF-ARW (Weather Research and Forecasting).

2. СИНОПТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

Над территорией Европы 13 июля 2016 г. наблюдались погодные условия, вызванные циклоном с центром над Кольским полуостровом. В ложбине этого циклона, над территорией Республики Беларусь, отмечалось прохождение волнового циклона, который был вызван большим температурным контрастом воздушных масс (см. Рис. 1). На поверхности 850 гПа разность температур доходила до 8 °С на 500 км.

Неустойчивое состояние атмосферы и сходимость потоков вблизи вершины волны на теплом участке волнового возмущения способствовали образованию конвекции. Интенсивная конвекция и связанное с ней формирование отдельных конвективных штормов начались к западу от Минска около 5 часов UTC (см. Рис. 2).

На большей территории прошли грозовые дожди, преимущественно по северо-западной половине страны отмечались сильные ливни, в отдельных районах при грозах наблюдалось шквалистое усиление ветра порывами до 15-21 м/с, местами выпадал град. Наибольшее количество осадков выпало на метеостанциях Новогрудок – 43 мм (47 % месячной нормы),

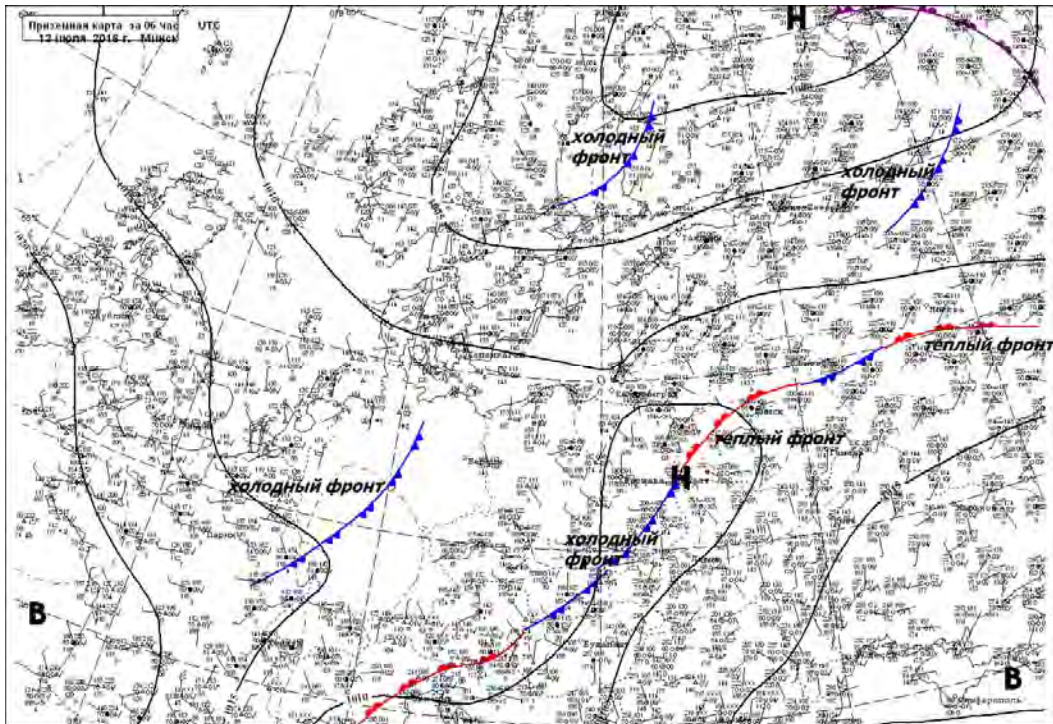


Рис. 1 – Приземная карта от 13.07.2016г. 06 UTC

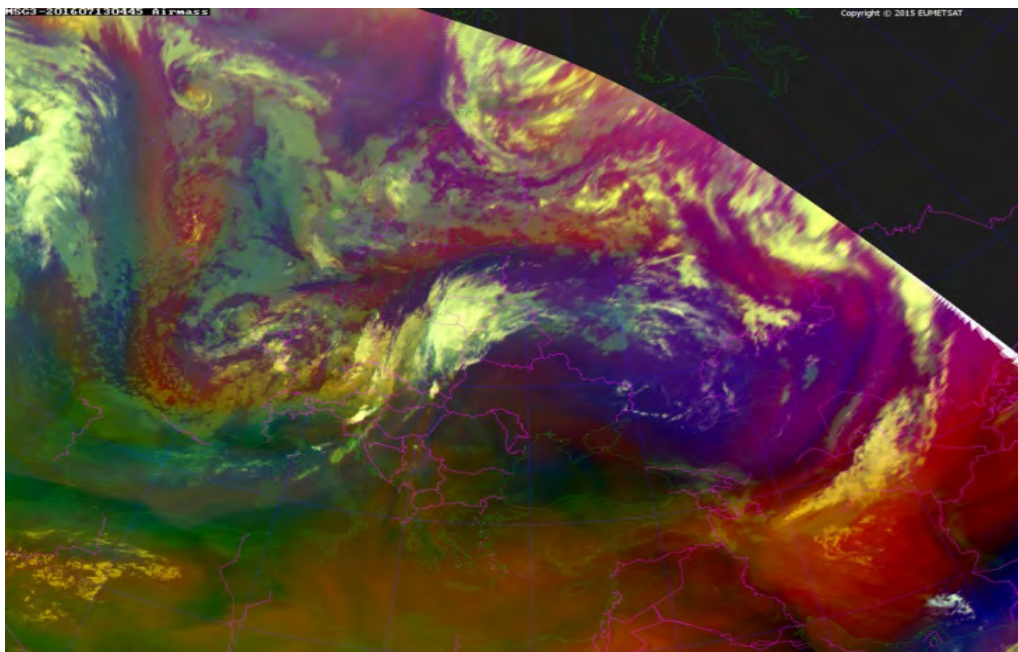


Рис. 2 – Снимок спутника Eumetsat от 13.07.2016г. 04.45 UTC

Лида – 39 мм (50 %). С данным штормом были связаны опасные явления над регионом: отмечались грозы, шквалы, местами вызывавшие повреждения инфраструктуры, в т. ч. в аэропорту Минск-2. Ночью местами прошли кратковременные дожди различной интенсивности, отмечались грозы. В утренние часы по северо-западу сгущались непродолжительные туманы.

3. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для прогноза конвективных явлений особый интерес представляет выходная продукция численных моделей с высоким пространственным разрешением. В Гидромете Республики Беларусь используется численная негидростатическая региональная модель WRF-ARW с пространственным разрешением 15 км и 3 км и временным

разрешением до 48 часов. Первый домен – прямоугольная сетка с шагом по горизонтали 15 км (отмечен большой красной рамкой) и расчетной областью 240x250 точек, второй домен – вложенная сетка с шагом 3 км (отмечен малой синей рамкой) и расчетной областью 586x586 точек (см. Рис. 3).

Инициализация модели и задание граничных условий выполнена по данным численной модели прогноза GFS (Global Forecast System). Счет проводится 3 раза в сутки за исходные сроки 00, 06 и 12 UTC. Выходная продукция содержит более 60 метеопараметров с дискретностью 1 час.

Расчеты выполнялись с использованием следующих настроек модели WRF: микрофизика облачности – одномоментная схема WRF 6 класса; длинноволновая радиация – схема RRTM; коротковолновая радиация – схема Годдрода; пограничный слой – схема университета Ёнсей; конвекция – схема Каина-Фритша; приземный слой – схема подобию MM5.

Кроме счета модели WRF-ARW в Гидромете обрабатывается выходная продукция глобальных моделей: GFS с пространственным разрешением 28 км и дискретностью по времени 6 часов, заблаговременностью 144 часов, а также UM (United Kingdom Met Office) с пространственным разрешением 89 км, дискретностью по времени 6 часов и заблаговременностью 144

часов. Информация поступает по каналам связи и скачивается с FTP-серверов в коде GRIB.

Для прогноза опасных конвективных явлений на основании выходных данных численных моделей, используются индексы неустойчивости, которые характеризуют степень конвективной неустойчивости атмосферы, содержание водяного пара в атмосфере, вертикальный сдвиг горизонтального ветра, спиральность, а также совместное влияние перечисленных и других факторов на развитие опасного явления. Каждый из индексов имеет приближенное пороговое значение. В работе рассматривались следующие индексы неустойчивости, в скобках приведены пороговые значения, при которых возможно образование мощного конвективного явления: индекс CIN (<0) – энергия, необходимая частице воздуха для преодоления задерживающего слоя ниже уровня свободной конвекции в нижней тропосфере (Convective Inhibition), Дж/кг ($\text{м}^2/\text{с}^2$); индекс CAPE (>1000) – энергия плавучести, которую частица воздуха может приобрести выше уровня свободной конвекции (Convective Available Potential Energy), Дж/кг; индексы TT (>44) Total Totals и K-index, характеризующие совместное влияние стратификации температуры и содержания водяного пара, °C; Индекс LIFT (<1) оценивает степень стабильности, которая измеряется разностью между температурами поднимающейся частицы и окружающей

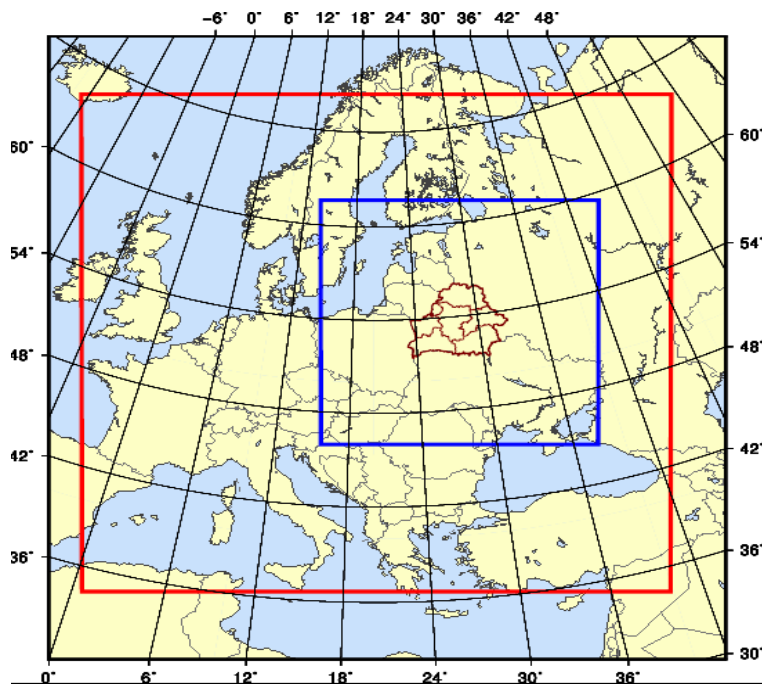


Рис. 3 – Домены мезомасштабной модели WRF

среды на уровне 500 гПа, °C; Thompson index (>25) – выражается как разница между K-index и LIFT.

4. ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прохождение мощного конвективного шторма над Минском отмечалось в 12 UTC (см. Рис. 4).

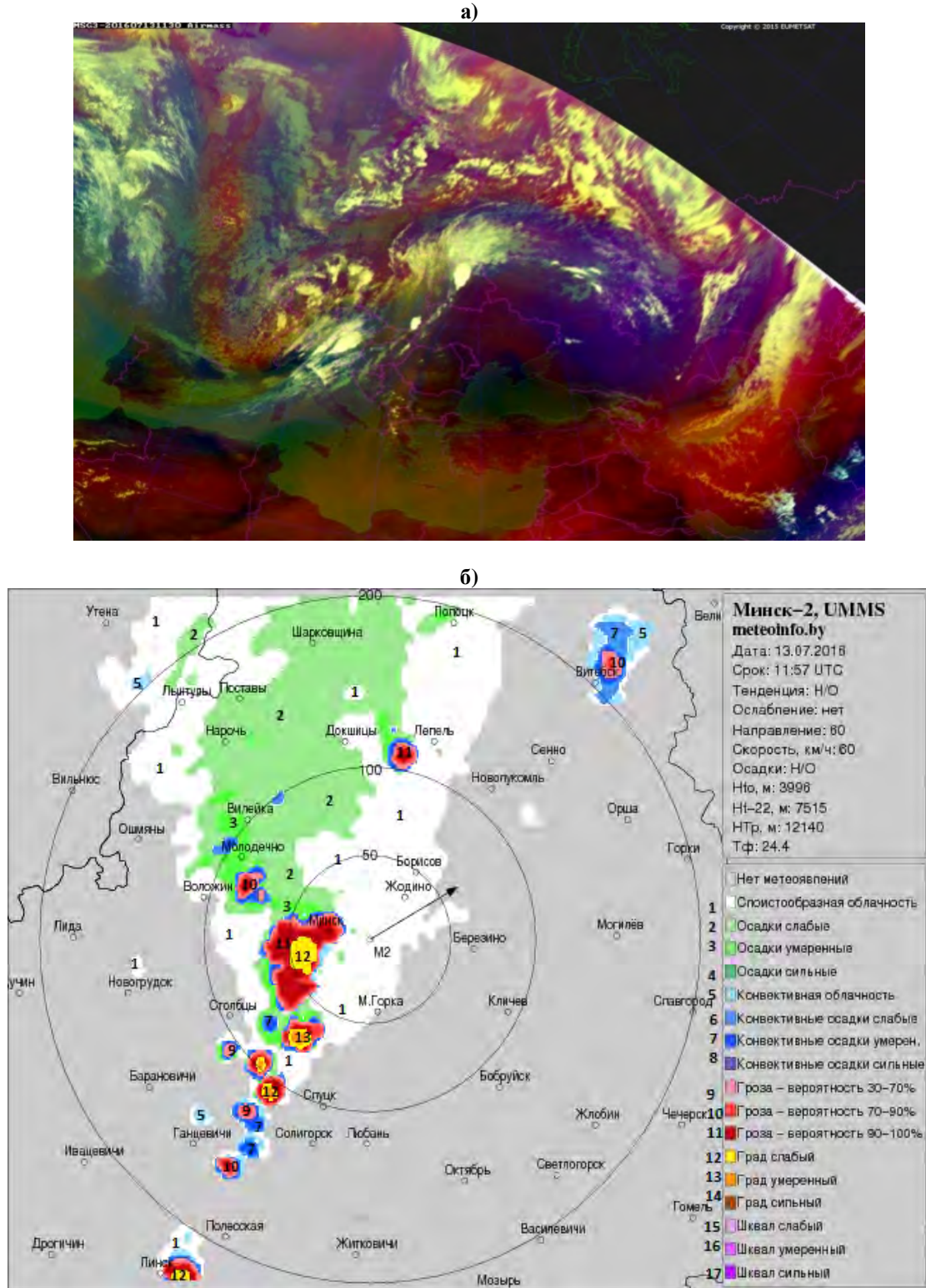


Рис. 4 – Снимки: а) спутниковые – 13.07.2016 г. 12 UTC; б) радарные – 13.07.2016г. 12 UTC

В таблице 1 представлены результаты расчетов индексов конвективной неустойчивости для численных моделей, использующиеся в Гидромете Республики Беларусь. Анализ представленных результатов показал, что все значения рассмотренных индексов указывают на возможность развития опасного явления.

Наиболее высокие значения соответствуют моделям с высоким пространственным разрешением (WRF с шагом 3 км и 15 км).

Радиолокационная отражаемость, полученная с помощью модели WRF (см. Рис. 5), также показала удовлетворительный результат.

Сопоставляя полученный прогноз с радиолокационными и спутниковыми наблюдениями, можно прийти к выводу, что наиболее приближена к наблюдаемой ситуации была модель WRF с шагом 3 км.

Таким образом, модель WRF в целом успешно прогнозирует развитие и распространение конвективных явлений. Однако в рассмотренном случае, согласно наблюдениям доплеровского лоатора Минск-2, конвективная система прошла севернее, чем это прогнозировалось.

Таблица 1 – Численный прогноз индексов неустойчивости для г. Минска на 12 UTC 13.07.2016 г.

Модель	Шаг, км	CIN	CAPE	LIFT	Thompson index	K index	Total Totals index
UM	89	-	-	-	-	25	48
GFS	28	-1	1635	-5	34	29	49
WRF	15	-14	1529	-5	36	31	49
WRF	3	-6	2314	-7	38	31	51

Максимальная отражаемость на 12 СТВ 13.07.2016 WRF_3 по исх. данным за 00 СТВ 13.07.2016.

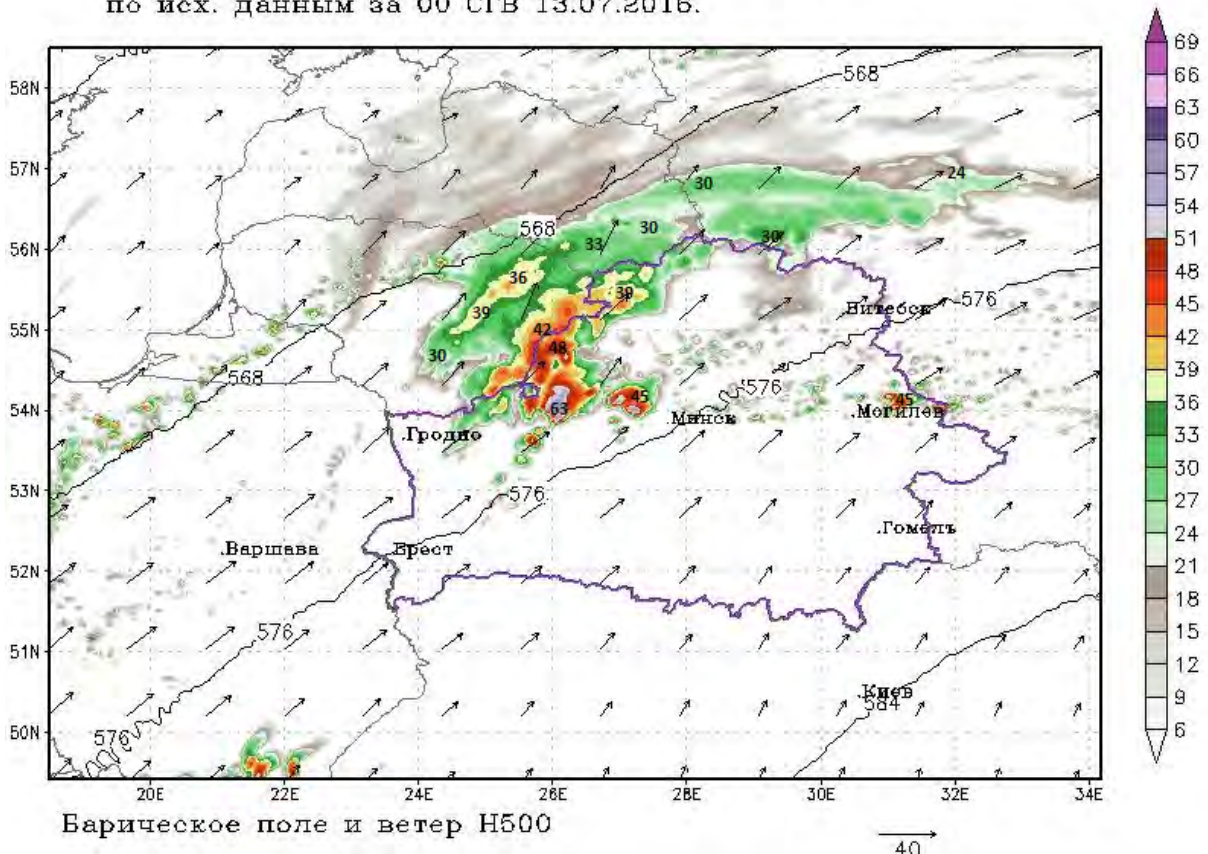


Рис. 5а – Максимальная отражаемость по данным модели WRF с шагом 3 км. в 12 UTC за 13.07.2016 г. 00 UTC

Максимальная отражаемость на 12 СВВ 13.07.2016 WRF_15
по исх. данным на 00 СВВ 13.07.2016.

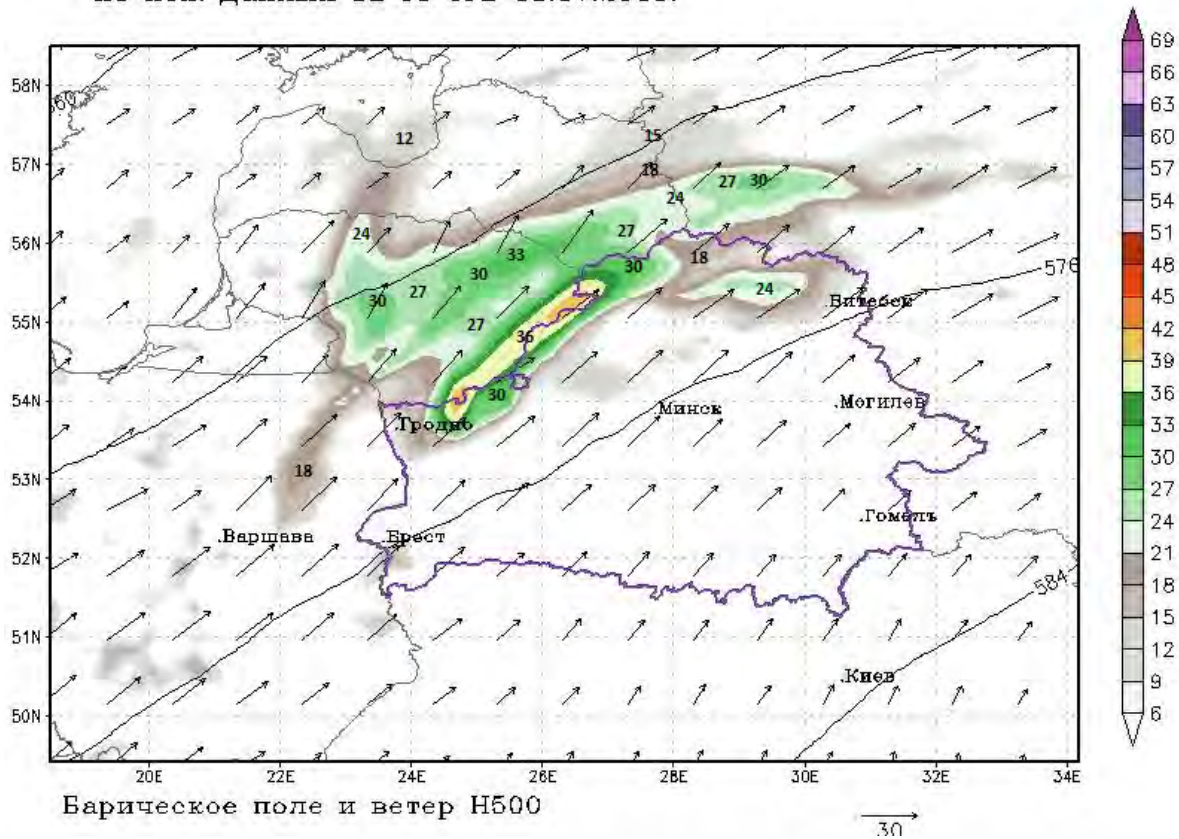


Рис. 56 – Максимальная отражаемость по данным модели WRF с шагом 15 км в 12 UTC за 13.07.2016 г. 00 UTC

В Гидромете Республики Беларусь для прогноза гроз и активной конвекции применяются автоматизированные методики Славина и Решетова, использующие метеорологические поля численных моделей. В основе комплексного метода Решетова Г. Д. лежит расчет высоты вершин кучево-дождевой облачности (Нв), значение температуры воздуха на этой высоте (Тв) и толщина слоя облака, его верхней части, в которой наблюдаются отрицательные температуры (ΔН) [2]. Метод Славина И. А. основывается на неадиабатической модели конвекции с учетом условий возникновения гроз. По Славину, гроза возникает, если разность между температурами облачного воздуха и окружающего воздуха 500 мбар превышает некоторую критическую величину. Важно отметить тот факт, что в методе учитываются только термодинамические факторы грозообразования и в очень приближенной форме – перенос. Метод рассчитан для использования при прогнозе внутримассовых гроз, хотя дает хорошие результаты и в условиях типичных для летнего периода размытых

фронтальных разделов [3, 4, 5, 6].

Для случая 13. 07. 2016 была произведена категориальная оценка оправдываемости прогноза методик. Результат представлен в таблице 2.

Наибольшие значения общей оправдываемости (РС) и прогноза отсутствия события (U) соответствует методу Решетова. Для метода Славина наблюдается минимальное значение предупрежденности факта наличия события (POD). Для обоих методов наблюдается большое количество ложных тревог (FAR). Важную роль в оценке прогнозов опасных явлений играет критерий Пирси-Обухова (НК), при успешном прогнозе он стремится к 1. Кроме того, для характеристики успешности метода прогнозов с учетом случайных прогнозов, приводится критерий Н. А. Багрова (Н), при оправдавшихся прогнозах Н=1 [7, 8, 9]. Проведенный анализ показал, что высокую оправдываемость демонстрируют модели с высоким пространственным разрешением.

Таблица 2 - Статистические показатели успешности прогноза гроз по методам Славина и Решетова для случая 13.07.2016 г.

	Метод Славина				Метод Решетова			
	UM	GFS	WRF	WRF	UM	GFS	WRF	WRF
Шаг, км	89	28	15	3	89	28	15	3
PC,%	37	55	35	51	73	76	73	80
SR,%	67	100	50	83	83	76	73	78
U,%	35	44	33	41	60	73	75	89
POD,%	6	31	6	31	75	91	94	97
PODN,%	94	100	88	88	71	47	35	47
FBIAS	0.09	0.31	0.12	0.37	0.91	1.19	1.28	1.25
FAR,%	33	0	50	17	17	24	27	23
POFD,%	6	0	12	12	29	53	65	53
ETS	0	0.14	-0.02	0.08	0.28	0.26	0.2	0.33
HK	0	0.31	-0.06	0.19	0.46	0.38	0.29	0.44
H	0	0.24	-0.04	0.15	0.44	0.41	0.33	0.49

5. ВЫВОД

Использование индексов конвективной неустойчивости, рассчитанных по метеорологическим величинам с помощью прогностических моделей, и расчетных методов может облегчить прогноз конвективных явлений. Выбор индексов неустойчивости и расчетных методов обусловлены особенностями исследуемой территории, что требует дальнейшего изучения.

Результаты выполненной работы показали, что для прогноза конвективных явлений требуется использование моделей с высоким пространственным разрешением. Однако для более точного прогноза конвективных явлений необходимо привлечение радиолокационных, спутниковых, аэрологических наблюдений в расчеты численных моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lapo Palina, Yaroslava Sokolovskaya, Svetashev Alexander, Krasouski Alexander, Barodka Siarhei, Leonid Turishev, Siarhei Barodka. Summertime Thunderstorms Prediction in Belarus. *European Geoscience Union General Assembly 2015, held 14-17 April, 2015*, EGU2015-14170.
2. Решетов Г. Д. Прогноз дневных и ночных гроз // Труды ГМЦ СССР. 1977. Вып. 176. С. 86.
3. Зверев А. С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 711 с.
4. Богаткин О. Г., Тараканов Г. Г. Основы метеорологии. СПб.: РГМУ, 2007. 232 с.
5. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 300 с.

6. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь / под ред. В. И. Кузьменко. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 568 с.
7. *Recommendations for the Verification and Intercomparison of QPFs and PQPFs from Operational NWP Models*. WMO/TD-No.1485 (WWRP 2009-1).
8. РД 52.27.284-91. Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиографических прогнозов. Москва, 1991. 150 с.
9. *The Centre for Australian Weather and Climate Research. Forecast Verification Issues, Methods and FAQ*. URL: <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/> (accessed 25 January 2017)

REFERENCES

1. Lapo Palina, Yaroslava Sokolovskaya, Svetashev Alexander, Krasouski Alexander, Barodka Siarhei, Leonid Turishev, Siarhei Barodka. Summertime Thunderstorms Prediction in Belarus. *European Geoscience Union General Assembly 2015, held 14-17 April, 2015*, EGU2015-14170.
1. Reshetov G. D. Forecast of day and night thunderstorms. *Trudy GMTs SSSR – Proceedings of the State Meteorological Center of the USSR*, 1977, vol. 176, p. 86. (In Russian)
2. Zverev A. S. *Sinopticheskaya meteorologiya* [The Synoptic meteorology]. Leningrad: Gidrometizdat, 1977. 711 p.
3. Bokatin O. G., Tarakanov G. G. *Osnovy meteorologii* [The Fundamentals of meteorology]. St. Petersburg: RSHMU, 2007. 232 p.
4. Matveev L. T. *Kurs obshchey meteorologii. Fizika atmosfery* [The general meteorology course. The physics of the atmosphere]. Leningrad: Gidrometizdat, 1984. 300 p.
5. Khromov S. P., Mamontova L. I. *Meteorologicheskii slovar'* [Meteorological dictionary]. Leningrad: Hydro-

- metizdat, 1974. 568 p. (Ed.: V. I. Kuzmenko).
6. *Recommendations for the Verification and Intercomparison of QPFs and PQPFs from Operational NWP Models.* WMO/TD-No.1485 (WWRP 2009-1).
7. GD 52.27.284–91. *Methodological recommendation. Conducting operational (operational) tests of new and improved methods of hydrometeorological and heliographic forecasts.*
- Moscow, 1991. 150 p. (In Russian).
8. *The Centre for Australian Weather and Climate Research. Forecast Verification Issues, Methods and FAQ.* URL: <http://www.cawcr.gov.au/projects/verification/> (accessed 25 January 2017)

CONVECTIVE PHENOMENA FORECASTING BASED ON OUTPUT DATA OF NUMERICAL MODELS AVAILABLE IN THE HYDROMETEOROLOGICAL CENTRE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

M. I. Prokharenya, computer programmer

*Center of Hydrometeorology, Radioactive Contamination and Environmental Monitoring of the Republic of Belarus
110 Nezavisimosti av, Minsk, The Republic of Belarus, maryprokharenya@gmail.com*

In the article you can read about the methods used for forecasting convective processes by means of output products of numerical models with various spatial resolution. It presents the methods for forecasting convective phenomena applied in the Hydrometeorological Centre of the Republic of Belarus. The state of the atmosphere affected by intensive convection over the territory of the Republic of Belarus on July 13, 2016 is analyzed. The categorial evaluation of the thunderstorm forecasting methods by G.D. Reshetov and I.A. Slavin is specified with the respective results presented. The article analyzes the forecast of convective phenomena conducted with the help of the non-hydrostatic regional model WRF-ARW.

Use of convective instability indices and calculation methods can facilitate convective phenomena forecasting. The advantage of their use consists in possibility of their application within the areas not covered by aerological sounding. However, selection of indicators of instability and methods of thunderstorm and other dangerous phenomena forecasting depends on features of an area under study and this requires further research.

To ensure more accurate convective phenomena forecasting it is necessary to consider radar, satellite and aerological observations when conducting numerical model calculations. The results of the research showed that convective phenomena forecasting requires use of models with a high spatial resolution.

Keywords: indices of instability, the method of G. D Reshetov, the method of I. A. Slavin, categorial evaluation, the Republic of Belarus.

ПРОГНОЗ КОНВЕКТИВНИХ ЯВИЩ НА ОСНОВІ ВИХІДНИХ ДАНИХ ЧИСЕЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ В ГІДРОМЕТЕОЦЕНТРІ РЕСПУБЛІКИ БІЛОРУСЬ

М. І. Прохареня, інженер-програміст

ДУ «Республіканський центр з гідрометеорології, контролю радіоактивного забруднення та моніторингу навколишнього середовища», пр. Незалежності, 110, 220114, м. Мінськ, Республіка Білорусь, maryprokharenya@gmail.com

Наводяться способи прогнозу конвективних процесів з використанням вихідної продукції чисельних моделей з різним просторовим дозволом. Представлено способи прогнозу конвективних явищ, що використовуються в Гідрометі Республіки Білорусь. Аналізується стан атмосфери при інтенсивній конвекції над територією Республіки Білорусь 13 липня 2016 р. Дається оцінка методів прогнозу гроз Решетова Г. Д. та Славина І. А. Розглянуто прогноз конвективних явищ за допомогою чисельної моделі WRF-ARW. Результати виконаної роботи показали, що для прогнозу конвективних явищ потрібне використання моделей з високим просторовим розширенням.

Ключові слова: індекси нестійкості, метод Решетова Г. Д., метод Славина І. А., категоріальна оцінка, Республіка Білорусь

Дата першого подання: 17. 03. 2017

Дата надходження остаточної версії: 19. 04. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.580

МОНІТОРИНГ ГЕЛІОЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

Л. С. Рибченко, канд. геогр. наук, старш. наук. співроб.,
С. В. Савчук, наук. співроб.

*Український гідрометеорологічний інститут,
пр. Науки, 37, 03028, Київ, Україна, L.S.Rybchenko@gmail.com*

Внаслідок політичних, економічних та екологічних негараздів в Україні актуальним є кліматичне обґрунтування можливості використання природного потенціалу відновлювальних джерел енергії, рентабельності сонячних енергетичних установок. Мета роботи – оцінка геліоенергетичного потенціалу та перспектив розвитку геліоенергетики. Методом математичної статистики розраховано внесок прямої сонячної радіації в склад сумарної за радіаційно-теплий період. Наведені спеціалізовані показники геліоенергетичних кліматичних ресурсів за 1961-1990 рр., і 1991-2015 рр. Збільшення кліматичних ресурсів сонячної радіації у 1991-2015 рр. відносно 1961-1990 рр.; та складових радіаційного режиму у 2001-2015 рр. відносно 1991-2000 рр. засвідчує доцільність використання геліоенергетичних ресурсів. Високим є потенціал сонячної радіації у геліоенергетиці у Криму, Степу, східному Лісостепу, окремих районах Полісся.

Ключові слова: геліоенергетичні ресурси; спеціалізовані показники геліоенергетичних ресурсів; пряма і сумарна сонячна радіація; тривалість сонячного сьйва.

1. ВСТУП

Використання природних ресурсів може забезпечувати надійність та стійкість роботи окремих галузей економіки та життєдіяльності населення країни. Сучасне оцінювання змін клімату зумовлює необхідність проведення моніторингу кліматичних ресурсів сонячної радіації, як одного з відновлюваних джерел енергії.

Мета дослідження – визначити потенціал геліоенергетичних ресурсів для можливості запровадження системи технічних установок та отримання електричної енергії протягом радіаційно-теплого періоду (квітень-вересень).

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кліматичні ресурси сонячної енергії вже традиційно використовуються для виробництва електричної енергії у Скандинавії, Німеччині, Данії та інших країнах Західної та Східної Європи, як один із важливих чинників сучасної енергетики, що виробляє подекуди близько 20 % електроенергії [1-4; 5; 6; 7]. В нашій країні геліоенергетика досліджувалась рядом науковців і в теперішніх умовах розглядається, як природний потенціал сталого розвитку енергетичної незалежності [8; 9; 10; 11-12; 13-15]. Так, на початку жовтня 2016 р. у Черкаській області запрацювала електрична станція на сонячних батареях, що подає енергію для населених пунктів і сільськогосподарських підприємств та у подальшому буде розвиватись і нарощувати потенціал. На території Вінницької області успішно розвива-

ється геліоенергетика для потреб населення і промисловості та знаходить підтримку у місцевих органах влади.

3. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Вхідні фактичні дані спостережень за тривалістю сонячного сьйва та потоками короткохвильової радіації (прямої, розсіяної та сумарної) отримано на актинометричній та метеорологічній мережі Держкомгідромету за 1991-2015 рр. Дані щодо кліматологічної стандартної норми за 1961-1990 рр. отримано з «Кліматичного кадастру України»: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр» [16]. В роботі використано методи математичної статистики.

4. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Комплекс геофізичних параметрів зумовлює режим роботи сонячних енергетичних установок (СЕУ) для визначення енергетичного потенціалу з використанням параметрів, що враховують хронологічний постійний хід сонячної радіації та її мінливість у часі внаслідок впливу атмосферних явищ.

Вирішення спроможності роботи сонячних енергетичних систем проводять за спеціалізованими показниками кліматичних ресурсів, що виявились достатніми для розвитку геліоенергетики в Україні [17].

Головною складовою радіаційного балансу для розрахунку геліоенергетичного потенціалу є сумарна сонячна радіація (табл. 1, 2).

Таблиця 1 - Показники геліоенергетичних ресурсів. 1961-1990 рр.

СТАНЦІЯ	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж / м ²	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню, МДж / м ²	Річна тривалість сонячного сьйва, год	Середня добова сума сумарної радіації за радіаційно-теплий період, МДж / м ²	Кількість днів без Сонця, дні	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму, %
Покошичі	3810	1725	1830	16,43	102	79
Конотоп	3730	1795	1850	17,88	98	79
Ковель	3540	1554	1810	17,93	91	77
Бориспіль	4250	2060	1930	17,87	91	77
Нова Ушиця	3770	1755	1850	15,73	88	76
Полтава	4120	2150	2050	17,14	89	76
Велико-Анадоль	4140	2135	1990	17,03	86	75
Міжгір'я	3250	1235	1520	10,77	96	73
Берегове	3870	1790	1890	16,20	89	76
Одеса	4490	2435	2165	18,84	75	77
Болград	4770	2510	2220	19,36	67	74
Херсон	4440	2260	2210	18,60	70	77
Асканія Нова	4560	2350	2190	18,74	74	75
Карадаг	4780	2620	–	19,53	–	75
Нікітський Сад	4670	2700	2300	19,12	47	75

Таблиця 2 - Внесок прямої радіації у сумарну. 1961-1990 рр.

СТАНЦІЯ	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Покошичі	43	49	49	48	50	51
Конотоп	47	51	52	51	53	51
Ковель	42	48	48	46	50	44
Бориспіль	46	51	53	52	56	52
Нова Ушиця	44	49	49	50	53	52
Полтава	49	57	55	59	59	58
Велико-Анадоль	46	52	54	55	57	57
Міжгір'я	36	38	36	40	43	40
Берегове	44	48	49	49	51	49
Одеса	51	57	58	60	61	59
Болград	49	54	56	57	58	58
Херсон	46	52	52	49	59	58
Асканія Нова	46	54	57	56	59	58
Карадаг	49	55	60	60	61	61
Нікітський Сад	53	57	62	63	64	64

Вона застосовується для оцінки показників у геліоенергетиці. Тривалість сонячного сьйва, як важлива характеристика радіаційного режиму, є ресурсним критерієм окремих територій. Аналіз найбільш значущих параметрів геліоенергетики зумовлює розвиток енергетичної спроможності на значній частині території України.

Проведені розрахунки за період 1961-1990 рр. показали перспективність застосування геліоенергетичних станцій на півдні степової зони та на морському узбережжі [9].

Відбувалось подальше збільшення потенціалу геліоенергетичних ресурсів внаслідок зростання сумарної сонячної радіації за радіаційно-теплий період відносно річної суми та тривало-

сті сонячного сьйва у кінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. за 1991-2015 рр. (табл. 3).

За 1991-2015 рр. збільшився внесок прямої радіації у складі сумарної за радіаційно-теплий період, що перевищує 40 % у середині весни. Починаючи з травня він зростає до 50 %, а у літні місяці досягає 60 % і вище на півдні та в Криму (табл. 4). Застосування геліоенергетики стало можливим у степовій і східній частині лісостепової зони.

На початку ХХІ ст. (2001-2015 рр.) збільшилась пряма радіація та її внесок у сумарну. Розрахунки показали зростання прямої радіації до 50 % і більше у складі сумарної, що стало важливим показником підвищення перспективи

Таблиця 3 - Показники геліоенергетичних ресурсів. 1991-2015 рр.

СТАНЦІЯ	Річна сума сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж / м ²	Річна сума прямої радіації на горизонтальну поверхню, МДж / м ²	Річна тривалість сонячного саява, год	Внесок сумарної радіації за радіаційно-теплий період у річну суму, %
Покошичі	3946	1999	1916	81
Конотоп	3871	2098	1942	80
Ковель	3603	1654	1866	79
Бориспіль	3682	1849	2037	79
Нова Ушиця	3635	1789	1951	77
Полтава	4132	2202	2016	79
Міжгір'я	3115	1390	1608	75
Берегове	3789	1827	1987	75
Одеса	4600	2679	2306	77
Болград	4663	2655	2323	76
Херсон	4531	2557	–	77
Асканія Нова	4130	2188	2269	76
Карадаг	4854	2851	2371	75
Нікітський Сад	4739	2875	2305	75
Ай-Петрі	–	–	2257	–
Луганськ	–	–	2074	–
Дебальцеве	–	–	2046	–

Таблиця 4 - Внесок прямої радіації у сумарну (%). 1991-2015 рр.

СТАНЦІЯ	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Покошичі	48	55	56	57	56	53
Конотоп	52	58	59	60	59	55
Ковель	45	50	51	51	52	46
Бориспіль	48	54	54	57	56	52
Нова Ушиця	48	53	54	54	54	51
Полтава	48	57	58	59	59	60
Міжгір'я	43	47	48	51	51	46
Берегове	56	52	55	55	57	50
Одеса	55	62	64	65	66	61
Болград	52	58	62	64	62	59
Херсон	53	60	61	63	63	60
Асканія Нова	51	56	56	60	59	56
Карадаг	54	62	63	67	66	63
Нікітський Сад	55	63	65	69	69	65

Таблиця 5 - Внесок прямої радіації у сумарну (%). 2001-2015 рр.

СТАНЦІЯ	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Покошичі	50	57	58	59	58	54
Конотоп	54	61	60	61	60	55
Ковель	50	52	52	54	55	50
Бориспіль	51	54	57	59	58	54
Нова Ушиця	51	54	54	56	55	54
Полтава	51	59	59	60	60	63
Міжгір'я	47	49	47	52	56	48
Берегове	48	51	56	56	61	51
Одеса	57	63	66	66	67	61
Болград	55	61	63	65	63	59
Херсон	57	62	63	66	66	62
Асканія Нова	49	57	55	60	60	54
Карадаг	55	64	66	69	69	64
Нікітський Сад	59	65	67	70	71	64

геліоенергетичних станцій для більшої частини території (табл. 5).

За даними розподілу річної суми сумарної радіації за 2001-2015 рр. перспективною для геліоенергетики можна вважати значну частину території країни, де сумарна радіація перевищує 4000 МДж / м². На півдні та у Криму сумарна радіація наближається до максимальних значень геліоенергетичних ресурсів (рис. 1).

За рис. 2 тривалість сонячного сяйва вище 2000 год / рік свідчить про перспективність що-

до рентабельності використання СЕУ у Криму, Степу, Східному Лісостепу, окремих районах Полісся, крайньому Закарпатті.

За співставленням з висновками зробленими в останніх публікаціях [17], ця територія розширилась на північ відносно попередніх років, займаючи майже все Правобережжя України. Територію західного Лісостепу із значеннями тривалості сонячного сяйва вище 1850 год. можна вважати наближеною до них. Передкарпаття,

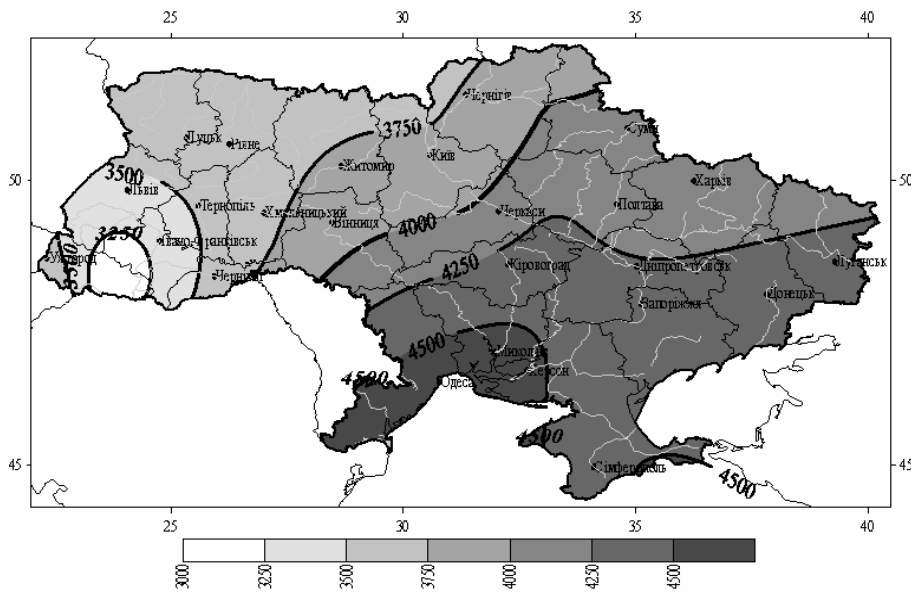


Рис. 1 – Річна сумарна сонячна радіація (МДж / м²). 2001 - 2015 рр.

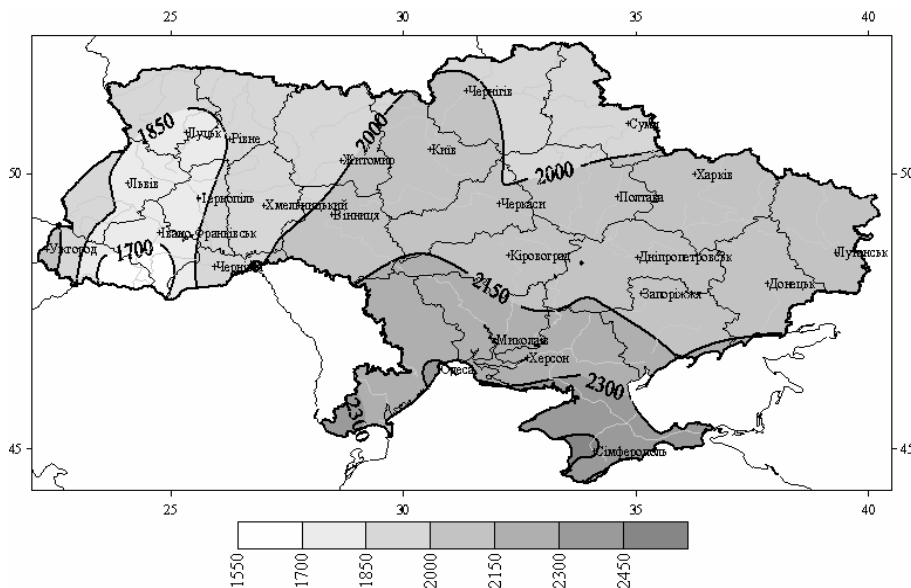


Рис. 2 – Річна тривалість сонячного сяйва (год). 2001 - 2014 рр.

деякі межуючі райони західних областей і гірських районів Українських Карпат є територіями обмеженими, щодо запровадження СЕУ.

5. ВИСНОВКИ

За період 1991-2015 рр. відмічалось збільшення кліматичних ресурсів сонячної радіації відносно кліматологічної стандартної норми 1961-1990 рр. За 2001-2015 рр. річна сума прямої та сумарної сонячної радіації підвищилась відносно 1991-2000 рр. ще більше. Відмічено зростання тривалості сонячного сьйва. У потоці сумарної радіації спостерігалось зростання прямої радіації, що характеризує потенціал конкурентоспроможності запровадження геліоенергетики. Ресурси сонячної радіації не мають негативного впливу на навколишнє природне середовище.

Перспективи для використання сонячної радіації у геліоенергетиці підтверджуються високим потенціалом на території Криму, Степу, на сході Лісостепу та навіть в окремих районах Полісся. За тривалістю сонячного сьйва ця територія розширилась на північ відносно попередніх років. Обмеження, щодо впровадження, стосуються західного Лісостепу та гірських районів Українських Карпат. Моніторинг сонячної радіації на початку XXI сторіччя засвідчує зростання потенціалу геліоенергетичних ресурсів в Україні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Абакумова Г. М., Горбаренко Е. В., Незваль Е. И., Шилова О. А. Климатические ресурсы солнечной энергии Московского региона. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 312 с.
- Атлас энергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. / К.: Ін-т. возобновляемой энергетики НАНУ, 2005. 44 с.
- Атласы теплового и солнечного климатов России / под ред. М. М. Борисенко, В. В. Стадник. СПб.: Изд. ГГО, 1997. 173 с.
- Берлянд Т. Г., Стадник В. В. Климатические исследования радиационного и теплового баланса Земли // Современные исследования Главной геофизической обсерватории. СПб., 2001. Т. 2. С. 273-296.
- Дзензерский В. А. Перспективы развития солнечной электроэнергетики в Украине // Наука та інновації. 2007. № 3. С. 36-42.
- Пивоварова З. И. Разработка климатических параметров для оценки потенциальных ресурсов энергии солнечной радиации на территории СССР // Материалы XII совещания по актинометрии. Иркутск, 1984. С. 57-61.
- Энциклопедия климатических ресурсов Российской Федерации / под. ред. Н. В. Кобышевой, К. Ш. Хайруллина. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 319 с.
- Волеваха М. М., Гойса М. І. Енергетичні ресурси клімату України. К.: Наук. думка, 1967. 132 с.
- Дмитренко Л. В. Геліоенергетичні ресурси // в кн. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Вид. Раєвського, 2003. С. 267-274.
- Дмитренко Л. В., Барандіч С. Л. Оцінка кліматичних ресурсів сонячної енергії в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ. 2007. Вип. 256. С. 121-129.
- Кудря Т. С., Резцов В. Ф., Суржик Т. В. Деякі особливості трансформації енергії сонячного випромінювання в елементах сонячних колекторів і фотобатарей // Доповіді НАН України. 2005. № 3. С. 88-92.
- Мхитарян Н. М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. К.: Наук. думка, 1999. 314 с.
- Селихов Ю. А., Коцаренко В. А. Оценка эффективности теплоэнергетического преобразования солнечных коллекторов // Экотехнологии и ресурсосбережение. 2006. № 1. С. 8-12.
- Сухин Е. И. Нетрадиционная энергетика в обеспечении экономической безопасности государства. К.: Знання України, 2004. 299 с.
- Щокін А. Р. Рішення та Директиви Європейського Союзу щодо створення сприятливих умов використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел енергії, які необхідно враховувати на шляху України до вступу у Європейський Союз // Енергоефективність-2005: 36. наук. пр. Міжнар. наук.-техн. конф., м. Одеса, 14 жовтня 2005 р. Одеса, 2005. С. 22-28.
- Кліматичний кадастр України: у 6 частинах. Ч. 1: Сонячна радіація та сонячне сьйво / Київ: УкрНДГМІ; ЦГО, 2006. Ч. 1. 136 с.
- Рибченко Л. С., Савчук С. В. Потенціал геліоенергетичних кліматичних ресурсів сонячної радіації в Україні // Український географічний журнал. 2015. № 4. С. 16-23.

REFERENCES

- Abakumova G. M., Gorbarenko Ye. V., Nezval Ye. I., Shilovtseva O. A. *Klimaticheskie resursy solnechnoy energii Moskovskogo regiona* [Climatic resources of solar energy in the Moscow region]. Moscow: Knizhny dom LIBROKOM, 2012. 312 p.
- Atlas of the energy potential of renewable and alternative energy sources*. Kiev: Institute of renewable energy of NASU, 2005. 44 p. (In Ukrainian)
- Atlases of heat and sunny climates in Russia*. St. Petersburg: Publ. MGO, 1997. 173 p. (Ed.: M. M. Borisenko, V. V. Stadnik). (In Russian)
- Berliand T. G., Stadnik V. V. Climatic studies of radiation and heat Earth balance. *Sovremennye issledovaniya Glavnoy geofizicheskoy observatorii* [Modern research Main Geophysical Observatory]. St. Petersburg, 2001, Vol. 2, pp. 273-296. (In Russian)
- Dzenzerskii V. A. Prospects of solar power development in Ukraine. *Nauka ta innovatsiyi - Science and innovations*, 2007, no. 3, pp. 36-42. (In Russian)
- Pivovarova Z. I. Development of climatic parameters for potential solar radiation energy resources evaluation on the territory of the USSR. *Materialy XII soveshchaniya po aktinometrii* [Proceedings of XII conference on actinometry]. Irkutsk, 1984, pp. 57-61. (In Russian)
- Kobysheva N. V., Khairullin K. S. (Eds). *Entsiklopediya klimaticheskikh resursov Rossiyskoy Federatsii* [Encyclopedia of the Russian Federation climatic resources]. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2005, 319 p.
- Volevakha M. M., Goisa M. I. *Energeticheskiye resursy klimatu Ukrainy* [Energy resources of Ukraine climate]. Kyiv: Naukova Dumka, 1967. 132 p.

9. Lipins'kiy V. M., Dyachuk V. A., Babichenko V. M. (Eds). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine]. Kyiv: Rayevs'kyy Publ., 2003. 343 p.
10. Dmytrenko L. V., Barandich S. L. Assessment of solar power climatic resources in Ukraine. *Naukovi pratsi UkrNDHMI - Scientific papers the UkrSRHI*, 2007, issue 256, pp. 121-129. (In Ukrainian).
11. Kudria T. S., Reztsov V. F., Surzhyk T. V. Some features of solar energy transformation in the elements of solar collectors and solar batteries. *Dopovidi NAN Ukrainy - Reports of the NAS of Ukraine*, 2005, issue 3, pp. 88-92. (In Ukrainian)
12. Mkhitarian N. M. *Energetika netraditsionnykh i vozobnovlyaemykh istochnikov* [Alternative and renewable energy sources]. Kiev: Naukova Dumka, 1999. 314 p.
13. Selikhov Yu. A., Kotsarenko V. A. Evaluation of the solar collectors' thermal energy conversion effectiveness. *Ekotekhnologii i resursoberezhennie - Ecological technologies and resource conservation*, 2006, issue 1, pp. 8-12. (In Russian)
14. Sukhin Ye. I. *Netraditsionnaya energetika v obespechenii ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva* [Alternative energy in the state economic security provision]. Kiev: Znania Ukraini, 2004. 299 p.
15. Shchokin A. R. Decisions and Directives of the European Union to create favorable conditions for energy produced from renewable energy sources use that must be considered on the Ukraine's way to join the European Union. *Zbirnyk naukovykh prats' Mizhnarodnoyi naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi "Enerhoefektyvnist'-2005", misto Odesa, 14 zhovtnya 2005 roku* [Proceedings of the International Scientific Conference "Energy efficiency-2005" city Odessa, October 14, 2005]. Odesa, 2005, p. 22-28. (In Ukrainian)
16. *Climate cadastre Ukraine: 6 parts. Part 1: Solar radiation and sunshine*. Kyiv: USRHMI; CGO, 2006. 136 p. (In Ukrainian)
17. Rybchenko L. S., Savchuk S. V. Potential of helioenergetic and climatic resources of solar radiation in Ukraine. *Ukrayins'kyy heohrafichnyy zhurnal - Ukrainian Geographical Journal*, 2015, issue 4, pp. 16-23. (in Ukrainian)

MONITORING THE SOLAR ENERGY RESOURCES OF UKRAINE

L. S. Rybchenko, Cand. Sci. (Geogr.), senior research fellow

S. V. Savchuk, research fellow

Ukrainian Hydrometeorological Institute,

37, Nauki Ave., 03028 Kyiv, Ukraine, L-Rybchenko@yandex.ru

Amid political and, consequently, economic and environmental problems engulfing Ukraine one of the today's challenges consists in studying the possibility of use of natural potential of renewable energy sources. Resources of solar radiation have no negative impact on the natural environment and human activity. Therefore development of helioenergetics and at the same time climatic substantiation of solar power plants use research become more and more important. The purpose of this article is to evaluate of the solar radiation potential opportunities for implementation of technical innovations within the territory of Ukraine and to identify prospects of helioenergetics development. Special indicators of solar radiation components for 1961-1990 s are showed. Using the method of mathematical statistics we defined a value of direct solar radiation contribution forming a part of the total radiation for the warm season (April-September). During the period of 1991-2015 an increase of solar radiation climatic resources relative to climatological standard norm of 1961-1990 was revealed. Over 2001-2015 annual direct and total solar radiation values increased even more in comparison to 1991-2000. Increase of duration of sunshine was also observed. Due to changes of radiation characteristics special indicators of solar for 1991-2015 were specified. The prospects of solar radiation use in helioenergetics proved their feasibility in Crimea, steppe zone, eastern part of forest-steppe zone and even in some parts of Polissya. Comparing to previous years, in terms of sunshine duration over 2000 hours per annum the territory expanded northward. Restrictions on innovations implementation apply to western forest-steppe zone and mountainous areas of Ukrainian Carpathians. Increase of solar radiation regime components determining the feasibility of solar power energy resources form the basis for their countrywide use.

Keywords: solar energy climatic resources; special indicators the solar energy resources; direct and total solar radiation; duration sunshine

МОНИТОРИНГ ГЕЛИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

Л. С. Рыбченко, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр.,
С. В. Савчук, науч. сотр.

*Украинский гидрометеорологический институт,
пр. Науки, 37, 03028, Киев, Украина, L-Rybchenko@yandex.ru*

Вследствие политических, экономических и экологических проблем в Украине актуальным является климатическое обоснование возможности использования природного потенциала возобновляемых источников энергии, рентабельности солнечных энергетических установок. Цель работы – оценка гелиоэнергетического потенциала и перспектив развития гелиоэнергетики. Методом математической статистики рассчитан вклад прямой солнечной радиации в состав суммарной за радиационно-теплый период. Приведены специализированные показатели гелиоэнергетических климатических ресурсов за 1961-1990 гг. и 1991-2015 гг. Увеличение климатических ресурсов солнечной радиации в 1991-2015 гг. относительно 1961-1990 гг.; и составляющих радиационного режима в 2001-2015 гг. относительно 1991-2000 гг. свидетельствует о целесообразности использования гелиоэнергетических ресурсов. Высок потенциал солнечной радиации в гелиоэнергетике в Крыму, Степи, восточной Лесостепи, отдельных районах Полесья.

Ключевые слова: гелиоэнергетические ресурсы; специализированные показатели солнечных энергетических ресурсов; прямая и суммарная солнечная радиация; продолжительность солнечного сияния.

Дата першого подання: 27. 03. 2017

Дата надходження остаточної версії: 16. 05. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 63.551

АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

А. М. Польовий, д-р геогр. наук, проф.**Л. Ю. Божко**, канд. геогр. наук, доц.**Т. І. Адаменко**, канд. геогр. наук, доц.*Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, apolevoy@te.net.ua*

Висвітлена історія розвитку агрометеорологічного обслуговування сільськогосподарського виробництва з часів М. В. Ломоносова до нині. Підкреслюється, що особливого розвитку агрометеорологічне обслуговування почало розвиватись у другій половині ХХ-го століття. Створення в 1953 році відділу агрометеорології в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті стимулювало розвиток агрометеорологічних досліджень в Україні. В дослідженнях цього підрозділу впливу погодних умов на формування урожаю виділяється три етапи. На першому етапі (1953 – 1963 рр.) було проведено узагальнення і систематизація матеріалів вивчення агрогідрологічних властивостей ґрунту. На другому етапі (1963 – 1973 рр.) сформульована робоча гіпотеза про схему врахування впливу погодних факторів на приріст рослинної маси, проведення кореляційного аналізу урожайності з гідрометеорологічними елементами. Великий обсяг робіт виконано по дослідженню режиму фотосинтетично активної радіації і продуктивності посівів та по фітотемпературі посівів. Третій етап – є етапом становлення базових моделей урожайності сільськогосподарських культур та розробки методик прогнозу урожайності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: метеорологічні спостереження, агрометеорологічне обслуговування, клімат, погода, сільське господарство.

Перші наукові уявлення про роль клімату і погоди в сільському господарстві відносяться до XVIII і XIX ст., коли почали вестися інструментальні спостереження за атмосферними процесами і явищами.

Уперше М. В. Ломоносов у 1758 році звернув увагу на значення метеорологічних умов і їхнього прогнозу для землеробства.

Видатні російські вчені агрономи А. Т. Болотов, І. М. Комов вели систематичні спостереження за станом культурних рослин і умовами погоди, вивчали кліматичні умови країни. Французький учений Р. Реомюр досліджував темпи розвитку рослин у зв'язку з температурою повітря, уперше застосувавши, для цього показник суми температур; інший французький учений Гаспарін у своїх роботах розглядав зв'язок клімату з землеробством.

Основоположниками сільськогосподарської метеорології як науки були видатні російські вчені Олександр Іванович Воєйков (1842–1916 рр.) і Петро Іванович Броунов (1852–1927 рр.).

О. І. Воєйков уперше довів можливість і необхідність застосування знань про клімат у сільському господарстві. У своїй знаменитій книзі «Кліматы земного шара, в особенности России» (1884 р.) О. І. Воєйков у двох главах описував взаємозв'язок між кліматом і рослинністю. Ним уперше були оцінені кліматичні ресурси Росії для сільськогосподарського виробництва, зокрема кукурудзи на зерно і фураж; він приділив велику увагу розвитку зрошуваного землеробства в південних районах країни, розвитку бавовництва у Середній Азії, дав агрокліматичне обґрунтування вирощування субтропічних культур (цитрусових, бамбука й ін.) у Закавказзі.

О. І. Воєйков зробив висновок про важливу роль снігового покриву як кліматоутворюючого фактору, показав доцільність проведення снігозатримання як агротехнічного прийому для поліпшення умов вологозабезпеченості і перезимівлі озимих культур. Багато його робіт

присвячені проблемам заліснення степової і лісо-степової зон, їм доведена роль лісопосадок у поліпшенні водяного режиму ґрунтів у посушливих районах.

У 1885 р. О. І. Воєйковим були організовані перші в Росії 12 агрометеорологічних станцій і розроблена програма спостережень на цих станціях.

Однак передові і практично важливі ідеї О. І. Воєйкова не знаходили широкого застосування в дореволюційній Росії. З великою гіркотою він писав: «Сотні і тисячі освічених і багатих хазяїнів, що застосовують удосконалені знаряддя, знають про клімат і погоду своєї місцевості не більш ніж їхні сусіди, неписьменні селяни, і це незнання відбивається на виробництві величезними збитками». Найтяжчі наслідки жорстоких посух 1891–1892 р. у Росії звернули увагу широкої громадськості на роль клімату і погоди в сільськогосподарському виробництві.

Чимала роль у розвитку сільськогосподарської метеорології й організації агрометеорологічних станцій належить А. В. Клоссовському (1846–1917 рр.).

П. І. Броунов у 1890 р. організував мережу метеорологічних станцій у Наддніпрянщині (1890–1917 рр.), причому в програму їхньої роботи були включені спостереження за сільськогосподарськими рослинами.

Вперше П. І. Броуновим були розроблені методичні засади, програми, інструкції та форми , і першим редактором їх був П. І. Броунов. Йому належить відкриття закону про критичні періоди в розвитку рослин (1908 р.). Ідейну основу цього підходу становив зміст оприлюдненої Д. М. Реутовичем (1854 р.) книжки «Сільськогосподарська метеорологія». У ній розглядався вплив несприятливих атмосферних явищ і процесів на рослини та їх продуктивність. Згодом ця ідея була поглиблена у третьому перевиданні праці Е. Г. Лоске (1908 р.) під тією ж назвою. Це інтелектуальне поле і стало теоретичним підґрунтям концепції критичних періодів.

П. І. Броуновим виявлені критерії посушливості й імовірності настання посушливих декад у Європейській Росії, виділені кліматичні і сільськогосподарські райони Росії.

У 1912 р. була опублікована монографія П. І. Броунова «Полевые культуры и погода», у

записів результатів перших агрометеорологічних спостережень за впливом погоди на ріст, розвиток і продуктивність рослин, який на той час був директором Київської метеорологічної обсерваторії (1892–1895 рр.), першим деканом географічного факультету Київського університету св. Володимира.

Головним у розробленій П. І. Броуновим програмі спостережень станцій і постів було проведення сполучених спостережень за розвитком і ростом сільськогосподарських культур і метеорологічних умов, а також іншими явищами, що мають відношення до вирощування рослин. Це положення й у наші дні є основним у програмах агрометеорологічних спостережень на території всієї країни.

З 1896 року Київську метеорологічну обсерваторію очолював І. І. Косоногов, при якому була організована служба інформації про вегетацію і урожай сільськогосподарських культур і видано 52 випуску «Сільськогосподарського метеорологічного бюлетеня Київської метеорологічної обсерваторії»

У 1897 році з ініціативи і при активній участі П. І. Броунова при Департаменті землеробства Росії було організоване Метеорологічне бюро – перша в країні і в усьому світі наукова агрометеорологічна установа. Керівником цього бюро був призначений П. І. Броунов.

З 1901 р. бюро стало видавати «Праці по сільськогосподарській метеорології» якій були узагальнені перші підсумки агрометеорологічних досліджень.

За рубежем агрометеорологічні дослідження почалися в другій половині XIX століття. Велике значення для розвитку сільськогосподарської метеорології в багатьох країнах мало створення в 1913 р. Комісії з агрометеорології при Міжнародній метеорологічній організації (ВМО) у Римі. У числі організаторів Комісії із сільськогосподарської метеорології був П. І. Броунов.

Новий етап у розвитку агрометеорології почався незабаром після Жовтневої соціалістичної революції 1917 р. У квітні 1921 р. В. І. Ленін підписав Декрет Ради Праці й Оборони про організацію метеорологічної й агрометеорологічної державної служби (Метеочастина Наркомзему Російської Федеративної Соціалістичної Республіки), 19 листопада 1921 р. Радою Народних

Комісарів Української Радянської Соціалістичної Республіки було прийнято декрет про організацію Української метеорологічної служби.

Цим документом був визначений порядок збору метеорологічної і агрометеорологічної інформації, їхньої позачергової передачі в Головне метеорологічне управління, на яке поклалися функції по зборі й аналізу всіх матеріалів мережі спостережень.

У важкі для молоді радянської держави роки заново створювалася мережа станцій агрометеорологічних спостережень. При цьому були використані основні принципи організації мережі, розроблені О. І. Воєйковим і П. І. Броуновим. Навесні 1922 р. за даними цієї мережі (100 станцій) був складений і опублікований Сільськогосподарський бюлетень № 1, який став прообразом сучасних агрометеорологічних бюлетенів. Так була створена агрометеорологічна служби в державному масштабі.

З 1930 р. агрометеорологічні дослідження були продовжені в Центральному бюро погоди в Москві, реорганізованому згодом у Центральний інститут прогнозів (ЦІП).

У 1932 р. у Ленінграді на базі створеного П. І. Броуновим відділу був організований Агрогидрометеорологічний інститут (АГМІ) і трохи пізніше Інститут посухи у Саратові. У цих інститутах були розгорнуті агрометеорологічні дослідження. Розроблялася теорія агрометеорологічних прогнозів, вивчалася динаміка запасів ґрунтової вологи на території колишнього СРСР, була складена перша карта агрокліматичного районування СРСР, опублікований «Світовий агрокліматичний довідник», виконані агрокліматичні дослідження, продовжувалося вивчення посух і суховіїв, були розроблені основи агрометеорологічного обслуговування сільського господарства. Велика заслуга в розвитку і практичному застосуванні цих досліджень належить Г. Т. Селянинову, С. І. Небольсину, П. І. Колоскову, Р. Е. Давіду.

У 1936 році було опубліковане перший в країні навчальний посібник «Сільськогосподарська метеорологія», написаний Р. Е. Давідом і його співробітниками. У цьому ж році вийшла у світ капітальна книга Р. Е. Давіда «Пшеница и климат».

У 1937-1938 рр. АГМІ був реорганізований у відділ агрометеорології Всесоюзного інституту

рослинництва (ВІР) у Ленінграді, а Інститут посух – у відділі агрометеорології Інституту землеробства Південного Сходу у Саратові. У 1985 р. на базі цього інституту створене науково-виробниче об'єднання «Еліта Поволжя».

В Україні у довоєнний період М. І. Розовим вивчалися залежності урожаю сільськогосподарських культур від елементів погоди. Були розпочаті розробки методики прогнозу урожаю на основі дослідження динаміки температури повітря й опадів. В. А. Равич проводив розробку критеріїв посушливості. О. В. Федоров вивчав вплив сонячної радіації на розвиток рослин. Особливе місце займали дослідження несприятливих умов зимового періоду на перезимівлю озимих. У 1932 році М. С. Кулик та Н. М. Низеньков організували спостереження за мінімальною температурою ґрунту на глибині вузла кушіння зернових за допомогою мінімального термометра, який було розміщено в металевій трубці (коробці Низенькова). І. Г. Йовенко і Н. К. Софотеров організували вивчення воднофізичних властивостей ґрунтів України. Дослідження з водного балансу ґрунтової вологи були проведені В. П. Поповим. Вплив умов зволоження на урожай вивчав М. М. Самбікін.

З початком Великої Вітчизняної війни агрометеорологічна тематика була передана із системи Гідрометслужби СРСР до системи Наркомзему СРСР. У 1948 р. вона знову була повернута в систему Гідрометеослужби СРСР. У 1948 р. в Одеському гідрометеорологічному інституті було створено агрометеорологічне відділення, перетворене згодом на агрометеорологічний факультет.

У 50-ті роки в ЦІП проводилася робота по зміцненню і розвитку мережі станцій і постів, які обслуговують сільське господарство. Продовжувалися дослідницькі роботи (Н. А. Зубарев, А. В. Процеров, А. А. Шиголев, О. О. Цубербіллер та ін.). Для освоєння цілих земель у 1958 р. була підготовлена колективна монографія за редакцією Ф. Ф. Давітая «Агроклиматические и водные ресурсы районов освоения целинных и залежных земель».

В ці роки були організовані регіональні (зональні) Науково-дослідні гідрометеорологічні інститути в Казахстані (м. Алма-Ата), у Середній Азії (м. Ташкент), в Україні (м. Київ), у Закавказзі (м. Тбілісі), у Західному Сибіру

(м. Новосибірськ), і на Далекому Сході (м. Владивосток). В усіх цих інститутах були створені відділи агрометеорологічних досліджень, які виконували в основному регіональні роботи.

В 60-і роки в Гідрометеоцентрі СРСР, у регіональних (зональних) гідрометеорологічних інститутах були розроблені і впроваджені в оперативну практику методи агрометеорологічних прогнозів урожаю основних сільськогосподарських культур, прогнозів перезимівлі озимих культур (Є. С. Уланова, В. О. Мойсейчик, М. С. Кулик, Ю. І. Чирков, О. О. Цубербіллер, А. А. Окушко, Т. О. Побєтова, Б. І. Огородніков, Б. П. Пономарев, О. М. Поповська, Л. С. Кельчевська та ін.), методи прогнозів запасів вологи у ґрунті і методи оптимізації водного режиму сільськогосподарських полів (О. М. Алпатьєв, С. А. Веріго, Л. О. Разумова, О. Р. Константинов, А. М. Шульгін, С. І. Харченко та ін.). В 70–80-ті роки значний внесок в розвиток агрометеорологічних досліджень внесли Ю. С. Мельник, А. М. Дерев'янка, В. Н. Страшний, А. І. Страшна, Т. О. Максименко.

Створення в 1953 році відділу агрометеорології в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті стимулювало розвиток агрометеорологічних досліджень в Україні. В дослідженнях цього підрозділу впливу погодних умов на формування урожаю виділяється три етапи (В. П. Дмитренко, 1978 р.).

На першому етапі (1953–1963 рр.) було проведено узагальнення і систематизація матеріалів вивчення агрогідрологічних властивостей ґрунту (Н. Г. Йовенко, А. І. Салєпова, А. М. Кекух, В. М. Лічкакі, А. С. Трегубова, Н. П. Паламарчук та ін.). Розглянуто характеристики вологозабезпеченості озимої пшениці (А. М. Кекух, Н. І. Михайлова) і побудовані карти розподілу вологозапасів (С. О. Сапожникова, А. М. Кекух, Н. Г. Йовенко, І. Е. Бучинський). С. О. Сапожниковою визначена імовірність дозрівання ранньостиглих сортів і гібридів кукурудзи. М. Н. Копачевською і Г. Л. Тимошенко розглянута можливість прогнозування термінів настання фаз розвитку кукурудзи. В. П. Дмитренко встановлені залежності і запропонована метод розрахунку тривалості міжфазних періодів озимої пшениці, кукурудзи і гречки.

У процесі досліджень зв'язку урожаю з гідро-

метеорологічними факторами на другому етапі (1963–1973 рр.) можна виділити кілька періодів. Їхня послідовність така: формування робочої гіпотези (О. Р. Константинов, В. П. Дмитренко), виклад уявлень про схему врахування впливу погодних факторів на приріст рослинної маси (О. Р. Константинов), проведення кореляційного аналізу урожайності з гідрометеорологічними елементами (В. П. Дмитренко, О. Р. Константинов, І. Б. Чайка, Т. А. Чекіна), виділення і моделювання основних факторів урожайності (В. П. Дмитренко, А. Я. Короткова, О. Р. Константинов, В. П. Петькова, І. Г. Грушка), вибір загальної моделі представлення зв'язків урожаю з основними факторами (В. П. Дмитренко; Н. І. Михайлова; А. А. Левенко, О. Р. Константинов, А. А. Вількенс) і розробка теоретичних основ моделювання урожайності сільськогосподарських культур (В. П. Дмитренко). Таким чином, другий етап можна назвати умовно етапом ідентифікації основних факторів урожайності як об'єкта керування. У підсумку досліджень отримано три типи моделей урожайності. Модель «погода – урожай» В. П. Дмитренко враховує максимальну урожайність і відхилення основних факторів від їхніх оптимальних значень. Модель урожайності О. Р. Константинова, В. П. Петькової, А. А. Левенко побудована шляхом статистичного осереднення і послідовного графічного виключення «визначальних факторів». У підході Н. І. Михайлової використовується залишковий метод побудови рівнянь регресії. Визначені зв'язки урожайності цукрового буряку (А. А. Кисиленко), картоплі (Р. М. Шелудякова), кукурудзи (А. Д. Рогаченко) елементів структури урожаю в озимої пшениці (М. І. Гойса, Г. Л. Тимошенко) з окремими гідрометеорологічними показниками. Досліджувався вплив елементів погоди на частку зерна в загальному урожаї озимої пшениці (Р. Б. Усманова) і на його якість (А. А. Левенко). Вивчалися фітометричні характеристики посівів і їхній зв'язок із урожайністю сільськогосподарських культур (М. І. Гойса, А. Д. Рогаченко, В. П. Дмитренко, Г. Л. Тимошенко, А. Я. Короткова, Н. К. Строкач). Розглянуто роль складових теплового балансу у формуванні продуктивності посівів (А. Д. Рогаченко, Л. І. Сакалі, А. П. Солодовнікова, М. І. Гойса, Р. М. Олейник). Велика увага приділялася вивченню просторових і часо-

вих характеристик і взаємозв'язку окремих агрометеорологічних елементів. Так, отримані зв'язки між вологозапасами ґрунту на різних угіддях (Н. І. Михайлова; С. Б. Красюк), між вологозапасами й опадами, температурою повітря, вологістю повітря (О. Р. Констянтинов, С. Б. Красюк; Л. В. Щербак; А. А. Левенко, С. П. Бруяцька). Вивчено розподіл вологозапасів ґрунту у весняний період, сум опадів і сум активних температур за вегетаційний період (А. Я. Короткова, Н. І. Астахова). Отримано попередні висновки про автокореляцію вологозапасів ґрунту (В. І. Конторщиків). Розроблено методику розрахунку енергетичних ресурсів (Н. А. Перелет; М. І. Гойса, В. М. Піщолка, В. Н. Міллер) і виконана оцінка цих ресурсів для території України (М. І. Гойса, Н. А. Перелет, В. М. Піщолка).

Приділялася увага дослідженню посушливих явищ на території України (В. В. Свіріна, В. П. Дмитренко, А. М. Кекух, Т. А. Чекіна).

Великий обсяг роботи виконаний по дослідженню режиму фотосинтетично активної радіації і продуктивності посівів (М. І. Гойса та ін.), також по фітоклімату посівів (М. І. Гойса, А. Д. Рогаченко, Р. В. Гаценко, В. В. Бібік). Значне місце займали роботи з гідрометеорологічних основ зрошуваного землеробства (О. Р. Констянтинов, Р. М. Олейник та ін.).

Третій етап у дослідженнях зв'язку урожаю з гідрометеорологічними умовами з'явився етапом становлення базової моделі урожайності сільськогосподарських культур (В. П. Дмитренко) та розробка методик прогнозу урожайності озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи (В. П. Дмитренко), озимого жита (В. П. Дмитренко, А. Я. Короткова), картоплі (Р. М. Шелудякова), цукрового буряку (І. П. Галюк), соняшника (А. В. Мурга).

Запропоновано експериментальну модель сумарного випаровування посівів кукурудзи (М. І. Гойса, В. В. Бібік). Вперше оцінена забезпеченість вегетаційного циклу рису фотосинтетично активною радіацією і на цій основі проведено агрокліматичне районування території України (В. М. Просунко).

В цей час одержали розвиток дослідження, спрямовані на регулювання технології вирощування окремих культур (М. І. Михайлова, В. П. Дмитренко, В. М. Лічкакі, І. Г. Грушка, Ю. В. Рогоджан, Р. М. Олейник) Розроблено

методику автомаршрутних обстежень посівів цукрового буряка (М. І. Михайлова) і аеровізуальних спостережень. Виконано дослідження і підготовлена методика спостережень за станом рисових полів (В. М. Просунко, М. І. Гойса).

В ці роки в СРСР одержали розвиток дослідження в області пасовищної метеорології (О. П. Федосєєв, І. Г. Сабініна, Л. Н. Бабушкін, А. І. Чекерес).

Велике практичне значення мали роботи М. С. Кулика й А. П. Федосєєва по обґрунтуванню застосування мінеральних добрив і диференційованої агротехніки в сільському господарстві.

Учні і послідовники Г. Т. Селянинова активно продовжували агрокліматичні дослідження (І. А. Гольцберг, Ф. Ф. Давітая, А. І. Руденко, С. О. Сапожнікова, Н. Н. Яковлев та ін.). Великий внесок в агрокліматологію 60-80 р. внесли праці П. І. Колоскова, Ф. Ф. Давітая, Д. І. Шашко, О. М. Шульгіна, Ю. І. Чиркова, Л. Н. Бабушкіна та ін.

В 1977 р. у м. Обнінськ, Калузької обл. був організований Всесоюзний науково-дослідний інститут сільськогосподарської метеорології (ВНДІСГМ), який став головним науково-методичним центром в області сільськогосподарської метеорології, головною установою у країні в цій галузі знань.

Основні напрямки наукової діяльності ВНДІСГМ стосувались наступних проблем: розробка теоретичних основ взаємодії фізичних та біологічних процесів в системі ґрунт – рослина – атмосфера; розробка нових методів агрометеорологічних прогнозів та програмування урожайності; вдосконалення методів наземних та дистанційних агрометеорологічних спостережень; розробка агрометеорологічних рекомендацій з врахування погодних умов при виконанні агротехнічних заходів; розробка автоматизованої системи збору та обробки оперативної агрометеорологічної інформації; розробка науково – методичних основ створення Агрокліматичного кадастру; розробка методів активного впливу на заморозки і т. д. Всі наукові напрямки очолювали провідні фахівці: М. С. Кулик, О. П. Федосєєв, О. Д. Сиротенко, А. М. Польовий, А. І. Коровін, В. В. Вольвач, В. О. Жуков, О. Д. Клещенко, О. Д. Пасечнюк, В. М. Пасов, В. І. Рачулик, Л. С. Кельчевська, П. П. Федченко, В. О. Горбачов, Є. К. Звідзе, В. Н. Хомяков,

М. В. Нікіфоров, В. Ф. Гридасов та ін.

В 1981 р. була організована міжвідомча наукова Рада по проблемі «Агрометеорологія», до складу якої увійшли провідні вчені агрометеорологи ВНДІСГМ, Гідрометцентру, регіональних НДІ Росгідромету, інститутів Академії наук і ВАСГНІЛ, МГУ, Всесоюзної сільськогосподарської академії ім. К. А. Тімірязєва (ТСГА), Одеського гідрометеорологічного інституту (ОГМІ). Наукова Рада розробляла генеральні напрямки розвитку сільськогосподарської метеорології.

Сучасні агрометеорологічні дослідження в Україні все більше спираються на новітні технічні засоби, нові прилади з використанням камер штучного клімату, авіації, супутниковій інформації, парку ПЕОМ.

Задачі сільськогосподарської метеорології визначаються вимогами ведення сільського господарства, його інтенсифікації шляхом механізації, хімізації, меліорації земель, селекції високопродуктивних сортів культурних рослин. Найважливіші задачі сільськогосподарської метеорології наступні:

1) вивчення й опис закономірностей формування метеорологічних і кліматичних умов сільськогосподарського виробництва в просторі і в часі;

2) розробка методів кількісної оцінки впливу метеорологічних факторів на стан ґрунту, розвиток, ріст і формування урожаю агрофітоценозів, на стан сільськогосподарських тварин, на розвиток і поширення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур;

3) розробка методів агрометеорологічних прогнозів і удосконалення форм агрометеорологічного забезпечення сільського господарства;

4) агрокліматичне районування, розміщення нових сортів і гібридів сільськогосподарських культур і порід тварин, агрокліматичне обґрунтування прийомів найбільш повного і раціонального використання ресурсів клімату для підвищення продуктивності рослинництва і тваринництва;

5) агрокліматичне обґрунтування прийомів меліорації земель і зміни мікроклімату полів, впровадження індустріальних технологій у рослинництві, у тому числі диференційованого застосування агротехніки у відповідності зі сформованими й очікуваними умовами погоди;

б) розробка методів боротьби з несприятливими і небезпечними для сільського господарства гідрометеорологічними явищами, у тому числі методів активного впливу на ці явища.

Ці задачі зважуються агрометеорологічною наукою і практикою з метою оперативного забезпечення різними видами агрометеорологічної інформації сільськогосподарського виробництва.

Досвід останнього років показує, що використання різноманітної гідрометеорологічної інформації в сільському господарстві відбувається на трьох тимчасових рівнях: 1) при виборі проектних рішень; 2) при виробленні планових рішень; 3) при прийнятті оперативного господарських рішень.

При виборі проектних рішень влаштовується раціональне розміщення і спеціалізація сільського господарства, районування культур і сортів сільськогосподарських рослин і порід тварин, створення гідромеліоративних систем і т.д. При цьому використовується кліматична і агрокліматична інформація.

При виробленні планових рішень плануються розміри урожаїв, визначаються потреби в добривах і ядохімікатах, обсяги поливної води, складаються сезонні графіки польових робіт і т.д. Тут у першу чергу використовується поточна оперативна агрометеорологічна і гідрологічна інформація, аналізуються сформовані агрометеорологічні умови стосовно до конкретних територій і культур, а також гідрометеорологічні прогнози різної завчасності.

При прийнятті оперативного-господарських рішень розробляються дії безпосереднього керування технологічними процесами в період вегетації рослин і заходами, здійснюваними на тваринницьких фермах і випасах. Для цього використовується оперативна інформація про фактичний стан середовища приземного шару атмосфери, ґрунту, посівів і гідрометеорологічні прогнози. Для успішного рішення задач сільськогосподарської метеорології, для ефективного використання агро- і гідрометеорологічної інформації в сільськогосподарському виробництві постійно удосконалюються методи агрометеорологічних досліджень і спостережень.

Розвиваються роботи, спрямовані на створення системи агрометеорологічного моніторингу посівів сільськогосподарських культур в Україні з застосуванням аерокосмічних методів

(В. С. Антоненко, О. А. Кривобок). Розвинуті питання теорії створення та функціонування системи агрометеорологічного моніторингу посівів (В. С. Антоненко).

Наукові дослідження в області агрометеорології інтенсивно проводились на кафедрі агрометеорології Одеського гідрометеорологічного інституту: К. Г. Мухіна виконала агрокліматичне районування стосовно фруктових дерев; Н. І. Синиціна вивчала формування теплового та водного балансу посівів; М. Я. Шевченко вивчав вплив агрометеорологічних умов на ефективність проведення агротехнічних заходів; В. В. Капельюш вивчала вплив погодних умов на формування урожаю картоплі; К. А. Кожемяченко досліджувала умови вирощування гречки; П. Ю. Міуський розробив метод прогнозу урожаю соняшника; А. В. Сучкова виконала дослідження умов формування урожаю кукурудзи; А. В. Швец розробила метод прогнозу вологозапасів під озимою пшеницею; Л. І. Дмитрієва вивчала умови формування урожаю винограду; К. А. Варламова досліджувала вплив агрометеорологічних умов на формування урожаю новітніх кормових культур; М. О. Пихтіна вивчала умови формування урожаю баклажан, Л. Ю. Божко досліджувала вплив агрометеорологічних умов на формування урожаю солодкого перцю.

Ці дослідження продовжують виконуватись на кафедрі агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів сучасного Одеського державного екологічного університету (А. М. Польовий, З. А. Міщенко, Л. Ю. Божко, Г. В. Ляшенко, О. В. Вольвач, О. О. Дронова, О. Л. Жигайло, О. Є. Ярмольська; Н. В. Кирнасівська, С. В. Свидаєрська, О. А. Барсукова, Т. К. Костюкевич, Н. В. Данілова, В. В. Колосовська). Основні наукові досягнення кафедри полягають у наступному:

– на основі теорії енерго- і масообміну в рослинному покриві та кількісної теорії фотосинтезу створені математичні моделі продуктивності сільськогосподарських культур, які описують формування в системі "грунт – рослина – атмосфера" гідрометеорологічного режиму та його вплив на формування кількості, якості та екологічної чистоти урожаю;

– математичне моделювання впливу екстремальних погодних умов (суховії, посухи, переizzo-

ложення, приморозки) на продуктивність сільськогосподарських культур;

– математичне моделювання розвитку популяцій шкідників та поширення інфекцій, їх шкідливий вплив на продуктивність сільськогосподарських культур;

– розробка теорії прогнозування продуктивності с.-г. культур та впровадження в практику Гідрометслужби України методів агрометеорологічних прогнозів кількості та якості урожаю с.-г. культур, зернового балансу в Україні;

– розробка математичних методів оцінки агрокліматичних ресурсів територій та їх впровадження в практику районування і розміщення с.-г. культур;

– математичне моделювання забруднення с.-г. культур та природної рослинності на землях, забруднених після аварії на ЧАЕС;

– моделювання водно-сольового режиму та антропогенного забруднення зрошуваних с.-г. культур, процесів опустелювання та продуктивності природних екосистем в зв'язку із зміною клімату;

– дослідження впливу змін клімату на продуктивність сільськогосподарських культур, розробка науково обґрунтованих рекомендацій щодо адаптації сільського господарства України до цих змін;

– розробка методів оцінки агрокліматичних ресурсів та районування територій в різному масштабі (макро-, мезо-, мікро-) в зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур.

Значний внесок в розвиток агрометеорологічних досліджень в Україні внесли М. І. Кульбіда, М. Ф. Цупенко, Т. І. Адаменко, М. П. Кривенченко, А. Л. Прокопенко. Були виконані науково-методичні роботи з обґрунтування різних видів агрометеорологічних спостережень (М. Ф. Цупенко, М. П. Кривенченко), дослідження впливу змін клімату на продуктивність озимої пшениці (М. І. Кульбіда) та кукурудзи (Т. І. Адаменко). За їх ініціативи та подальшої підтримки почалось впровадження в Україні методів оцінки агрометеорологічних умов формування продуктивності та прогнозування урожайності, заснованих на моделях продукційного процесу рослин (А. М. Польовий). В Київському Національному університеті проводяться дослідження агрокліматичних умов формування продуктивності сільськогосподарських культур (А. В. Круківська).

В світовому масштабі Україна має один із найбільших потенціалів для виробництва продовольства. Природні умови країни в цілому сприяють сільськогосподарському виробництву, однак постійно потребують не лише впровадження передових технологій, а й глибокого знання агрокліматичних умов місцевості, ймовірності настання різних гідрометеорологічних явищ, які впливають на урожай та інформації про те, як вони поєднуються у кожному конкретному році, сезоні, періоді, випадку. Цій потребі призначене агрометеорологічне забезпечення, яке здійснюють метеорологічні станції (М), гідрометеорологічні організації (ЦГМ, РЦГМ) та Український гідрометеорологічний центр (УкрГМЦ).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

метеорологічних станціях України.

Гідрометеорологічна служба України представляє нашу країну у Всесвітній метеорологічній організації (ВМО), що входить до складу Організації Об'єднаних Націй (ООН). Провідні агрометеорологи активно беруть участь у діяльності Комісії із сільськогосподарської метеорології (КСГМ) ВМО.

Спираючись на науково обгрунтовані методи агрометеорологічних оцінок, прогнозів і рекомендацій, Український гідрометеорологічний центр,

Обласні Центри з гідрометеорології забезпечують інформацією всі сільськогосподарські галузі Агропромислового комплексу.

Підготовка техніків-агрометеорологів проводиться в Харківському та Херсонському гідрометеорологічних технікумах. Майбутні інженери-агрометеорологи навчаються на гідрометеорологічному факультеті Одеського державного екологічного університету.

AGROMETEOROLOGICAL RESEARCH IN UKRAINE

A. N. Polevoy, Dr. Sci. (Geogr.), prof.

L. E. Bozhko, Cand. Sci. (Geogr.), associate prof. ,

T. I. Adamenko, Cand. Sci. (Geogr.), associate prof.

*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, apolevoy@te.net.ua*

The article in question describes the history of development of agrometeorological service activities for agricultural production from the days of Mikhail Vasilyevich Lomonosov to the present. It is pointed out that the agrometeorological service experienced especially rapid development in the second half of the twentieth century. Establishment of the Department of Agricultural Meteorology in 1953 at the Ukrainian Research Hydrometeorological Institute stimulated development of agrometeorological research in Ukraine. Three stages can be distinguished in researches of this department on the influence of weather conditions on yield formation. At the first stage (1953 - 1963) generalization and systematization of the materials for study into agrohydrological soil properties were performed. At the second stage (1963 - 1973) a working hypothesis on the scheme for taking account of the influence of weather conditions on the vegetative mass increase was formulated, and a correlation analysis of crop productivity with hydrometeorological elements was carried out. A huge amount of work on research into the regime of photosynthetically active radiation and crop productivity as well as into the phytoclimate of the sown areas has been performed. The third stage (since 1974) is the stage of formation of a basic model for crop productivity and development of methods for forecasting productivity.

The agrometeorological service activities for agricultural production at every level is implemented in accordance with the approved annual plans for hydrometeorological activity of organizations. A basis for the agrometeorological provision is formed by the materials of meteorological and agrometeorological observations which are conducted at 163 meteorological stations throughout the country.

The Hydrometeorological Service of Ukraine represents the country in the World Meteorological Organization (WMO), an agency of the United Nations Organization (UNO). Leading agrometeorology experts take part in the activity of WMO Commission for Agricultural Meteorology (CAgM).

Relying on the scientifically substantiated methods of agrometeorological assessment, forecasts and recommendations, the Ukrainian Hydrometeorological Center and the regional centres for Hydrometeorology provide all the agricultural industries of the Agroindustrial complex with relevant information.

Keywords: meteorological observations, hydrometeorological service, agrometeorological service, climate, weather, agricultural production.

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В УКРАИНЕ

А. Н. Полевой, д-р геогр. наук, проф.,

Л.Е. Божко, канд. геогр. наук, доц.,

Т.И. Адаменко, канд. геогр. наук, доц.

*Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, apolevoy@te.net.ua*

В статье описывается история развития агрометеорологического обслуживания сельскохозяйственного производства со времен М.В. Ломоносова до настоящего времени. Подчеркивается, что особенно быстрое развитие агрометеорологического обслуживания получило во второй половине XX-го века. Создание в 1953 году отдела агрометеорологии в Украинском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте стимулировало развитие агрометеорологических исследований в Украине. В исследованиях этого отдела по влиянию погодных условий на формирование урожая выделяется три этапа. На первом этапе (1953 – 1963 гг.) было выполнено обобщение и систематизация материалов изучения агрогидрологических свойств почвы. На втором этапе (1963 – 1973 гг.) сформулирована рабочая гипотеза о схеме учета влияния погодных условий на прирост растительной массы, проведение корреляционного анализа урожайности сельскохозяйственных культур с гидрометеорологическими элементами. Большой объем работ выполнено по исследованию режима фотосинтетически активной радиации и продуктивности посевов а также по фитоклимату посевов. Третий этап (с 1974 г.) – является этапом становления базовой модели урожайности сельскохозяйственных культур и разработки методик прогноза их урожайности. Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства на каждом уровне осуществляется в соответствии с утвержденными годовыми планами гидрометеорологической деятельности организаций. Базой для агрометеорологического обеспечения являются материалы метеорологических и агрометеорологических наблюдений, которые проводятся на 163 метеорологических станциях Украины.

Гидрометеорологическая служба Украины представляет нашу страну во Всемирной Метеорологической организации (ВМО), которая входит в состав Организации Объединенных Наций (ООН). Ведущие агрометеорологи принимают активное участие в деятельности Комиссии по сельскохозяйственной метеорологии (КСГМ) ВМО. Опираясь на научно обоснованные методы агрометеорологических оценок, прогнозов и рекомендаций, Украинский Гидрометеорологический центр, областные центры по гидрометеорологии обеспечивают информацией все сельскохозяйственные отрасли Агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: метеорологические наблюдения, гидрометеорологическая служба, агрометеорологическое обслуживание, климат, погода, сельскохозяйственное производство.

Дата першого подання: 24. 05. 2017

Дата надходження остаточної версії: 19. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ СЕВЕРНОЙ ЗЕРНОСЕЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА

Байшоланов С. С.¹, канд. геогр. наук, доц., гл. науч. сотр.
Полевой А. Н.², д-р геогр. наук, акад. АНВШ Украины, проф.,
зав. каф. агрометеорологии и агрометеорологических прогнозов

¹ - Филиал ТОО «Институт географии» Министерства образования и науки Республики Казахстан,
пр. Кабанбай батыра, 8. Z05H0T3 Астана, Казахстан, saken_baisholan@mail.ru

² - Одесский государственный экологический университет,
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, apolevoy@te.net.ua

В статье приводится агроклиматическое зонирование территории Северного Казахстана по теплообеспеченности и влагообеспеченности. Анализ пространственного распределения значений коэффициента увлажнения K и сумм активных температур воздуха выше 10°C позволил выделить на равнинной территории Казахстана 6 агроклиматических зон. При этом с 3 по 6 зоны по термическим условиям подразделяются на два вида. На территории Северо-Казахстанской области выделены 3 агроклиматические зоны, Костанайской области – 4 зоны, Акмолинской области – 4 зоны, Павлодарской области - 2 зоны. В качестве примера систематизации пространственного распределения показателей приведено распределение по агроклиматическим зонам Акмолинской области характеристик засухи, суховея и климатических сроков начала весенних полевых работ. В первой – умеренно влажной умеренно теплой зоне сильная засуха имеет повторяемость 2 %, суховея умеренной интенсивности наблюдается в 2-3 днях, климатические сроки начала весенних полевых работ приходятся на 15-19 мая. В четвертой – умеренно засушливой теплой зоне сильная засуха имеет повторяемость 30-35 %, суховея умеренной интенсивности наблюдается в 20-25 днях, климатические сроки начала весенних полевых работ приходятся на 5-7 мая.

Ключевые слова: теплообеспеченность, влагообеспеченность, коэффициент увлажнения, сумма температур, вегетационный период, агроклиматические зоны.

1. ВВЕДЕНИЕ

Агроклиматическое районирование (зонирование) предусматривает деление территории по определенной системе на различные зоны, пояса или районы достаточно однородные внутри своих границ и различающихся между собой по положенным в основу районирования показателям, имеющих существенное значение для географического распределения и специализации сельского хозяйства [1, 2].

Вопросы агроклиматического районирования широко представлены в работе З. А. Мищенко [2], где особо выделяется направленность агроклиматического районирования на решение конкретных задач агроклиматического обеспечения сельского хозяйства.

При изучении агроклиматических ресурсов территории и их районировании выбираются основные агроклиматические факторы. В качестве основных агроклиматических факторов обычно берутся лимитирующие в развитии растений факторы. В засушливых условиях Казахстана, где нет недостатка в солнечной радиации и теп-

ле, лимитирующим фактором является влага. Также в северной части Казахстана для роста и развития теплолюбивых растений порой не хватает тепла. Соответственно основными факторами для агроклиматического зонирования территории Казахстана являются показатели влагообеспеченности и теплообеспеченности вегетационного периода.

Зонирование территории по тепло- и влагообеспеченности облегчает решение многих практических и научных задач в сельском хозяйстве. Например, на их основе можно провести агроклиматическое районирование сельскохозяйственных культур. По агроклиматическим зонам можно распределить сроки проведения агротехнических мероприятий (сев, уборка, обработка почвы и т.д.), распределить показателей неблагоприятных погодных явлений и т.д. Такое распределение дает возможность их систематизации по территории и по времени.

Конечно, мероприятия и явления можно обобщать и по административным единицам (населенный пункт, район, область). Однако это

Таблица 1 - Средние по Акмолинской области месячные и годовая температура воздуха за разные многолетние периоды, и их разница

МС	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
T ₁ 1971-2000	-15,7	-15,6	-9,3	4,3	12,6	18,7	20,3	17,4	11,4	3,2	-7,1	-12,6	2,3
T ₂ 1981-2014	-15,4	-15,1	-7,8	4,6	13,1	18,8	20,0	18,1	11,7	4,0	-6,3	-13,0	2,7
T ₂ - T ₁	0,3	0,5	1,5	0,3	0,5	0,1	-0,3	0,7	0,3	0,8	0,8	-0,4	0,4

может быть очень трудоемким и тяжелым для восприятия, или же могут иметь большие погрешности.

Агроклиматическое районирование территории Казахстана впервые были представлены в агроклиматических справочниках областей Казахстана, выпущенных в 50-70-х годах XX века. На сегодня эти справочники информационно и технологически устарели.

В 2005-2006 годах в РГП «Казгидромет», аналогично агроклиматическому районированию 70-х годов XX века, было проведено районирование территории Казахстана по тепло- и влагообеспеченности. Районирование базировалось на метеорологических данных 1970-2000 годов. При этом равнинная территория Казахстана была разделена на 9 агроклиматических зон, а предгорные и горные территории – на 7 природно-ландшафтных районов.

С учетом изменения регионального климата, можно сказать, что эти данные не характеризуют современный климат. Сравнение средних многолетних данных за разные многолетние периоды (1971-2000 гг.; 1981-2014 гг.) показало значимое изменение температуры воздуха. В качестве примера в таблице 1 приведено сравнение средних по Акмолинской области значений месячных и годовой температуры воздуха за два многолетних периода.

Также, карта-схема агроклиматического районирования была построена в мелком масштабе, в целом по Казахстану, что затруднял ее использование на практике.

Все это обстоятельство вызвало необходимость агроклиматического зонирования территории Казахстана на основе современных данных, в более крупном масштабе, с использованием современных геоинформационных систем.

Данная работа посвящена агроклиматическому зонированию северной зерносеющей территории Казахстана, где сосредоточена 73 % посевных площадей сельскохозяйственных культур.

2. ВХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения показателей теплообеспеченности и влагообеспеченности были использованы данные 70 метеорологических станций (МС) РГП «Казгидромет» Министерства энергетики Республики Казахстан, за период 1981-2014 гг.

Материалы были обработаны общепринятыми методами статистической и климатологической обработки данных. Агроклиматические карты были построены с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.1.

При агроклиматическом районировании во времена СССР использовались сумма активных температур воздуха выше 10 °С и гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова (ГТК).

Нами для агроклиматического зонирования территории Казахстана были использованы сумма активных температур воздуха выше 10°С и коэффициент увлажнения K , предложенный Байшолоновым С. С. для условий Казахстана [3, 4].

Данный коэффициент увлажнения K является аналогом коэффициентов увлажнения, предложенные Д. А. Бринкеном, С. А. Сапожниковой и Ю. И. Чирковым [5], Л. С. Кельчевской [5], Л. С. Кельчевской и Ю. С. Мельником [6].

Для условий Казахстана коэффициент аккумуляции осадков холодного периода равняется 0,5, а коэффициент учета температуры воздуха – 0,12

$$K = \frac{0,5 \sum R_{11-4} + \sum R_{5-8}}{0,12 \sum T_{5-8}}, \quad (1)$$

где $\sum R_{11-4}$ – сумма осадков за ноябрь-апрель; $\sum R_{5-8}$ – сумма осадков за май-август; $\sum T_{5-8}$ – сумма температур воздуха за май-август.

ГТК характеризует атмосферную засуху и засушливость климата. Коэффициент увлажнения K , учитывающий осадки холодного и теплого периодов, а также температурные условия тепло-

го периода, достаточно объективно характеризует влагообеспеченность вегетационного периода сельскохозяйственных культур. Также коэффициент K косвенно учитывая влажность почвы в начале весны (через осадков холодного периода), в целом характеризует и общую засуху (почвенную и атмосферную). Таким образом K более шире характеризует условия увлажнения, чем ГТК.

В работе [4] нами была проведена оценка влагообеспеченности территории Северного Казахстана и представлена карта зонирования по влагообеспеченности вегетационного периода.

Для зонирования были определены градации уровней термических условий и условий увлажненности (засушливости). Для оценки уровня термических условий сумма активных температур воздуха выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ΣT_{10}) были взяты шагом $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, в пределах, наблюдаемых на территории Казахстана (таблица 2).

Таблица 2 -- Критерии оценки термических условий в Казахстане

Термическое условие	$\Sigma T_{10},\text{ }^{\circ}\text{C}$
Умеренно теплое	2000-2500
Теплое	2500-3000
Умеренно жаркое	3000-3500
Жаркое	3500-4000
Очень жаркое	более 4000

Уровни увлажненности (засушливости) были определены согласно критериям оценки влагообеспеченности вегетационного периода (май-август) по K , в пределах, наблюдаемых на равнинной территории Казахстана (таблица 3).

Таблица 3 – Критерии оценки увлажненности (засушливости) по K

Степень увлажненности	K
Умеренно влажная	1,0-1,2
Слабовлажная	0,8-1,0
Слабо засушливая	0,6-0,8
Умеренно засушливая	0,4-0,6
Очень засушливая	0,2-0,4
Сухая	менее 0,2

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗ

Анализ распределения по территории Казахстана значений K и сумм активных температур воздуха выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, осредненные за многолетний период (1981-2014 гг.), позволил нам выделить на равнинной территории Казахстана 6 агроклиматических зон. При этом с III по VI зоны еще подразделяются на (а) и (б) по термическим условиям. Названия зон и предельные значения K и сумм температур приведены в таблице 4.

Анализ распределения значений K и сумм активных температур воздуха выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, осредненные за многолетний период (1981-2014 гг.), позволил выделить на территории Северо-Казахстанской, Костанайской, Акмолинской и Павлодарской областей 5 агроклиматических зон. При этом 3 зона по термическим условиям подразделяется на 2 вида (III-а, III-б) (см. Рис. 1). На рисунке для снижения нагрузки убраны слои с границей районов, населенными пунктами, водными объектами и с основными автомагистралями. На карте по этим объектам фермер может определить место расположения своих полевых полей.

Таблица 4 – Агроклиматические зоны на равнинной территории Казахстана

№ зоны	Название зоны	K	$\Sigma T_{10},\text{ }^{\circ}\text{C}$
I	Умеренно влажная умеренно теплая	1,0-1,2	2000-2300
II	Слабовлажная умеренно теплая	0,8-1,0	2200-2500
III	а) Слабо засушливая умеренно теплая б) Слабо засушливая теплая	0,6-0,8	2400-2500 2500-3000
IV	а) Умеренно засушливая теплая б) Умеренно засушливая умеренно жаркая	0,4-0,6	2500-3000 3000-3500
V	а) Очень засушливая умеренно жаркая б) Очень засушливая жаркая	0,2-0,4	3000-3500 3500-4000
VI	а) Сухая жаркая б) Сухая очень жаркая	< 0,2	3500-4000 > 4000

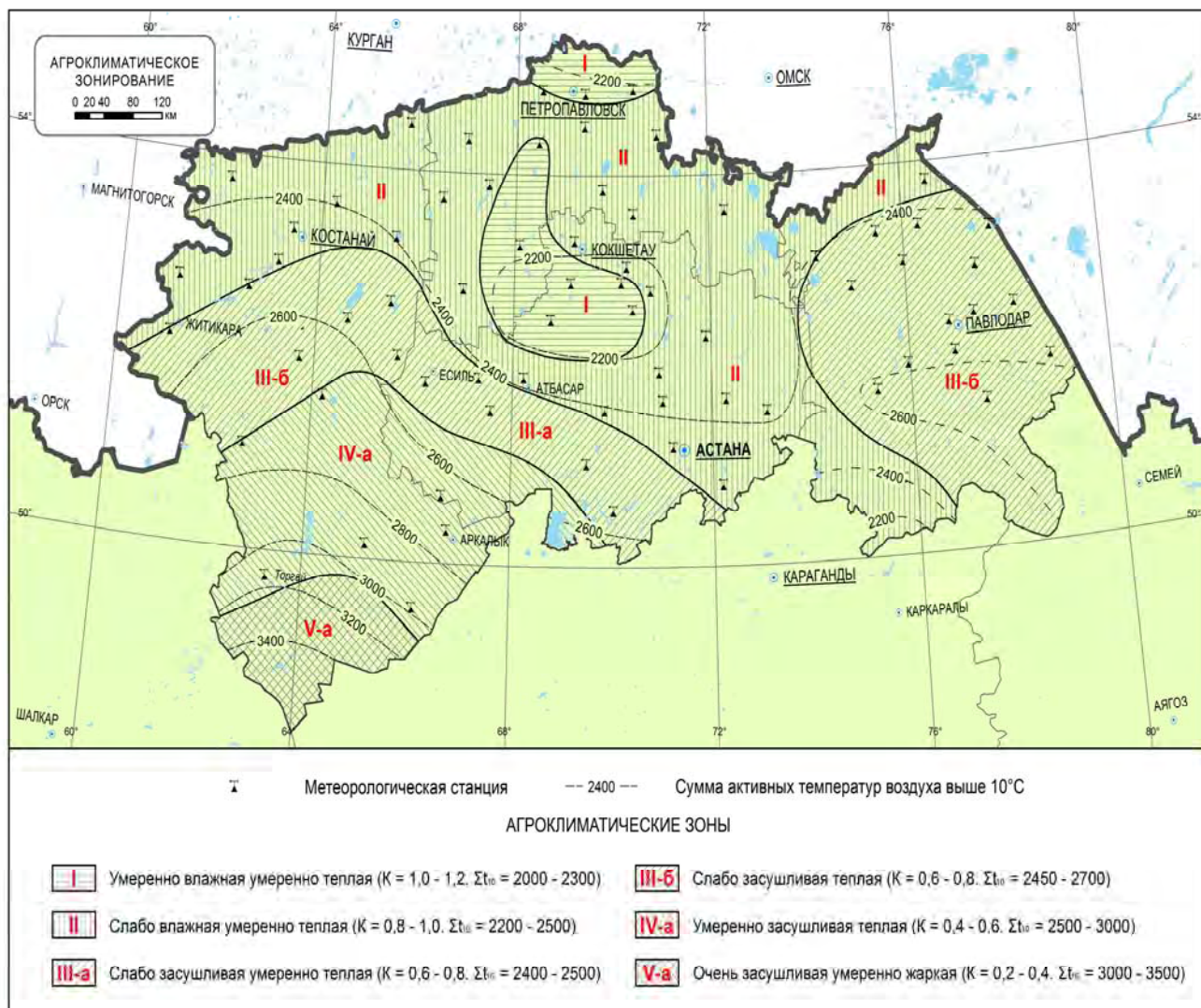


Рис. 1 – Агроклиматическое зонирование территории Северного Казахстана

В Северо-Казахстанской области выделяют 3 агроклиматические зоны:

Зона I – «Умеренно влажная умеренно теплая» занимает северную окраину области (Мамлютка, Петропавловск, Булаево), а также в южной части области – от Явленки до Саумалколь и далее до границы с Акмолинской области. Зона характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 1,0-1,2$ и суммой температур выше 10 °C в пределах 2000-2250 °C.

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» занимает остальную, преобладающую территорию области, и характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 0,8-1,0$ и суммой температур выше 10 °C в пределах 2200-2400 °C.

Зона III-a – «Слабо засушливая умеренно теплая» занимает лишь приграничные районы на

юго-западе и на юго-востоке области, характеризуется значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше 10 °C в пределах 2400-2500 °C.

В Костанайской области выделяются 4 агроклиматические зоны. Здесь отсутствует зона I – «Умеренно влажная умеренно теплая». По площади половину территории области занимает II и III-б зоны, остальную половину – IV-a и V-a зоны.

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» занимает северную часть области, севернее Житикара - Рудный - Майское, характеризуется $K = 0,8-1,0$ и суммой температур выше 10 °C в пределах 2200-2500 °C.

Зона III-б – «Слабо засушливая теплая» расположена южнее II-зоны и распространяется до срединной линии области. Зона характеризуется

значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2450-2700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона IV-a – «Умеренно засушливая теплая» занимает преобладающую часть южной половины области, характеризуется значением $K = 0,4-0,6$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2600-3100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона V-a – «Умеренно засушливая теплая» занимает южную окраину области, характеризуется значением $K = 0,2-0,4$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $3000-3500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В Акмолинской области выделяются 4 агроклиматические зоны, но по площади половину территории области занимает зона II – «Слабовлажная умеренно теплая».

Зона I – «Умеренно влажная умеренно теплая» занимает территорию Кокшетауской возвышенности, характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 1,0-1,2$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2000-2200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» окаймляя Кокшетаускую возвышенность занимает центральную и северную части области, характеризуется $K = 0,8-1,0$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2200-2500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона III-a – «Слабо засушливая умеренно теплая» расположена в полосе ниже центральной части области. Зона характеризуется значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2400-2500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона IV-a – «Умеренно засушливая теплая» занимает юго-западную часть окраину области, характеризуется значением $K = 0,4-0,6$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2500-2700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На территории Павлодарской области выделяются 2 агроклиматические зоны:

Зона II – «Слабовлажная умеренно теплая» занимает северную окраину области (Михайловка, Железинка, Голубовка), а также юго-западную окраину области, граничащей с Акмолинской и Карагандинской областями. Зона характеризуется коэффициентом увлажнения $K = 0,8-1,0$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в

пределах $2200-2400\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Зона III-b – «Слабо засушливая теплая» занимает центральную и юго-восточную части области, характеризуется значением $K = 0,6-0,8$ и суммой температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в пределах $2400-2700\text{ }^{\circ}\text{C}$. Данная агроклиматическая зона по площади занимает больше половины территории области.

Разделение территории на агроклиматические зоны позволяет научно обоснованно подходить к решению многих практических задач. Например, по выделенным агроклиматическим зонам можно провести пространственное ранжирование сроков проведения агротехнических мероприятий (сев, уборка урожая, обработка почвы и т.д.) и характеристик неблагоприятных погодных явлений (засуха, суховея, заморозки и т.д.).

В качестве примера приводим распределение по агроклиматическим зонам засухи, суховея и климатических сроков начала весенних полевых работ в Акмолинской области.

Повторяемость и вероятность установления засухи в пределах агроклиматических зон Акмолинской области представлено в таблице 5.

В первой – умеренно влажной умеренно теплой зоне засуха имеет повторяемость менее 20 %, т.е. засуха вероятна 1 раз в 5-8 лет, а сильная засуха имеет повторяемость всего 2 %, т.е. она вероятна 1 раз в 50 лет.

Во второй агроклиматической зоне (слабовлажная умеренно теплая) засуха имеет повторяемость 20-40 %, и она вероятна 1 раз в 3-5 лет, а сильная засуха имеет повторяемость 2-10 %, т.е. вероятна 1 раз в 10-50 лет.

В третьей – слабо засушливой умеренно теплой зоне засуха имеет повторяемость от 40 до 70 %, т.е. засуха вероятна 1 раз в 2-3 года, а сильная засуха вероятна 1 раз в 4-10 лет.

В четвертой – умеренно засушливой теплой зоне засуха вероятна каждые 1-2 года, а сильная засуха – 1 раз в 3-4 года.

Таблица 5 – Повторяемость и вероятность установления засухи по агроклиматическим зонам Акмолинской области

№ зоны	Название зоны	Повторяемость, %		Вероятность, 1 раз в ... лет	
		засуха	сильная засуха	засуха	сильная засуха
I	Умеренно влажная умеренно теплая	менее 20	2	5-8	50
II	Слабовлажная умеренно теплая	20-40	2-10	3-5	10-50
III-a	Слабо засушливая умеренно теплая	40-70	10-30	2-3	4-10
IV-a	Умеренно засушливая теплая	70-80	30-35	1-2	3-4

Таблица 6 – Годовое количество суховейных дней по агроклиматическим зонам Акмолинской области

№ зоны	Название зоны	Количество суховейных дней по интенсивности		
		слабые	умеренные	сильные
I	Умеренно влажная умеренно теплая	35-40	2-3	0
II	Слабовлажная умеренно теплая	40-70	3-10	1
III-a	Слабо засушливая умеренно теплая	70-80	10-20	1
IV-a	Умеренно засушливая теплая	80-90	20-25	2

Распределение годового количества суховейных дней по агроклиматическим зонам Акмолинской области приведено в таблице 6. Количество суховейных дней слабой интенсивности растет от I до IV агроклиматической зоны от 35 до 90 дней, умеренной интенсивности – от 2 до 25 дней, а сильной интенсивности – от 0 до 2 дней.

Распределение климатических сроков начала весенних полевых работ и сева ранних яровых зерновых культур в пределах агроклиматических зон Акмолинской области представлено в таблице 7.

Разница климатических сроков начала полевых работ и сев ранних яровых зерновых культур в I и IV агроклиматических зонах составляет 10-12 суток. Например, на легких почвах (средне- и легкосуглинистые) в IV зоне в среднем весенние полевые работы и сев можно начинать в период 5-7 мая, а в I зоне – в период 15-19 мая.

Во II зоне весенние полевые работы в среднем начинаются 10-15 мая, в III зоне – 7-13 мая.

В эти сроки в Акмолинской области температура воздуха переходит через 10 °С, т.е. пахотный слой почвы бывает достаточно прогретым и благоприятным для прорастания зерна. В годы с ранней и поздней весной сроки начала весенних полевых работ могут отклоняться до 5-7 суток в обе стороны.

Таблица 7 – Климатические сроки начала весенних полевых работ по агроклиматическим зонам Акмолинской области

№ зоны	Название зоны	Сроки, дата
I	Умеренно влажная умеренно теплая	15-19.05
II	Слабовлажная умеренно теплая	10-15.05
III-a	Слабо засушливая умеренно теплая	7-13.05
IV-a	Умеренно засушливая теплая	5-7.05

Также содержимое таблиц 5, 6 и 7 можно нанести на карту агроклиматического зонирования, и визуализировать их распределение по территории и по времени, что еще облегчало бы их восприятие.

4. ВЫВОДЫ

Анализ пространственного распределения показателей тепло- и влагообеспеченности позволил выделить на равнинной территории Казахстана 6 агроклиматических зон. При этом с 3 по 6 зоны по термическим условиям подразделяются на два вида. В Северо-Казахстанской области выделяются 3 агроклиматические зоны, в Костанайской области – 4 зоны, в Акмолинской области – 4 зоны, в Павлодарской области – 2 зоны.

Распределение различных показателей по агроклиматическим зонам позволяет систематизировать их пространственное распределение. Например, в Акмолинской области, в первой – умеренно влажной умеренно теплой зоне сильная засуха имеет повторяемость 2 %, суховей умеренной интенсивности наблюдается в 2-3 днях, климатические сроки начала весенних полевых работ приходятся на 15-19 мая. В четвертой – умеренно засушливой теплой зоне сильная засуха имеет повторяемость 30-35 %, суховей умеренной интенсивности наблюдается в 20-25 днях, климатические сроки начала весенних полевых работ приходятся на 5-7 мая.

Таким образом, агроклиматическое зонирование и распределение по зонам различных агротехнических и агрометеорологических показателей значительно облегчает понимание и восприятие агроклиматических ресурсов территории, а также их использование в сельскохозяйственном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колосков П. И. Агроклиматическое районирование Казахстана. М.: Издательство академии наук СССР, 1947. 267 с.
2. Мищенко З. А. Агроклиматология: учебник. К.: КНТ, 2009. 512 с.
3. Григорук В. В., Аюлов А. М., Долгих С. В., Байшолонов С. С. Акмолинская область: климат и урожай. Алматы, 2012. 88 с.
4. Байшолонов С. С., Полевой А. Н. Оценка влагообеспеченности вегетационного периода в северной зерносеющей территории Казахстана // Физическая география и геоморфология. Научный сборник. К.: Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, 2016. Вып. 3(83). С. 95-102.
5. Лосев А. П. Практикум по агроклиматическому обеспечению растениеводства. С-Пб.: Гидрометеиздат, 1994. 243 с.
6. Гордеев А. В., Кleshchenko A. D., Черняков Б. А., Сиротенко О. Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 512 с.

REFERENCES

1. Koloskov P. I. *Agroklimaticheskoe rayonirovaniye Kazakhstana* [Agroclimatic zoning of Kazakhstan]. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1947. 267 p.
2. Mischenko Z. A. *Agroklimatologiya* [Agroclimatology]. Kiev: KNT, 2009. 512 p.
3. Grigoruk V. V., Ayulov A. M., Dolgikh S. V., Baisholanov S. S. *Akmolinskaya oblast: klimat i urozhay* [Akmola region: climate and harvest]. Almaty, 2012. 88 p.
4. Baisholanov S. S., Polevoy A. N. The assessment of the moisture providing of vegetation period in northern grain-seeding territory of Kazakhstan. *Physical geography and geomorphology. Scientific collections*. Kyiv: T. Shevchenko National University of Kiev, 2016, vol. 3(83), pp. 95-102. (In Russian)
5. Losev A. P. *Praktikum po agroklimaticheskomu obespecheniyu rastenievodstva* [Workshop on agro-climatic security crop]. St-Pb.: Gidrometeoizdat, 1994. 243 p.
6. Gordeev A. V., Kleshchenko A. D., Chernyakov B. A., Sirotenko O. D. *Bioklimaticheskii potentsial Rossii: teoriya i praktika* [Bioclimatic potential of Russia: Theory and Practice]. Moscow: Association of scientific editions KMK, 2006. 512 p.

AGROCLIMATIC ZONING OF THE NORTHERN GRAIN-PRODUCING TERRITORY OF KAZAKHSTAN

Baisholanov S. S.¹, Cand. Sci. (Geogr.), Assoc. Prof., Leading Researcher

Polevoy A. N.², Dr Sci (Geogr.), Academ. of the Higher School Academy

of Sciences of Ukraine, Prof., Head of the Dep. of Agrometeorology and agrometeorological forecasts

¹Branch LLP "Institute of Geography" of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, 8, Kabanbai batur St., Z05H0T3, Astana, Kazakhstan, saken_baisholan@mail.ru

²Odessa State Environmental University, 15, Lvivska St, 65016, Odessa, Ukraine, apolevoy@te.net.ua

Introduction. The existing agroclimatic handbooks in Kazakhstan are outdated in informational and technological relation. Therefore it is necessary to conduct reassessment of agroclimatic resources.

Purpose. The agroclimatic zoning of the territory of northern Kazakhstan in terms of heat supply and moisture content.

Methods. Data of meteorological stations over 1981-2014 were used. Methods of statistic and climatologic processing of data were applied. Agro-climatic maps were developed using the ArcGIS 10.1 software.

Results. Analysis of spatial distribution of values of moisture coefficient K and sums of active air temperatures above 10°C provided an opportunity to single out 6 agroclimatic zones of plain territory of Kazakhstan. Zones from 3 to 6 are subdivided into two types in terms of thermal conditions. There are 3 agroclimatic zones singled out within the territory of North Kazakhstan Region, 4 zones – in Kostanai region, 4 zones – in Akmola region, 2 zones – in Pavlodar region. Distribution of drought characteristics, hot dry winds and climatic terms for beginning of spring field works within Akmola region's agroclimatic zones was given as an example for systematization of spatial distribution of respective values.

The first zone with moderately humid and moderately warm climate has severe droughts with recurrence of 2%, hot winds of moderate intensity are observed during 2-3 days, climatic terms for beginning of spring field works fall on 15th-19th of May. The fourth zone with moderately dry and warm climate has severe droughts with recurrence of 30-35%, hot winds of moderate intensity are observed during 20-25 days, climatic terms for beginning of spring field works fall on 5th-7th of May.

Conclusions. There are 3 agroclimatic zones singled out within the territory of North Kazakhstan Region, 4 zones – in Kostanai region, 4 zones – in Akmola region, 2 zones – in Pavlodar region.

Keywords: heat supply, moisture content, moisture coefficient, sum of temperatures, vegetation period, agroclimatic zones.

АГРОКЛІМАТИЧНЕ ЗОНУВАННЯ ПІВНІЧНОЇ ЗЕРНОСЮЧОЇ ТЕРИТОРІЇ КАЗАХСТАНУ

Байшоланов С. С.¹, канд. геогр. наук, доц., голов. наук. співроб.
Польовий А. М.², д-р геогр. наук, акад. АНВШ України, проф.,
зав. каф. агрометеорології і агрометеорологічних прогнозів

¹Філія ТОО "Інститут географії" Міністерства освіти і науки Республіки Казахстан,
пр. Кабанбай батира, 8. Z05H0T3 Астана, Казахстан, saken.baisholan@mail.ru

²Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15. 65016, р. Одеса, Україна, apolevoy@te.net.ua

У статті приводиться агрокліматичне зонування території Північного Казахстану за теплозабезпеченістю і вологозабезпеченістю. Аналіз просторового розподілу значень коефіцієнта зволоження K і сум активних температур повітря вище 10°C дозволив виділити на рівнинній території Казахстану 6 агрокліматичних зон. При цьому с 3 по 6 зони за термічними умовами підрозділяються на два види. На території Північно-Казахстанської області виділені 3 агрокліматичних зони, Костанайської області - 4 зони, Акмолінської області - 4 зони, Павлодарської області - 2 зони. Як приклад систематизації просторового розподілу показників приведений розподіл за агрокліматичними зонами Акмолінської області характеристик посухи, суховію і кліматичних термінів початку весняних польових робіт. У першій - помірно вологій помірно теплій зоні сильна посуха має повторюваність 2 %, суховій помірної інтенсивності спостерігається протягом 2-3 днів, кліматичні терміни початку весняних польових робіт приходяться на 15-19 травня. У четвертій - помірно посушливій теплій зоні сильна посуха має повторюваність 30-35 %, суховій помірної інтенсивності спостерігається 20-25 днів, кліматичні терміни початку весняних польових робіт приходяться на 5-7 травня.

Ключові слова: теплозабезпеченість, вологозабезпеченість, коефіцієнт зволоження, сума температур, вегетаційний період, агрокліматичні зони.

Дата першого подання: 07. 02. 2017

Дата надходження остаточної версії: 14. 03. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.49

УНІВЕРСИТЕТСЬКА ГІДРОЛОГІЧНА НАУКА В УКРАЇНІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ЇЇ РОЗВИТКУ

В. К. Хільчевський¹, д-р геогр. наук, **Є. Д. Гопченко²**, д-р геогр. наук,
Н. С. Лобода², д-р геогр. наук, **О. Г. Ободовський¹**, д-р геогр. наук,
В. В. Гребінь¹, д-р геогр. наук, **Ж. Р. Шакірзанова²**, д-р геогр. наук,
Ю. С. Ющенко³, д-р геогр. наук, **Н. П. Шерстюк⁴**, д-р геогр. наук,
В. А. Овчарук², канд. геогр. наук

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, 01601, Київ, Україна, hilchevskiy@ukr.net

² Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, jannettodessa@gmail.com

³ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, 58000, Чернівці, Україна, gidroec_cnu@bigmir.net

⁴ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, 49010, Дніпро, Україна, sherstuknp@gmail.com

У статті викладено історію розвитку гідрологічної науки у вищих навчальних закладах України, починаючи з 1922 р., коли Є. В. Оппоковим вперше в Україні було засновано кафедру гідрології у Київському політехнічному інституті, яка пройшла непростий шлях трансформації до сьогодення у Національному університеті водного господарства та природокористування (м. Рівне). Висвітлено розвиток гідрології в Одеському державному екологічному університеті (з 1932 р.), Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (з 1946 р.), Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (з 1949 р.), Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара (з 2008 р.). Розглянуто результати діяльності вчених-гідрологів у цих університетах, особливо одеської наукової школи теоретичної та прикладної гідрології та наукової школи гідрохімії та гідроекології Київського університету. Показано перспективні напрями досліджень університетської гідрології.

Ключові слова: університетська гідрологія, наукова школа, гідрологія, гідрохімія, гідроекологія

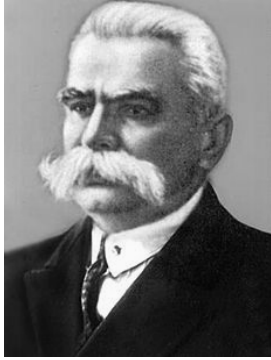
1. ВСТУП

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

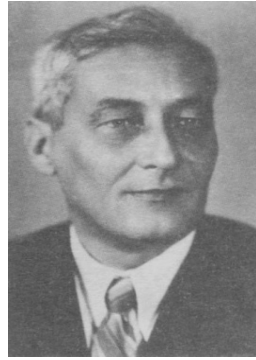
Мета статті – показати історію розвитку гідрологічної науки у вищих навчальних закладах України, формування наукових шкіл, їхні досягнення та проблеми, окреслити перспективи розвитку університетської гідрології.

2. ЗАРОДЖЕННЯ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ГІДРОЛОГІЇ. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ НАУКОВИХ ШКІЛ

Офіційний відлік розвитку університетської гідрології в Україні починається з 1922 р., коли у Київському політехнічному інституті (зараз Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського») було відкрито кафедру гідрології, яку очолив відомий вчений-гідролог-меліоратор Є. В. Оппоков (згодом академік АН УРСР та академік ВАСГНІЛ). У 1930 р. створено Київський інженерно-меліоративний інститут (КІМІ), у який переведено кафедру гідрології на чолі з Є. В. Оппоковим. У 1937 р. його було репресовано і розстріляно (реабілітовано посмертно).



Є. В. Оппоков
(1869-1937 рр.)



А. В. Огієвський
(1894-1952 рр.)

Після арешту Є. В. Оппокова у 1937 р. гідрологічну кафедру очолив його учень – доктор технічних наук, професор А. В. Огієвський (завідував кафедрою з перервами до 1952 р.). Постаті цих двох вчених залишаються визначальними в історії становлення української гідрології не тільки для цілей меліорації та гідротехнічного будівництва, а й для моніторингових цілей, оскільки вони брали також участь у становленні української гідрометслужби. У 1959 р. КІМІ переведено у м. Рівне - вже як Український інститут інженерів водного господарства. Сьогодні це Національний університет водного господарства та природокористування. Назва гідрологічної кафедри у цьому ВНЗ протягом десятиріч змінювалася (крім гідрології до назви кафедри входили гідрогеологія, гідрометрія). Сьогоднішня назва – кафедра водогосподарської екології, гідрології та гідравліки (з 2013 р.), яку до недавня очолював доктор технічних наук, професор, академік НААН України А. В. Яцик.

2.1 Одеський державний екологічний університет

У 1932 р. було засновано Харківський інженерний гідрометеорологічний інститут (ХІГМІ). На той час професорсько-викладацький склад ХІГМІ становив 35 осіб – професори, доценти, викладачі та асистенти, число яких поступово зростало. З 1938 р. у ХІГМІ почалася підготовка науково-педагогічних кадрів в аспірантурі. У 1941 р. під час Другої світової війни ХІГМІ евакуйовано до Ашгабату (Туркменістан). У травні 1942 р. директором ХІГМІ призначено начальника метеорологічного факультету Вищого військового гідрометеорологічного інституту (евакуйованого до Ленінабаду Таджикиської РСР) доцента Давида Ісаковича Гринвальда, а заступником директора з навчальної і наукової роботи – доцента

В. В. Аристовського. У 1944 р. з евакуації ХІГМІ переведено до Одеси як Одеський гідрометеорологічний інститут (ОГМІ), а в 2001 р. інститут перейменовано на Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ).

Одразу з утворенням ХІГМІ у 1932 р. було засновано й кафедру гідрології суші. Значний внесок у розвиток кафедри та гідрологічної науки в Україні та колишньому СРСР зробили такі видатні вчені-викладачі, як К. К. Кисельов, А. М. Басін, Я. Т. Ненько, М. П. Чеботарьов та ін. На кафедрі починав свою наукову діяльність молодий вчений-аспірант Г. П. Калінін, згодом член-кореспондент АН СРСР, професор і завідувач кафедри гідрології суші Московського державного університету ім. М. В. Ломоносова.



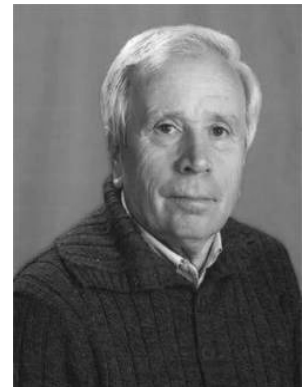
А. М. Бефани
(1909-2003 рр.)



Н. Ф. Бефани
(1924-2010 рр.)



Д. І. Гринвальд
(1907-1993 рр.)



Є. Д. Гопченко
(1936 р.н.)

Впродовж 1946-1987 рр. завідувачем кафедри гідрології суші Одеського гідрометеорологічного інституту був доктор технічних наук, професор А. М. Бефани. Значні зусилля А. М. Бефани, починаючи з 1946 р., було спрямовано на розробку науково-методичних питань у такій важливій області гідрології суші як вчення про поверхневий стік. Ці нароби ним було опубліковано у двох книгах: «Основы теории ливневого стока» (1949) [1] та «Основные поло-

ження теорії речного стока» (1958) [2]. Фактично це означало початок формування наукової школи теоретичної та прикладної гідрології, яку очолили А. М. Бефані та Н. Ф. Бефані. На основі застосування теорії паводкового стоку А. Н. Бефані, Н. Ф. Бефані було розроблено науково-методичні підходи до складання територіально-загальних прогнозів дощових річок Карпат.

Згодом одеська наукова школа стала відомою в колишньому СРСР та за його межами. Всього ж під керівництвом професора А. М. Бефані підготовлено та захищено понад 100 дисертацій, 11 з яких – докторські. Головні праці його учнів та послідовників присвячено практичній реалізації актуальних питань теорії розрахунків максимального стоку річок, причому, не тільки для паводків, а й для весняних водопіль.

У 1987 р. кафедру гідрології суші ОГМІ очолив доктор географічних наук, професор Є. Д. Гопченко. Починаючи з 90-х років минулого ХХ ст., Є. Д. Гопченко було суттєво удосконалено розрахункову базу формування максимального стоку А. М. Бефані як у теоретичному, так і в методичному відношенні. Під його науковим керівництвом аспірантами та здобувачами з України та країн СНД і зарубіжних держав успішно захищено 42 дисертації, 2 з яких – докторські.

2.2 Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У 1949 р. створено кафедру гідрології суші на географічному факультеті Київського державного університету імені Т. Г. Шевченка (зараз Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Очолив кафедру доктор технічних наук, професор В. О. Назаров, який перейшов в університет з посади директора Київської науково-дослідної гідрологічної обсерваторії. Він мав досвід співпраці з Є. В. Оппоковим та А. В. Огієвським при розробці методів прогнозування рівнів весняної повені на Дніпрі під час будівництва Дніпрогес.

В історії гідрологічної кафедри шевченкового університету можна виділити три періоди.

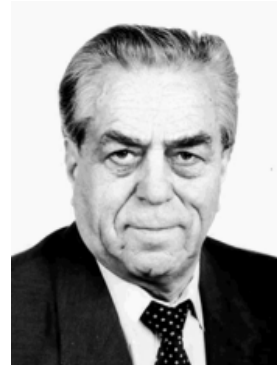
Перший період – 1949-1976 рр., кафедра гідрології суші. Розвиваються дослідження, пов'язані з напрямками наукової діяльності завідувачів кафедри: гідрологічні прогнози – В. О. Назаров (1949-1961 рр.); переробка берегів водосховищ – доктор технічних наук, професор, член-кор. АН УРСР Б. А. Пишкін (1961-1967 рр.); гідрологічний режим та гідрологічне

районування – кандидат географічних наук, в. о. професора С. П. Пустовойт (1967-1976 рр.).

Другий період – 1976-2002 рр., кафедра гідрології та гідрохімії. В 1976 р. кафедру очолив доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. І. Пелешенко – засновник наукової школи гідрохімії в Київському університеті. Вчені кафедри досліджували взаємозв'язок хімічного складу різних типів природних вод (В. І. Пелешенко); гідрохімічний режим та якість води основних річок України, Шацьких озер, вплив зрошувальних меліорацій (Л. М. Горєв – зав. кафедри у 1993-1999 рр.) та осушувальних меліорацій (Д. В. Закревський) на хімічний склад природних вод; хімічний склад поверхнево-схилового стоку на експериментальних водозборах (В. К. Хільчевський); якість води водоймоохолоджувачів АЕС (М. І. Ромась). Розпочалися дослідження руслових процесів на річках (О. Г. Ободовський), гідрохімічних систем (С. І. Сніжко). У цей період співробітниками кафедри було захищено 4 докторські дисертації (В. І. Пелешенко, 1981; Л. М. Горєв, 1986; Д. В. Закревський, 1992; В. К. Хільчевський, 1996). У 2000 р. кафедру гідрології та гідрохімії очолив учень В. І. Пелешенка – доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. К. Хільчевський.



В. О. Назаров
(1893-1961 рр.)



В. І. Пелешенко
(1927 - 2014 рр.)



В. К. Хільчевський
(1953 р. н.)

Третій період – у 2002 р. за ініціативою

В. К. Хільчевського кафедру перейменовано – кафедра гідрології та гідроекології, оскільки з 2000-х рр. розширюються дослідження з гідрології та гідрохімії, пов'язані з гідроекологічною проблематикою.

Виконуються дослідження з управління водними ресурсами, пов'язані з імплементацією Водної рамкової директиви та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України. Під керівництвом В. К. Хільчевського захищено 14 дисертацій, з яких – 4 докторські (здобувачами з різних установ). Викладачами кафедри у цей період захищено також 4 докторські дисертації (О. Г. Ободовський, 2002; С. І. Сніжко, 2002; М. І. Ромась, 2004; В. В. Гребінь, 2011).

2.3 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

У 1946 р. на географічному факультеті Чернівецького державного університету (зараз Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича) було відкрито кафедру гідрології та кліматології. Першим завідувачем кафедри був доктор географічних наук, професор Б. Б. Богословський, згодом – Р. А. Нежиховський. У 1950-1960-х рр. на кафедрі функціонувала лабораторія водних ресурсів, у якій проводилися дослідження карпатського регіону. В лабораторії працювали випускники кафедри, котрі надалі стали відомими спеціалістами в області гірської гідрології: П. М. Лютик, М. І. Кирилюк, О. М. Мельничук, В. В. Яблонський, О. Н. Кафтан та інші. У кінці 1980-х рр. кафедру гідрології та кліматології було розформовано.

У 2001 р. на географічному факультеті створено кафедру гідроекології, водопостачання та водовідведення, яку очолив доктор географічних наук, професор М. І. Кирилюк – фахівець з досліджень водного балансу та якісного стану водних ресурсів Українських Карпат. Від 2003 р. кафедру очолює доктор географічних наук, професор Ю. С. Ющенко, який досліджує руслові процеси на річках Карпато-Подільського регіону. У 2013 р. кафедра отримала назву – кафедра гідрометеорології та водних ресурсів.

2.4 Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара

У 2008 р. було відкрито кафедру гідрометеорології та геокології на геолого-географічному факультеті Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара, на якій розпочали підготовку фахівців за напрямом «гідрометеорологія» (гідрологів). Цю нову кафедру було відкрито на базі кафедри геокології та раціонального природокористуван-

ня, яка функціонувала з 1991 р. Стосовно наукових досліджень, то найбільш високий рівень має гідрохімічний напрям, очолюваний доктором географічних наук, професором Н. П. Шерстюк (зараз декан факультету).

2.5 Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Луганськ)

У 2005 р. було створено кафедру гідрометеорології на факультеті природничих наук Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Луганськ), на якій розпочали підготовку фахівців за напрямом «гідрометеорологія» (гідрологів). Кафедру очолив доктор сільськогосподарських наук, професор О. Р. Зубов.

3. РОЗВИТОК ГІДРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Одеський державний екологічний університет

Кафедра гідрології суші. Професором А. М. Бефані була обгрунтована одна із найбільш досконалих теорій формування максимального стоку, в основу якої покладено модель руслових ізохрон. На цій теоретичній базі співробітниками кафедри гідрології у 1952-1972 рр. під керівництвом А. М. Бефані проведені експериментальні дослідження стоку за різних природних умов – степової і лісостепової зон України та Молдови, гірських районів Сіхоте-Аліно, Приханкайської низовини (1962-1963 рр.), Українських Карпат (1964 р.). Пізніше проведено декілька експедиційних досліджень спільно з ученими Українського н.-д. гідрометеорологічного інституту, Далеко-Східного н.-д. гідрометеорологічного інституту, Одеського державного університету та інших наукових установ України у північних та центральних районах Далекого Сходу, Приамур'я, Магаданської області, Колими, Сахаліну, Кавказу, Закавказзя, Чорноморського узбережжя Північного Кавказу. В експедиційних дослідженнях брали участь відомі гідрологи – Г. П. Калінін, П. Ф. Вишневський, П. А. Уриваєв, Б. Д. Успенський, В. В. Аристовський.

У цей же час на кафедрі гідрології суші під керівництвом доктора фізико-математичних наук, професора Д. І. Гринвальда формувався новий науковий напрям, пов'язаний з проведен-

ням натурних досліджень турбулентності водних потоків на річках Дністер, Турунчук та Ріоні. В дослідженнях брали участь доценти кафедри гідрології суші Г. І. Мозгунов, М. П. Єхніч, С. А. Борик, Є. І. Колодєєв та ін.

За результатами багаторічних досліджень було надруковано монографії А. Н. Бефані, присвячені теорії моделювання і розрахунку підземного живлення річок СРСР та теоретичному обґрунтуванню методів дослідження і розрахунку паводкового стоку річок Далекого Сходу. В той же час опубліковані праці: О. В. Гушля та В. С. Мезенцев «Воднобалансовые исследования»[3], Н. Ф. Бефані «Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально-общих зависимостей»[4], Д. І. Гринвальд «Турбулентность русловых потоков»[5] та ін.

У 1981 р. світовий центр гідрологічних даних видав написану проф. А. М. Бефані, Н. Ф. Бефані та Є. Д. Гопченком працю «Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР» [6], де наведено карту областей паводкового стоку та обґрунтовані регіональні моделі для кожної області і способи їх ідентифікації. Завершенням досліджень з даного напрямку є праця А. М. Бефані «Вопросы региональной гидрологии. Паводочный сток» [7], яка була рекомендована та видана як підручник для студентів — майбутніх інженерів-гідрологів. Також були надруковані підручники Т. В. Одрової «Гидрофизика водоемов суши» [8], Н. Ф. Бефані, Г. П. Калініна «Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам» [9].

Теорія формування максимального стоку А. М. Бефані була доведена до практичного застосування цілою плеядою вчених (О. Г. Іваненко, Н. Ф. Бефані, Ю. В. Литовченко, Л. Є. Крес, Є. Л. Боярінцев, О. М. Мельнічук, В. А. Овчарук, М. В. Лаликін, Т. В. Одрова, М. Г. Сербов, Є. Д. Гопченко, О. В. Гушля, О. О. Світличний, Я. М. Іваньо, М. В. Болгов), які свого часу працювали або продовжують працювати в Одеському державному екологічному університеті. З часом в окремий науковий напрям на основі цієї теорії виокремились гідрологічні прогнози (Н. Ф. Бефані, Ж. Р. Шакірзанова).

На теперішній час науково-дослідна робота випускової кафедри гідрології суші ОДЕКУ виконується в рамках навчально-дослідної роботи викладачів і студентів, аспірантури та докторантури, по науковому сектору за планами Міністерства освіти і науки України, за заявками Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Державного агентства водних ресурсів

України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України за такими основними напрямками: розробка теоретичних положень і реалізація моделей в галузі гідрологічних розрахунків максимального стоку паводків та весняних водопіль у різних природних та сучасних кліматичних умовах, нормуванні розрахункових характеристик річкового стоку; розробка і практична реалізація (у вигляді програмних прогностичних комплексів) методу територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля для деяких річок України; розробки для потреб водного господарства України.

Основними протягом декількох десятиліть у науковій діяльності кафедри гідрології суші ОДЕКУ залишаються дослідження процесів формування максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль у різних природних умовах. Значне місце в одеській науковій школі теоретичної і прикладної гідрології займають розробки, присвячені нормуванню характеристик гідрологічного режиму річок. В їх основу покладено удосконалену Є. Д. Гопченком розрахункову схему А. М. Бефані. Базові рівняння описують процес формування максимальних витрат води дощових паводків і весняних водопіль в операторній послідовності «схиловий приплив – русловий стік». Доопрацьована та реалізована модель максимального стоку у низці докторських і кандидатських дисертацій, магістерських роботах і дипломних проектах.

На кафедрі обґрунтовано і доведено до практичного використання ансамблевий метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля – шарів стоку та максимальних витрат води, а також строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України (Є. Д. Гопченко, Ж. Р. Шакірзанова).

Протягом тривалого періоду на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ виконувалися науководослідні розробки, присвячені: розрахункам та прогнозам характеристик гідрологічного режиму річок України за умов сучасних кліматичних змін (Є. Д. Гопченко, Ж. Р. Шакірзанова, В. А. Овчарук), економіко-екологічним оцінкам проектів великих українських водосховищ (науковий керівник – професор Є. В. Обухов), науковому обґрунтуванню змін відміток для реконструкції захисних споруд на р. Дунай з урахуванням проходження паводків вздовж українського берега, математичному моделюванню процесів замулення підвідних каналів-ковшів до шлюзів-

регуляторів на Придунайських озерах (науковий керівник – професор О. Г. Кулібабін); дослідженням, що спрямовані на вирішення актуальних проблем закритих лиманів північно-західного Причорномор'я (Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода, Ж. Р. Шакирзанова, О. М. Гриб та ін.).

Наукові напрацювання викладачів кафедри гідрології суші ОДЕКУ частково використано у науково-дослідній роботі, присвяченій підготовці до видання серії монографій “Ресурси поверхневих вод України” по басейнах головних річок України: Т. 3 – «Басейн Південного Бугу. Річки Причорномор'я» (робота виконувалася в Українському гідрометеорологічному інституті протягом 2013 р.).

Викладачі кафедри брали участь у розробці Молдовського національного стандарту “Определение расчетных гидрологических характеристик. Дополнение к нормативному документу” (Інститут екології та географії АН Молдови, 2009-2010 рр.). Видано нормативний документ Молдови: “Determinated characteristiculorhidrologice pentru conditiile Republicii Moldova”/CPD.01.05-2012/Chisinau, 2012, pag. 72-80 (співавтори – Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода).

Напрацювання науковців кафедри по розрахунках характеристик річкового стоку включено до проекту державних будівельних норм України «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» ДБН В.2.4-Х:201Х у розділі «Максимальний стік весняної повені і дощових паводків» (Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2013 р.).

Професор Є. Д. Гопченко брав активну участь у проекті Tasis CBC SPF «Предотвращение чрезвычайных ситуаций и защита от паводков в Евро-регионе «Нижний Дунай», «Оценка рисков при катастрофических наводнениях в пойме Нижнего Дуная», та програмі Tasis по транскордонному співробітництву “Технічна допомога для планування управління басейном Нижнього Дністра”. В 2011 р. Є. Д. Гопченко та В. А. Овчарук взяли участь у презентації стратегії ЄС Дунайського регіону щодо нової ініціативи ЄС, яка спрямована на підвищення соціально-економічного та транспортного потенціалу держав Дунайського басейну.

Отримані результати науково-дослідної роботи кафедри гідрології суші ОДЕКУ впроваджено в Українському гідрометцентрі, Українському гідрометеорологічному інституті, Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів, Одеському обласному управлінні водних ресурсів

Держводагентства України, Закарпатському ЦГМ, навчальному процесі університету. Основні сучасні досягнення університетської наукової школи опубліковано у монографічних виданнях кафедри гідрології суші [10-19], підготовлено і видано 26 підручників та навчальних посібників, 27 конспектів лекцій, успішно виконано та завершено 22 науково-дослідні роботи, отримано 10 авторських свідоцтв.

Кафедра гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ. Однією з профільних кафедр підготовки гідрологів та гідроекологів в ОДЕКУ є кафедра гідроекології та водних досліджень. Сучасну назву ця кафедра отримала у 1998 р. у зв'язку із відкриттям підготовки студентів за спеціальністю “гідроекологія” (завідувач до 2009 р. – проф., д-р геогр. наук О. Г. Іваненко).

Основним напрямом досліджень кафедри є «управління екологічним станом водних екосистем в умовах антропогенного впливу». У зв'язку із багатогранністю поставлених екологічних задач наукові дослідження виконуються при співробітництві з колективами кафедр океанології та морського природокористування, гідрології суші, агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, екології та охорони довкілля. Члени кафедри (Лобода Н. С., Гриб О. М., Божок Ю. В.) приймали активну участь у виконанні міжнародного проекту FP7-ENV-2011 «Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change – LA-GOONS» (2013-2015 рр.).

При проведенні науково-дослідних робіт співробітниками кафедри використовуються сучасні балансові, стохастичні та гідродинамічні моделі, призначені для розрахунків та прогнозів гідрологічного, гідрохімічного і гідроекологічного стану водних об'єктів України. Значне місце у розвитку гідроекологічного напряму досліджень зайняли роботи О. Г. Іваненка “Математичне моделювання гідроекологічних систем” (2007 р.), в яких розглянуті моделі потоків хімічних речовин в річках, проточних водоймищах і лиманах.

Під керівництвом професора Є. Д. Гопченка та професора Н. С. Лободи (завідувача кафедри гідроекології та водних досліджень з 2009 р.) наприкінці ХХ ст. розроблено модель «клімат-стік» для оцінювання водних ресурсів територій з відсутністю та недостатністю даних гідрологічних спостережень, а також зі значною трансформацією водного режиму антропогенними чинниками.

Модель включає послідовний ланцюг обчислень: «клімат → кліматичний стік → підстильна поверхня → природний стік → водогосподарські

перетворення → побутовий стік» і дозволяє отримувати характеристики природного та побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю стоку) на базі метеорологічних даних спостережень, включаючи дані кліматичних сценаріїв, та відомостей про масштаби водогосподарських перетворень на водозборах річок. Модель використовувалася для вирішення наступних гідрологічних задач: визначення характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку на базі метеорологічних даних; виявлення наслідків впливу водогосподарської діяльності за отриманими в результаті моделювання функціями відгуку водозборів на різні види антропогенного втручання в залежності від масштабів перетворень та кліматичних умов; управління водними ресурсами; прогнозування стану водних ресурсів у майбутньому за сценаріями змін глобального та регіонального клімату. Стохастична модель «клімат-стік» має переваги над сучасними числовими європейськими моделями при її застосуванні на територіях з обмеженими у часі даними спостережень та рідкою мережею гідрологічних станцій. Розроблені методики розрахунків характеристик природного та порушеного водогосподарською діяльністю річного стоку при недостатності та відсутності даних спостережень увійшли до ДБН (Державних будівельних норм) республіки Молдова. Модель є ефективною при плануванні заходів з управління водними ресурсами у сучасності та майбутньому. Зокрема, за цією моделлю розроблялася стратегія комплексного управління водними ресурсами та гідроекологічним станом Куяльницького й Тилігульського лиманів; оцінювалися екологічні наслідки змін стоку великих річок (Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Дунаю) під дією глобального потепління та вплив цих змін на формування гідроекологічного стану північно-західної частини Чорного моря.

За результатами розробок з використанням моделі «клімат-стік» опубліковані монографії [12, 17, 20-23].

З 2009 р. на кафедрі гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ під керівництвом професора Н. С. Лободи захищено 5 кандидатських дисертацій (з них 4 молодих вчених працюють викладачами кафедри). Підготовлено і видано 19 конспектів лекцій та 10 навчальних посібників, практикумів і підручників, взято участь у підготовці та виданні 7 колективних монографій (з них дві закордонних), успішно виконано та завершено 23 науково-дослідні роботи, отримано 12

авторських свідоцтв.

Починаючи з 2015 р., під керівництвом Н. С. Лободи у складі науково-дослідної частини університету діє проблемна науково-дослідна лабораторія «Комплексне управління водними ресурсами та гідроекологічним станом лиманів».

У 2015 р. за активної участі працівників кафедри гідроекології та водних досліджень створено науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища у складі науково-дослідної частини ОДЕКУ (керівник – доцент О. М. Гриб). Центр у 2016 р. сертифіковано на відповідність вимогам ДСТУ ISO 10012:2005.

Для оприлюднення та обговорення результатів виконаних наукових тем за участі працівників кафедри організовано та проведено три Всеукраїнські науково-практичні конференції (2012, 2014, 2015 рр.), на яких заслухано понад 150 доповідей.

Кафедра бере активну участь у підготовці та реалізації регіональних програм Департаменту екології та природних ресурсів Одеської облдержадміністрації («Регіональна програма збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 роки») та Одеського обласного управління водних ресурсів («Регіональна програма розвитку водного господарства Одеської області на період до 2021 року»).

3.2 Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У 1971 р. при кафедрі гідрології суші було створено проблемну науково-дослідну лабораторію гідрохімії (науковий керівник – доцент В. І. Пелешенко). Науковий напрям її досліджень – вивчення фізико-хімічних умов формування природних вод суші. Проблемна лабораторія виконувала п'ятирічні теми, які входили до планів Державного комітету з науки і техніки СРСР, п'ятирічних планів розвитку народного господарства України, планів АН УРСР. Однією з перших фундаментальних тем було дослідження взаємозв'язку хімічного складу різних типів природних вод території України (атмосферних опадів, поверхневих і підземних вод), в основу якої було покладено положення В. І. Вернадського про взаємозв'язок природних вод. Згодом по цій тематичі В. І. Пелешенком було захищено докторську дисертацію [24]. Активізація гідрохімічних досліджень та їхня актуальність зумовили введення спеціалізації «гідрохімія» при підготовці студентів за спеціальністю «гідрологія» та зміну у 1976 р.

назви кафедри – гідрології та гідрохімії. Так започатковувалася наукова школа гідрохімії та гідроекології Київського університету.

З перших років діяльності проблемна лабораторія гідрохімії, а згодом і кафедра гідрології та гідрохімії Київського університету налагодили тісні творчі контакти з Гідрохімічним інститутом Держкомгідромету СРСР (м. Ростов-на-Дону). У Гідрохімічному інституті вченими Київського університету було захищено 4 кандидатські та 3 докторські дисертації (на географічні науки за науковою спеціальністю «гідрохімія»), які проходили апробацію на Всесоюзних гідрохімічних нарадах. Виконувалася спільна тематика, яка стосувалася території України. Зокрема, В. К. Хільчевський брав участь у випробовуваннях спільно з вченими з Гідрохімічного інституту Держкомгідромету СРСР методу дистанційного відбору проб води з гелікоптера над акваторією Київського водосховища та у басейні р. Південний Буг. Згодом співпраця двох установ втілилася у великий творчий проект – розробку та видання у 1990 р. «Гідрохімічного атласа СРСР», у якому карти до розділу з поверхневих вод України розроблено вченими Київського університету [25].

Значна увага на кафедрі гідрології та гідрохімії Київського університету приділялася дослідженням гідрохімії меліорованих земель. Питаннями осушувальних меліорацій на території Прип'ятського Полісся займався завідувач проблемної лабораторії гідрохімії Д. В. Закревський. Гідрохімією зрошуваних земель півдня України, моделюванням процесів розчинення солей, що надходили з поливними водами у ґрунт, займався Л. М. Горев [26, 27]. Як реакція на необхідність підвищення знань у студентів у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС у 1993 р. було видано підручник Л. М. Горєва, В. І. Пелешенка та В. К. Хільчевського «Радіоактивність природних вод» [28]. А у 1995 р. ці автори опублікували фундаментальну роботу з гідрохімії України, яка була рекомендована як підручник для студентів [29]. У ній вперше на пострадянському просторі охарактеризовано формування хімічного складу води різних водних об'єктів цілої країни (річки, водосховища, озера, підземні води, моря). У 1997 р. вийшов перший україномовний підручник «Загальна гідрохімія» [30]. Результати прикладних досліджень якості води джерел водопостачання в Україні покладено в основу підручника В. К. Хільчевського «Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти» [31]. У

1980-1990 рр. актуально постало завдання вивчення якості води водойм-охолоджувачів АЕС. Ці питання у проблемній лабораторії гідрохімії розробляв М. І. Ромась зі своєю групою, виконуючи дослідження в Україні на Чорнобильській, Хмельницькій, Рівненській, Запорізькій, Південно-Українській АЕС, а також на Смоленській АЕС (Росія). Згодом виконані ним узагальнення було опубліковано у монографії [32].

На сьогодні наукова школа гідрохімії та гідроекології, заснована професором В. І. Пелешенком у 1970-і рр., входить до переліку офіційно затверджених наукових шкіл Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Науковими керівниками цієї школи є завідувач кафедри гідрології та гідроекології, доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. К. Хільчевський та доктор географічних наук, професор кафедри О. Г. Ободовський. Основні напрямки досліджень: розробка основ гідрохімії регіональних басейнових систем (В. К. Хільчевський); руслові процеси на річках України (О. Г. Ободовський); ландшафтно-гідрологічні дослідження гідрологічного режиму річок в умовах кліматичних змін (доктор географічних наук, професор В. В. Гребінь). У дослідженнях останнього періоду, пов'язаних з імплементацією положень Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України, поєднуються зусилля провідних вчених кафедри та їхніх молодших колег (О. І. Лук'янець, О. С. Коноваленко, К. Ю. Данько та ін.).

Розробку основ гідрохімії регіональних басейнових систем розпочато В. К. Хільчевським у 1986 р. з досліджень на експериментальних водозборах водобалансових станцій у різних природних зонах України (Придеснянській, Богуславській та Велико-Анадольській водобалансових станціях). При цьому враховувався агрохімічний фон водозборів, який впливав на винос хімічних речовин з річковим стоком як біогенних елементів, так і головних іонів [33]. В результаті проведення кількох десятків експедицій та стаціонарних спостережень було розроблено модель гідрохімічних досліджень регіональних басейнових систем, яка включає наступні складові: малий експериментальний водозбір – мала річка – середня річка – велика річка. На початкових етапах превалюють експериментальні та експедиційні гідрохімічні дослідження, на завершальних – гідрохімічні зйомки та використання даних галузевих

моніторингів якості вод. Згодом дослідженнями було охоплено басейни середніх та великих річок. Дослідження включають такі питання: вивчення загальних закономірностей формування хімічного складу поверхневих вод; виявлення регіональних відмінностей; встановлення локальних проявів природного та антропогенного впливу на якість вод. Зокрема, під керівництвом В. К. Хільчевського було виконано дослідження впливу сульфатного карсту та господарської діяльності на хімічний склад природних вод у басейні Дністра [34, 35], впливу агрофону на гідрохімію схилових водотоків [36], особливостей формування якості вод транскордонного басейну Західного Бугу [37], гідрохімічних аспектів мінімального стоку річок басейну Дніпра [38] та різних видів антропогенного впливу на якість річкових вод його зарегульованих притоків [39-42]. Значною мірою ці нароби В. К. Хільчевським було узагальнено у новому підручнику з основ гідрохімії у 2012 р. [43] та у розроблених спільно з колегами з Українського гідрометеорологічного інституту (під керівництвом В. І. Осадчого) картах якості поверхневих вод у «Національному атласі України» [44].

Дослідження руслових процесів, які виконує на кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету О. Г. Ободовський, охоплюють такі питання: вивчення умов руслоформування річок; дослідження річкових наносів, їх крупності та стоку; визначення багаторічних руслових деформацій; вивчення типів руслового процесу [45, 46]. Встановлено залежність для визначення нерозмивних та розмивних швидкостей на ділянках річок з відсутньою інформацією про крупність донних наносів. Даний спосіб дозволяє здійснювати попередні прогностичні оцінки розвитку руслових процесів (прояв ерозії чи акумуляції).

Під керівництвом О. Г. Ободовського виконано гідроморфологічні дослідження річок Українських Карпат, а також басейну Прип'яті з метою виділення водних масивів згідно ВРД ЄС. За останні 10 років проведено 15 експедицій, обстежено понад 80 річок. [47-50]. Сучасна бюджетна тематика, яка виконується у науково-дослідному секторі кафедри, присвячена оцінці гідроенергетичного потенціалу річок Українських Карпат» (2014-2015 рр.) та річок басейну Дніпра в межах України (2016-2017 рр.). Вже отримано чотири патенти на корисні моделі.

Ландшафтно-гідрологічні дослідження гідрологічного режиму річок в умовах кліматичних змін започатковано на кафедрі гідрології та гідроекології В. В. Гребенем [51]. Ним застосовано

методологію ландшафтно-гідрологічного аналізу для дослідження водного режиму річок України. Для цього розроблено ієрархічну класифікацію ландшафтно-гідрологічних систем різного рангу з виділенням двох головних рівнів ландшафтно-гідрологічної диференціації – зонального та провінційного з визначенням первинних та вторинних чинників стокоутворення в межах України. Обґрунтовано вибір часових меж періоду зміненого гідрологічного режиму річок країни (з 1989 р.) шляхом аналізу багаторічних коливань середньої річної температури повітря в межах країни. Встановлено, що зміни складників водно-теплого балансу зумовили вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку. Змінився також термічний та льодовий режим річок [52].

На кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету в останні роки виконуються дослідження, пов'язані з імплементацією положень Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України. За участю В. В. Гребеня та В. К. Хільчевського у 2013 р. було розроблено схеми гідрографічного та водогосподарського районування території України [53], які було офіційно затверджено у 2016 р. на законодавчому рівні та введено до Водного кодексу України. Видано сучасний довідник по водосховищах і ставках, як частині водного фонду України [54], та монографію з наукових засад раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом [55].

Із 1993 р. у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка діє спеціалізована вчена рада із захисту докторських і кандидатських дисертацій (спеціальності – «гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» та «метеорологія, кліматологія, агрометеорологія»). Базою для неї слугує кафедра гідрології та гідроекології. Голови спецради: В. І. Пелешенко (1993-2003 рр.), В. К. Хільчевський – із 2003 р.

У 2000 р. на кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету засновано періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (головний редактор – В. К. Хільчевський), який було включено до переліку фахових видань ВАК України (вже вийшло понад 40 випусків) [56]. У 2001 р. започатковано проведення Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (всього відбулося шість конференцій у різних містах) [57].

3.3 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Одним з перших напрямків наукових досліджень в галузі гідрології на кафедрі гідрології та кліматології (початкова назва кафедри) географічного факультету було вивчення водного режиму та паводків на Карпатських річках (починаючи від 1950-х рр.). Зокрема, великі експедиційні та узагальнюючі роботи стосовно зон затоплення та дії історичних паводків було виконано у 1960-х рр. під керівництвом доцента Ю. О. Десва. Від кінця 1960-х рр. М. І. Кирилук розпочав дослідження водного балансу водозборів річок Українських Карпат, яке завершив у 1989 р. захистом докторської дисертації у Державному гідрологічному інституті (м. Санкт – Петербург) [58]. У 1990 рр. дослідженнями паводкового стоку малих річок регіону займався В. Г. Явкін.

Сьогодні провідним напрямком досліджень на кафедрі гідрометеорології та водних ресурсів є вивчення руслових процесів річок Карпато-Подільського регіону України, яке розпочалося ще у 1960 рр. під керівництвом доцента Є. П. Матвеевої. Згодом дослідженнями руслових процесів почав займатися Ю. С. Ющенко, який у 2005 р. захистив докторську дисертацію на цю тему [59]. Під його керівництвом захищено низку кандидатських дисертацій. Дослідженнями охоплено весь Карпато-Подільський регіон. Але більш детально вивчаються басейнові системи Верхнього Пруту та Сірету. Значна увага також приділяється напівгірським руслам. Прикладні аспекти руслових досліджень у теперішній час значно пов'язані з проблемами, що виникають внаслідок відбору алювію з русел та заплавл. Інформація, висновки та рекомендації кафедри неодноразово використовувались Чернівецькою обласною радою народних депутатів, іншими органами влади та державними установами.

Важливим науковим напрямком на кафедрі гідрометеорології та водних ресурсів є також дослідження гідрохімічного режиму річок та якості водних ресурсів. Цей напрямок значного розвитку досяг на початку ХХІ ст. Вивчаються питання умов формування та особливості гідрохімічного режиму річок басейнів Верхнього Сірету, Пруту та Дністра [35]; процеси формування та показники якості річкових вод; гідрохімічний режим вод урбанізованих територій [60]; особливості формування якості питної води на території міста Чернівці [61].

3.4 Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара

Наукові дослідження кафедри гідрометеорології та геоекології є логічним продовженням гідроекологічного напрямку, який був започаткований в університеті на кафедрі геоекології та раціонального природокористування з 1991 р. Розвивалася наступна традиційна тематика. **1).** Дослідження змін еколого-геохімічних умов формування основних міграційних потоків у ландшафтах, як наслідок техногенних впливів. Виконано еколого-геохімічну оцінку стану якості річкових вод регіону з виділенням геохімічних аномалій. **2).** Оцінка схилового стоку на антропогенно перетворених територіях міської забудови, сільськогосподарського виробництва, промисловості. Виявлено збільшення показників схилового стоку за рахунок господарської діяльності у басейні р. Самара на 43 % [62]. **3).** Оцінка гідрохімічних умов гірничо-видобувних регіонів області (Кривбас та Західний Донбас). Визначено ступінь техногенної метаморфізації хімічного складу води водних об'єктів, теоретично обґрунтовано та визначено напрямки розвитку гідрохімічних процесів для досягнення гідрохімічних рівноваг [63]. **4).** Визначення шляхів мінімізації впливу скиду стічних та зворотніх вод на хімічний склад води річок. Розроблено математичну модель процесу змішування річкових та зворотніх вод по довжині річки та досліджено оптимальний варіант функціонування природно-техногенної системи "шахта – ставко-накопучувач – водойма" з урахуванням лімітуючих факторів.

3.5 Національний університет водного господарства та природокористування

Наукова робота на кафедрі водогосподарської екології, гідрології та гідравліки проводиться за такими основними напрямками: гідрометеорологічні дослідження басейнів річок Західного Полісся та Українських Карпат, водогосподарсько-екологічна оцінка басейнів річок України [64], гідравліка водогосподарських об'єктів. Розроблено нормативні правила експлуатації для Дністровського, Стеблівського, Корсунь-Шевченківського водосховищ. Розроблено концепцію впорядкування використання та охорони водних ресурсів у заплаві р. Дніпро від гирла р. Десна до гирла р. Стугна.

4. ВИСНОВКИ

1. Основними глобальними напрямками сучасної гідрології є: а) дослідження можливих змін у гідросфері в умовах змін клімату та розробка методів їхнього прогнозу; б) дослідження абіотичних компонентів водного середовища та їхньої взаємодії з водною біотою та діяльністю людини в рамках гідроекології (аквальної екології) як частини комплексної науки геоекології.

2. Гідрологічна наука в університетах України має давні традиції, які формувалися вже близько сторіччя. В цілому, як видно зі статті, вона на сьогоднішній день розвивається в мейнстрімі світової гідрології.

3. Перспективи розвитку гідрологічної науки тісно пов'язані з перспективами розвитку економіки держави. Наприклад, невирішеним тривалий час на державному рівні залишається питання прийняття нормативних документів щодо проектування, будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд, у розробці яких брав участь Одеський державний екологічний університет.

4. Українські гідрологи мають тісніше співпрацювати з міжнародними інституціями над спільними науковими проектами, використовуючи цей досвід для переорієнтації на міжнародні стандарти гідрометеорологічних досліджень.

5. Необхідно ширше запроваджувати в практику вітчизняних гідрологічних досліджень нормативи Європейського Союзу, які стосуються якості води та управління водними ресурсами.

6. Суттєві коливання кліматичних умов, що відбуваються протягом останніх десятиріч потребують вирішення проблем оцінки зміни гідрологічного режиму водних об'єктів України та довгострокового прогнозу кількісних та якісних характеристик водних ресурсів.

7. Завдання університетів полягають не лише в активізації наукових досліджень, а й у підвищенні ефективності підготовки фахівців-гідрологів у зв'язку з входженням гідрології у спеціальність «Науки про Землю» (2015 р.), що потребує поглиблення інтеграції з вченими суміжних дисциплін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока // Труды ОГМИ. 1949. Вып. 4. С. 33-177.
- Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока. Ч. 2. // Труды ОГМИ. 1958. Вып. 14. 309 с.
- Гушля А. В., Мезенцев В. С. Воднобалансовые исследования. Киев: Вища школа, 1982. 229 с.
- Бефани Н. Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 181 с.
- Гринвальд Д. И. Турбулентность русловых потоков. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 166 с.
- Бефани А. Н., Бефани Н. Ф., Гопченко Е. Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. Обнинск, 1977. 60 с.
- Бефани А. Н. Вопросы региональной гидрологии. Паводочный сток. Киев, 1989. 131 с.
- Одрова Т. В. Гидрофизика водоемов суши. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 311 с.
- Бефани Н. Ф., Калинин Г. П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 389 с.
- Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины: моногр. Одесса: ТЭС, 2002. 110 с.
- Гопченко Е. Д., Романчук М. Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. Киев: КНТ, 2005. 148 с.
- Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Киев: КНТ, 2005. 188 с.
- Гопченко Е. Д., Овчарук В. А., Шакірзанова Ж. Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: моногр. Одеса: Екологія, 2011. 336 с.
- Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: моногр. / под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко. Одесса: ТЭС, 2012. 224 с.
- Гопченко Е. Д., Гопцій М. В. Максимальний стік дощових паводків у Прикарпатті: моногр. Одеса: ТЕС, 2015. 125 с.
- Шакірзанова Ж. Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: моногр. Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2015. 252 с.
- Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: моногр. / за ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с.
- Гопченко Е. Д., Кічук Н. С., Овчарук В. А. Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України: моногр. Одеса: ТЕС, 2016. 212 с.
- Овчарук В. А., Гопченко Е. Д., Траскова А. В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер: моногр. Одеса: ТЭС, 2017. 252 с.
- Лобода Н. С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Одесса: Экология, 2005. 208 с.
- Лобода Н. С. Оцінка стану водних ресурсів України в умовах змін регіонального клімату та їх вплив на економіку України // В кн. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса. Екологія, 2011. С.566-605.
- Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману / за ред. Ю. С. Тучковенка, Н. С. Лободи. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с.
- Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін.; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС,

2015. 520 с.
24. Пелешенко В. И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины). Киев: Вища школа, 1975. 168 с.
 25. Карты поверхностных вод Украины / Пелешенко В. И., Закревский Д. В., Горев Л. Н., Хильчевский В. К. и др. // Гидрохимический атлас СССР / под ред. А. М. Никанорова. Москва: ГУГК, 1990. С. 58-65.
 26. Горев Л. Н., Пелешенко В. И. Основы мелиоративной гидрохимии: учебник. Киев: Вища школа, 1991. 423 с.
 27. Горев Л. М. Основы моделирования в гидроэкологии: підручник. Київ: Либідь, 1996. 336 с.
 28. Горев Л. М., Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Радиоактивность природных вод: підручник. Київ: Вища школа, 1993. 174 с.
 29. Горев Л. М., Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Гидрохимия Украины: підручник. Київ: Вища школа, 1995. 307 с.
 30. Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Загальна гідрохімія: підручник. Київ: Либідь, 1997. 384 с.
 31. Хильчевский В. К. Водопостачання і водовідведення - гідроекологічні аспекти: підручник / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1999. 319 с.
 32. Ромась М. І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 2003. 532 с.
 33. Хильчевский В. К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1996. 222 с.
 34. Аксьом С. Д., Хильчевский В. К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. Київ: Ніка-Центр, 2002. 204 с.
 35. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / Хильчевский В. К., Гончар О. М., Забокрицька М. Р. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. А. Сташука. Київ: Ніка-Центр, 2013. 180 с.
 36. Будник С. В., Хильчевский В. К. Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков. Киев: Обрії, 2005. 368 с.
 37. Забокрицька М. Р., Хильчевский В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ: Ніка-Центр, 2006. 184 с.
 38. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. / Хильчевский В. К., Ромась І. М., Ромась М. І. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2007. 184 с.
 39. Гідроекологічний стан басейну річки Россь / Хильчевский В. К., Курило С. М., Дубняк С. С. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2009. 115 с.
 40. Гідроекологічний стан басейну Горині (в районі Хмельницької АЕС) / Хильчевский В. К., Ромась М. І., Чунарьов О. В. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2011. 176 с.
 41. Хильчевский В. К., Кравчинський Р. Л., Чунарьов О. В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-Центр, 2012. 180 с.
 42. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України / Хильчевский В. К., Винарчук О. О., Гончар О. М. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. А. Сташука. Київ: Ніка-Центр, 2014. 230 с.
 43. Хильчевский В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основы гидрохимии: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 326 с.
 44. Карти екологічної оцінки якості поверхневих вод / Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б., Хильчевский В. К. та ін. // Національний атлас України / за ред. Л. Г. Руденка. Київ: Картографія, 2007. С. 181, 409-410.
 45. Ободовський О. Г. Руслові процеси: навч. посібник / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1998. 134 с.
 46. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ: Ніка-центр, 2001. 274 с.
 47. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами в бассейне р. Припять / под ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. Минск: Белсэнь, 2003. 269 с.
 48. Ободовський О. Г. Ярошевич О. С. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси. Київ: Інтердрук, 2006. 70 с.
 49. Руслові процеси річки Лімниця / за ред. О. Г. Ободовського. Київ: Ніка-Центр, 2010. 256 с.
 50. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Розлач З. В. Латориця: гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси / за ред. О. Г. Ободовського; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 2012. 319 с.
 51. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
 52. Струтинська В. М., Гребінь В. В. Термічний і льодовий режими річок басейну Дніпра з другої половини ХХ ст. Київ: Ніка-Центр, 2010. 196 с.
 53. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / Гребінь В. В., Мокін В. Б., Сташук В. А., Хильчевский В. К. та ін. Київ: Інтерпрес, 2013. 55 с.
 54. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: довідник / Гребінь В. В., Хильчевский В. К., Сташук В. А., та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. В. Гребеня. Київ: Інтерпрес, 2014. 164 с.
 55. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом / Сташук В. А., Мокін В. Б., Гребінь В. В., Чунарьов О. В.; за ред. В. А. Сташука. Херсон: Гринь, 2014. 320 с.
 56. Хильчевский В. К., Ободовський О. Г., Гопченко Є. Д. Університетська гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: проблеми сталого розвитку // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2005. Т. 7. С. 9-24.
 57. Хильчевский В. К., Курило С. М. Методичні та регіональні аспекти дослідження трансформації хімічного складу річкових вод України // Матеріали 6-ї Всеукр. наук. конференції з міжнародною участю: Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Дніпропетровськ: Акцент, 2014. С. 292-294.
 58. Кирилюк М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.
 59. Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці: Рута, 2005. 320 с.
 60. Николаєв А. М. Гідрологічний та гідрохімічний режими малих річок урбанізованої території / Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2016. 132 с.
 61. Шевчук Ю. Ф., Явкін В. Г., Шевчук А. Ю. Якість питної води в системі джерело-споживач: навч. посібник / Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2013. 152 с.
 62. Гідрометеорологічні аспекти техногенного впливу на довкілля Дніпропетровської області / Шерстюк Н. П., Горб А. С., Довганенко Д. О. та ін. Дніпропетровськ: Акцент, 2014. 231 с.
 63. Шерстюк Н. П., Хильчевский В. К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу. Дніпропетровськ: Акцент,

2012. 263 с.

64. Яцик А. В. Екологія водокористування. Водогосподарська екологія: у 4-х томах. Київ: Генеза, 2003. Т. 3. 496 с.

REFERENCES

1. Befani A. N. Basic theory of storm water. *Trudy OGMI – Proceedings OGMI*. Odessa, 1949, issue 4., pp. 33-177. (In Russian).
2. Befani A. N. Basic theory of storm water Part 2. *Trudy OGMI – Proceedings OGMI*. Odessa, 1958, issue 14. 309 p.
3. Gushlya A. V., Mezentshev V. S. *Vodnobilansovye isledovaniya* [Research of the Water balance]. Kiev: High School, 1982. 229 p. (In Russian).
4. Befani N. F. *Prognozirovanie dozhdevykh pavorodkov na osnove territorial'no obshchih zavisimostey* [Forecasting of the rain floods based on geographically general dependencies]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 181 p.
5. Grinval'd D. I. *Turbulentnost' ruslovykh potokov* [Turbulence of channel flows]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. 166 p.
6. Befani A. N., Befani N. F., Gopchenko E. D. *Regional'nye modeli formirovaniya pavorodchnogo stoka na territorii SSSR* [Regional models of the formation of the flood flow in the territory of the USSR]. Obninsk, 1977. 60 p.
7. Befani A. N. *Voprosy regional'noy gidrologii. Pavodochnyy stok* [Issues of the regional hydrology. Flow flood]. Kiev, 1989. 131 p.
8. Odrova T. V. *Gidrofizika vodoemov sushy* [Hydrophysics of the reservoirs of the land]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 311 p.
9. Befani N. F., Kalinin G. P. *Uprazhneniya i metodicheskie razrabotki po gidrologicheskim prognozam* [Exercises and methodological inventions on hydrological forecasts]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 389 p.
10. Gopchenko E. D., Ovcharuk V. A. *Formirovanie maksimal'nogo stoka vesennego polovod'ya v usloviyah yuga Ukrainy* [Formation of the maximum spring runoff in the conditions of the south of Ukraine]. Odessa State Environmental University. Odessa: TES, 2002. 110 p.
11. Gopchenko E. D., Romanchuk M. E. *Normirovanie harakteristik maksimal'nogo stoka vesennego polovod'ya na rekah Prichernomorskoy nizmennosti* [Normalization of the characteristics of the maximum runoff of spring water on the rivers of the Black Sea lowland]. Kiev: CST., 2005. 148 p.
12. Gopchenko E. D., Loboda N. S. *Vodnye resursy severo-zapadnogo Prichernomor'ya (v estestvennykh i narushennykh hozyaystvennoy deyatel'nost'yu usloviyah)* [Water resources of the northwestern Black Sea (in natural conditions and conditions violated by anthropogenic activities)]. Kiev: CST, 2005. 188 p.
13. Gopchenko E. D., Ovcharuk V. A., Shakirzanova Zh. R. *Rozrakhunky ta dovhostrokovi prohozy kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya v baseyni r. Pryp'yat'* [Calculations and long-term forecasts features of maximum flow spring flood in the Pripyat basin]. Odessa: Ecology, 2011. 336 p.
14. Tuchkovenko Yu. S., Gopchenko E. D. *Aktual'nye problemy limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ya* [Actual problems of the estuaries of the north-western Black Sea region]. Odessa: TES, 2012. 224 p.
15. Gopchenko E. D., Hoptsiy M. V. *Maksimal'nyy stik doshchovykh pavorodkiv u Prykarpatti* [Maximum runoff of rain floods in the Carpathian region]. Odessa: TES, 2015. 125 p.
16. Shakirzanova Zh. R. *Dovhostrokove prohozuvannya kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya rivnyynykh richok ta estuariyiv terytoryi Ukrainy* [Long-term forecasting characteristics of maximum flow spring flood plains of rivers and estuaries in Ukraine]. Odessa: FOP Bondarenko M. O., 2015. 252 p.
17. Loboda N. S., Gopchenko E. D. (Eds). *Vodnyy rezhym ta hidroekologichni kharakterystyky Kuyal'nyts'koho lymanu* [Water regime and hydroecological characteristics of the Kuyalnik estuary]. Odessa: TES., 2016. 332 p.
18. Gopchenko E. D., Kichuk N. S., Ovcharuk V. A. *Maksimal'nyy stik doshchovykh pavorodkiv na richkakh Pivdnya Ukrainy* [Maximum runoff of rain floods on the rivers of the south of Ukraine]. Odessa: TES., 2016. 212 p.
19. Ovcharuk V. A., Gopchenko E. D., Traskova A. V. *Normuvannya kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya v baseyni richky Dniester* [Rationing of the characteristics of the maximum spring runoff in the Dniester River basin.]. Odessa: TES, 2017. 252 p.
20. Loboda N. S. *Raschety i obobshheniya harakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyah antropogennogo vliyaniya* [Calculations and generalizations of the characteristics of the annual runoff of the rivers of Ukraine under anthropogenic influence]. Odessa: Ecology, 2005. 208 p.
21. Loboda N. S. Assessment of Water Resources of Ukraine in a changing regional climate and its impact on the economy of Ukraine. *V kn. Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [In the book. Assessing the impact of climate change on the field of economy of Ukraine]. Odessa: Ecology, 2011, pp. 566-605. (In Ukrainian)
22. Tuchkovenko Yu. S., Loboda N. S. (Eds). *Vodni resursy ta hidroekologichniy stan Tylihul'skoho lymanu* [Water resources and hydroecological state of the Tiligul estuary]. Odessa: TES, 2014. 276 p.
23. Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M., Loboda N. S. et al. *Klimatichni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and its impact on sectors of the economy of Ukraine]. Odessa: TES, 2015. 520 p. (Ed: Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M.).
24. Peleshenko V. I. *Otsenka vzaimosvyazi himicheskogo sostava razlichnykh tipov prirodnih vod (na primere ravninnoy chasti Ukrainy)* [Evaluation of the relationship between the chemical composition of various types of natural waters (for example, the plains of Ukraine)]. Kyiv: High School, 1975. 168 p.
25. Peleshenko V. I., Zakrevskiy D. V., Gorev L. N., Hil'chevskiy V. K. *Maps of the surface water of Ukraine. Hydrochemical Atlas of the USSR*. Moscow: MDGC, 1990, pp. 58-65. (Ed: Nikanorov A. M., in Russian).
26. Gorev L. N., Peleshenko V. I. *Osnovy meliorativnoy gidrohimii* [Fundamentals of meliorative hydrochemistry]. Kyiv: High School, 1991. 423 p.
27. Horyev L. M. *Osnovy modelyuvannya v hidroekologiyi* [Fundamentals of modeling in hydroecology]. Kyiv: Lybid, 1996. 336 p.
28. Horyev L. M., Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Radioaktyvnist' pryrodnykh vod* [Radioactivity of Natural waters]. Kyiv: High School, 1993. 174 p.
29. Horyev L. M., Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Hidrokhimiya Ukrainy* [Hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv: High School, 1995. 307 p.
30. Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Zahal'na hidrokhimiya* [General Hydrochemistry]. Kyiv: Lybid, 1997. 384 p.
31. Khil'chevskyy V. K. *Vodopostachannya i vodovidvedennya*

- hidroekologichni aspekty* [Water supply and water disposal - hydroecological aspects]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1999. 319 p.
32. Romas' M. I. *Hidrokhimiya vodnykh ob'ektiv atomnoyi i teplovoi enerhetyky* [Hydrochemistry of water objects of nuclear and thermal power engineering]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 2003. 532 p.
 33. Khil'chevs'kyy V. K. *Rol' ahrokhimichnykh zasobiv u formuvanni yakosti vod baseynu Dnipro* [The role of agrochemicals in the formation of water quality in the Dnipro Basin]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1996. 222 p.
 34. Aks'om S. D., Khil'chevs'kyy V. K. *Vplyv sul'fatnoho karstu na khimichnyy sklad pryrodnykh vod u baseyni Dnistra* [Effect of sulfate karst on the chemical composition of natural waters in the Dniester Basin]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2002. 204 p.
 35. Khil'chevs'kyy V. K., Honchar O. M., Zabokryts'ka M. R. et al. *Hidrokhimichnyy rezhym ta yakist' poverkhnevnykh vod baseynu Dnistra na terytoriyi Ukrayiny* [Hydrochemical regime and quality of surface waters of the Dniester Basin in Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2013. 180 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A.).
 36. Budnik S. V., Khil'chevs'kyy V. K. *Gidrodinamika i gidrokhimiya sklonovykh vodotokov* [Hydrodynamics and hydrochemistry of slope watercourses]. Kiev: Obriyi, 2005. 368 p.
 37. Zabokryts'ka M. R., Khil'chevs'kyy V. K., Manchenko A. P. *Hidroekologichnyy stan baseynu Zakhidnoho Buhu na terytoriyi Ukrayiny* [Hydroecological state of the Western Bug river basin on the territory of Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2006. 184 p.
 38. Khil'chevs'kyy V. K., Romas' I. M., Romas' M. I. et al. *Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka minimalnoho stoku richok baseynu Dnipro* [Hydrological and hydrochemical characteristics of the minimal runoff of the rivers of the Dnipro basin]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2007. 184 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 39. Khil'chevs'kyy V. K., Kurylo S. M., Dubnyak S. S. et al. *Hidroekologichnyy stan baseynu richky Ros'* [Hydroecological state of the basin of the river Ros]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2009. 115 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 40. Khil'chevs'kyy V. K., Romas' M. I., Chunar'ov O. V. et al. *Hidroekologichnyy stan baseynu Horyni (v rayoni Khmel'nyts'koyi AES)* [Hydroecological state of the Goryn River basin (near Khmelnitsky NPP)]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2011. 176 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 41. Khil'chevs'kyy V. K., Kravchyn'skyy R. L., Chunar'ov O. V. *Hidrokhimichnyy rezhym ta yakist' vody Inhul'tsya v umovakh tekhnohenezu* [Hydrochemical regime and water quality of Inhulets in technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2012. 180 p.
 42. Khil'chevs'kyy V. K., Vynarchuk O. O., Honchar O. M. et al. *Hidrokhimiya richok Livoberezhnoho lisostepu Ukrayiny* [Hydrochemistry of the rivers of the Left-bank forest-steppe of Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2014. 230 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A.).
 43. Khil'chevs'kyy V. K., Osadchyy V. I., Kurylo S. M. *Osnovy gidrokhimiyi* [Basics of hydrochemistry]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2012. 326 p.
 44. Osadchyy V. I., Osadcha N. M., Nabyvanets' Yu. B., Khil'chevs'kyy V. K. et al. *Maps of environmental assessment of surface water quality. National Atlas of Ukraine*. Kyiv: Kartohrafiya, 2007, pp. 181, 409-410. (Ed: Rudenko L. H.).
 45. Obodov'skyy O. H. *Ruslovi protsesy* [Riverbed processes]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1998. 134 p.
 46. Obodov'skyy O. H. *Hidroloho-ekologichna otsinka ruslovykh protsesiv (na prykladi richok Ukrayiny)* [Hydrological and ecological assessment of riverbed processes (by the example of the rivers of Ukraine)]. Kyiv: Nika-Tsentr., 2001. 274 p.
 47. Kalinin M. Ju., Obodovskiy A. G. (Eds). *Monitoring, ispol'zovanie i upravlenie vodnymi resursami v bassejne r. Pripjat'* [Monitoring, use and management of water resources in the basin of the river Pripyat']. Minsk: Belsens, 2003. 269 p.
 48. Obodov'skyy O. H., Yaroshevych O. Ye. *Hidromorfologichna otsinka yakosti richok baseynu Verkhni'oyi Tysy* [Hydromorphological assessment of the quality of the rivers in the Upper Tisza basin]. Kyiv: Interdruk, 2006. 70 p.
 49. Obodov'skyy O. H. (Ed.) *Ruslovi protsesy richky Limnytsya* [Channel processes of the river Limnica]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 256 p.
 50. Obodov'skyy O. H., Onyshchuk V. V., Rozlach Z. V. *Latorytsya: hidrolohiya, hidromorfologiya, ruslovi protsesy* [Latoritsa: hydrology, hydromorphology, channel processes]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 2012. 319 p. (Ed: Obodov'skyy O. H.).
 51. Hrebin' V. V. *Suchasnyy vodnyy rezhym richok Ukrayiny (landshaftno-hidrolozhichnyy analiz)* [The current water regime of the rivers of Ukraine (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 316 p.
 52. Strutyn'ska V. M., Hrebin' V. V. *Termichnyy i l'odovyiy rezhymy richok baseynu Dnipro z druhoiy polovyny XX st.* [Thermal and ice regimes of the rivers of the Dnieper basin since the second half of the 20th century]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 196 p.
 53. Hrebin' V. V., Mokin V. B., Stashuk V. A., Khil'chevs'kyy V. K. et al. *Metodyky hidrografichnoho ta vodohospodars'koho rayonuvannya terytoriyi Ukrayiny vidpovidno do vymoh Vodnoyi ramkovoyi dyrektyvy Yevropeys'koho Soyuzu* [Methodology of the hydrodynamic and water supply of the district of Ukraine in accordance with the guidelines of the Water Framework Directive of the European Union]. Kyiv: Interpres, 2013. 55 p.
 54. Hrebin' V. V., Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A. et al. *Vodnyy fond Ukrayiny: Shtuchni vodoymy – vodoskhorvyshcha i stavky: dovidnyk* [Water fund of Ukraine: Artificial reservoirs - reservoirs and ponds: reference book]. Kyiv: Interpres, 2014. 164 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Hrebin' V. V.).
 55. Stashuk V. A., Mokin V. B., Hrebin' V. V., Chunar'ov O. V. *Naukovi zasady ratsional'noho vykorystannya vodnykh resursiv Ukrayiny za baseynovym pryntsyptom* [Scientific basis of rational use of water resources of Ukraine on basin principle]. Kherson: Grin, 2014. 320 p. (Ed: Stashuk V. A.).
 56. Khil'chevs'kyy V. K., Obodov'skyy O. H., Gopchenko E. D. *University hydrology, hydrochemistry and hydroecology: problems of steel development. Hydrology, hydrochemistry, hydroecology*, 2005, vol. 7. pp. 9-24. (In Ukrainian).
 57. Khil'chevs'kyy V. K., Kurylo S. M. *Methodical and regional aspects of the study of the transformation of the chemical composition of the river waters of Ukraine. Materials of the 6th All-Ukrainian Scientific Research Institute. Sciences. Conference with international participation: Problems of hydrology, hydrochemistry, hydroecology*. Dnipropetrovsk: Accent, 2014, pp. 292-294. (In Ukrainian)
 58. Kyrylyuk M. I. *Vodnyy balans i yakisnyy stan vodnykh*

- resursiv Ukrayins'kykh Karpat* [Water balance and quality of water resources of the Ukrainian Carpathians]. Chernivtsi: Ruta, 2001. 246 p.
59. Yushchenko Yu. S. *Heohidromorfolohichni zakonomirnosti rozvytku rusel* [Geohydromorphology of the regularities of river beds development]. Chernivtsi: Ruta, 2005. 320 p.
60. Nykolayev A. M. *Hidrolohichnyy ta hidrokhimichnyy rezhymy malykh richok urbanizovanoyi terytoriyi* [Hydrological and hydrochemical regimes of small rivers of urbanized territory]. Yuri Fedkovych Cherniv. Nat. Un-ty. Chernivtsi, 2016. 132 p.
61. Shevchuk Yu. F., Yavkin V. H., Shevchuk A. Yu. *Yakist' pytmoi vody v systemi dzherelo-spozhyvach* [Quality of drinking water in the source-consumer system]. Yuri Fedkovych Cherniv. Nat. Un-ty. Chernivtsi, 2013. 152 p.
62. Sherstyuk N. P., Horb A. S., Dovhanenko D. O. et al. *Hidrometeorolohichni aspekty tekhnohennoho vplyvu na dovkillya Dnipropetrovs'koyi oblasti* [Hydrometeorological aspects of the technogenic impact on the environment of the Dnipropetrovsk region]. Dnipropetrovsk: Accent, 2014. 231 p.
63. Sherstyuk N. P., Khil'chevs'ky V. K. *Osoblyvosti hidrokhimichnykh protsesiv u tekhnohennykh ta pryrodnykh vodnykh ob'yektakh Kryvbassu* [Features of hydrochemical processes in technogenic and natural water bodies of Krivbass]. Dnipropetrovsk: Accent, 2012. 263 p.
64. Yatsyk A. V. *Ekolohiya vodokorystuvannya. Vodohospodars'ka ekolohiya: u 4-kh tomakh. T 3* [Ecology of water use. Water ecology: in 4 volumes, vol. 3]. Kyiv: Genesis, 2003. 496 p.

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА В УКРАИНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

В. К. Хильчевский¹, д-р геогр. наук,
Е. Д. Гопченко², д-р геогр. наук,
Н. С. Лобода², д-р геогр. наук,
А. Г. Ободовский¹, д-р геогр. наук,
В. В. Гребень¹, д-р геогр. наук,
Ж. Р. Шакирзанова², д-р геогр. наук,
Ю. С. Ющенко³, д-р геогр. наук,
Н. П. Шерстюк⁴, д-р геогр. наук,
В. А. Овчарук², канд. геогр. наук

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
ул. Владимирская, 64/13, 01601, Киев, Украина, hilchevskiy@ukr.net

²Одесский государственный экологический университет
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, jannetodessa@gmail.com

³Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
ул. Коцюбинского, 2, 58000, Черновцы, Украина, gidroec_cnu@bigmir.net

⁴Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
пр. Гагарина, 72, 49010, Днепр, Украина, sherstuknp@gmail.com

В статье изложена история развития гидрологической науки в высших учебных заведениях Украины, начиная с 1922 г., когда Е. В. Оппоковым впервые в Украине была основана кафедра гидрологии в Киевском политехническом институте, которая прошла непростой путь трансформации к нынешнему времени в Национальном университете водного хозяйства и природопользования (г. Ровно). Отражено развитие гидрологии в Одесском государственном экологическом университете (с 1932 г.), Черновицком национальном университете имени Юрия Федьковича (с 1946 г.), Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (с 1949 г.), Днепровском национальном университете имени Олеся Гончара (с 2008 г.). Рассмотрены результаты деятельности ученых-гидрологов в этих университетах, особенно одесской научной школы теоретической и прикладной гидрологии и научной школы гидрохимии и гидроэкологии Киевского университета. Показаны перспективные направления исследований университетской гидрологии.

Ключевые слова: университетская гидрология, научная школа, гидрология, гидрохимия

HYDROLOGICAL SCIENCE IN UNIVERSITIES AND PERSPECTIVES OF ITS FURTHER DEVELOPMENT IN UKRAINE

V. K. Khilchevskiy¹, Dr Sci. (Geogr.),
E. D. Gopchenko², Dr Sci. (Geogr.),
N. S. Loboda², Dr Sci. (Geogr.),
O. G. Obodovskiy¹, Dr Sci. (Geogr.),
V. V. Grebin¹, Dr Sci. (Geogr.),
Zh. R. Shakirzanova², Dr Sci. (Geogr.),
Y. S. Yushchenko³, Dr Sci. (Geogr.),
N. P. Sherstyuk⁴, Dr Sci. (Geogr.)
V. A. Ovcharuk², Assoc.Prof.

¹*Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymyrska St., 01601 Kyiv, Ukraine, hilchevskiy@ukr.net*

²*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, jannetodessa@gmail.com*

³*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
2, Kotsyubynsky St., 58012 Chernivtsi, Ukraine, gidroec_cnu@bigmir.net*

⁴*Oles Honchar Dnipro National University,
72, Gagarina St., 49010 Dnipro, Ukraine, sherstuknp@gmail.com*

Development of the Hydrology in universities of Ukraine is the formation and development of scientific schools, which promote of the better training of professionals.

Purpose of the article - to show the history of hydrological science in higher educational institutions of Ukraine, the formation of scientific schools, their achievements and problems, outline prospects for the development of Hydrology in universities .

The article presents the history of hydrological science in higher educational institutions of Ukraine since 1922, when E. Oppokov first time in Ukraine established the Department of Hydrology at the Kiev Polytechnic Institute, that passed difficult path of transformation and now is presented at the National University of Water Management and Nature (Rivne). It was described the development of hydrology at the Odessa State Environmental University (since 1932), Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (since 1946), Taras Shevchenko National University of Kyiv (since 1949), Oles Gonchar Dnipro National University (since 2008). The results of the work of scientists hydrologists at these universities, especially Odessa scientific school of theoretical and applied hydrology and Kiev University scientific school of hydrochemistry and hydroecology was considered.

Hydrological Sciences at the Universities of Ukraine have a long tradition that has formed during last century. In general, it is today developing in the mainstream global hydrology. Prospects of Hydrological Sciences is closely linked to prospects of the national economy. Ukrainian hydrologists must work more closely with international institutions on joint research projects. The task of universities is not only intensify research, but also in improving the training of specialists hydrologists from the time when hydrology was included in "Earth Sciences".

Keywords: University hydrology, scientific school, hydrology, hydrochemistry, hydroecology

*Дата першого подання: 03. 05. 2017
Дата надходження остаточної версії: 14. 06. 2017
Дата публікації статті: 29. 06. 2017*

УДК 551.49

УНІВЕРСИТЕТСЬКА ГІДРОЛОГІЧНА НАУКА В УКРАЇНІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ЇЇ РОЗВИТКУ

В. К. Хільчевський¹, д-р геогр. наук, **Є. Д. Гопченко²**, д-р геогр. наук,
Н. С. Лобода², д-р геогр. наук, **О. Г. Ободовський¹**, д-р геогр. наук,
В. В. Гребінь¹, д-р геогр. наук, **Ж. Р. Шакірзанова²**, д-р геогр. наук,
Ю. С. Ющенко³, д-р геогр. наук, **Н. П. Шерстюк⁴**, д-р геогр. наук,
В. А. Овчарук², канд. геогр. наук

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, 01601, Київ, Україна, hilchevskiy@ukr.net

² Одеський державний екологічний університет,
вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, jannettodessa@gmail.com

³ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Коцюбинського, 2, 58000, Чернівці, Україна, gidroec_cnu@bigmir.net

⁴ Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
пр. Гагаріна, 72, 49010, Дніпро, Україна, sherstuknp@gmail.com

У статті викладено історію розвитку гідрологічної науки у вищих навчальних закладах України, починаючи з 1922 р., коли Є. В. Оппоковим вперше в Україні було засновано кафедру гідрології у Київському політехнічному інституті, яка пройшла непростий шлях трансформації до сьогодення у Національному університеті водного господарства та природокористування (м. Рівне). Висвітлено розвиток гідрології в Одеському державному екологічному університеті (з 1932 р.), Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (з 1946 р.), Київському національному університеті імені Тараса Шевченка (з 1949 р.), Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара (з 2008 р.). Розглянуто результати діяльності вчених-гідрологів у цих університетах, особливо одеської наукової школи теоретичної та прикладної гідрології та наукової школи гідрохімії та гідроекології Київського університету. Показано перспективні напрями досліджень університетської гідрології.

Ключові слова: університетська гідрологія, наукова школа, гідрологія, гідрохімія, гідроекологія

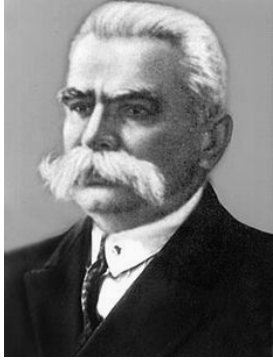
1. ВСТУП

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

Мета статті – показати історію розвитку гідрологічної науки у вищих навчальних закладах України, формування наукових шкіл, їхні досягнення та проблеми, окреслити перспективи розвитку університетської гідрології.

2. ЗАРОДЖЕННЯ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ГІДРОЛОГІЇ. ІСТОРІЯ СТАНОВЛЕННЯ НАУКОВИХ ШКІЛ

Офіційний відлік розвитку університетської гідрології в Україні починається з 1922 р., коли у Київському політехнічному інституті (зараз Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського») було відкрито кафедру гідрології, яку очолив відомий вчений-гідролог-меліоратор Є. В. Оппоков (згодом академік АН УРСР та академік ВАСГНІЛ). У 1930 р. створено Київський інженерно-меліоративний інститут (КІМІ), у який переведено кафедру гідрології на чолі з Є. В. Оппоковим. У 1937 р. його було репресовано і розстріляно (реабілітовано посмертно).



Є. В. Оппоков
(1869-1937 рр.)



А. В. Огієвський
(1894-1952 рр.)

Після арешту Є. В. Оппокова у 1937 р. гідрологічну кафедру очолив його учень – доктор технічних наук, професор А. В. Огієвський (завідував кафедрою з перервами до 1952 р.). Постаті цих двох вчених залишаються визначальними в історії становлення української гідрології не тільки для цілей меліорації та гідротехнічного будівництва, а й для моніторингових цілей, оскільки вони брали також участь у становленні української гідрометслужби. У 1959 р. КІМІ переведено у м. Рівне - вже як Український інститут інженерів водного господарства. Сьогодні це Національний університет водного господарства та природокористування. Назва гідрологічної кафедри у цьому ВНЗ протягом десятиріч змінювалася (крім гідрології до назви кафедри входили гідрогеологія, гідрометрія). Сьогоднішня назва – кафедра водогосподарської екології, гідрології та гідравліки (з 2013 р.), яку до недавня очолював доктор технічних наук, професор, академік НААН України А. В. Яцик.

2.1 Одеський державний екологічний університет

У 1932 р. було засновано Харківський інженерний гідрометеорологічний інститут (ХІГМІ). На той час професорсько-викладацький склад ХІГМІ становив 35 осіб – професори, доценти, викладачі та асистенти, число яких поступово зростало. З 1938 р. у ХІГМІ почалася підготовка науково-педагогічних кадрів в аспірантурі. У 1941 р. під час Другої світової війни ХІГМІ евакуйовано до Ашгабату (Туркменістан). У травні 1942 р. директором ХІГМІ призначено начальника метеорологічного факультету Вищого військового гідрометеорологічного інституту (евакуйованого до Ленінабаду Таджикиської РСР) доцента Давида Ісаковича Гринвальда, а заступником директора з навчальної і наукової роботи – доцента

В. В. Аристовського. У 1944 р. з евакуації ХІГМІ переведено до Одеси як Одеський гідрометеорологічний інститут (ОГМІ), а в 2001 р. інститут перейменовано на Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ).

Одразу з утворенням ХІГМІ у 1932 р. було засновано й кафедру гідрології суші. Значний внесок у розвиток кафедри та гідрологічної науки в Україні та колишньому СРСР зробили такі видатні вчені-викладачі, як К. К. Кисельов, А. М. Басін, Я. Т. Ненько, М. П. Чеботарьов та ін. На кафедрі починав свою наукову діяльність молодий вчений-аспірант Г. П. Калінін, згодом член-кореспондент АН СРСР, професор і завідувач кафедри гідрології суші Московського державного університету ім. М. В. Ломоносова.



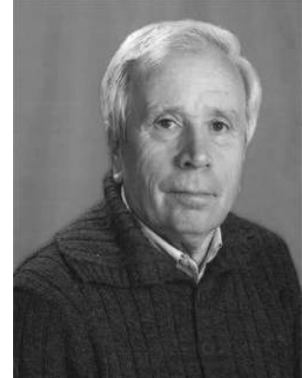
А. М. Бефани
(1909-2003 рр.)



Н. Ф. Бефани
(1924-2010 рр.)



Д. І. Гринвальд
(1907-1993 рр.)



Є. Д. Гопченко
(1936 р.н.)

Впродовж 1946-1987 рр. завідувачем кафедри гідрології суші Одеського гідрометеорологічного інституту був доктор технічних наук, професор А. М. Бефани. Значні зусилля А. М. Бефани, починаючи з 1946 р., було спрямовано на розробку науково-методичних питань у такій важливій області гідрології суші як вчення про поверхневий стік. Ці нароби ним було опубліковано у двох книгах: «Основы теории ливневого стока» (1949) [1] та «Основные поло-

ження теорії речного стока» (1958) [2]. Фактично це означало початок формування наукової школи теоретичної та прикладної гідрології, яку очолили А. М. Бефані та Н. Ф. Бефані. На основі застосування теорії паводкового стоку А. Н. Бефані, Н. Ф. Бефані було розроблено науково-методичні підходи до складання територіально-загальних прогнозів дощових річок Карпат.

Згодом одеська наукова школа стала відомою в колишньому СРСР та за його межами. Всього ж під керівництвом професора А. М. Бефані підготовлено та захищено понад 100 дисертацій, 11 з яких – докторські. Головні праці його учнів та послідовників присвячено практичній реалізації актуальних питань теорії розрахунків максимального стоку річок, причому, не тільки для паводків, а й для весняних водопіль.

У 1987 р. кафедру гідрології суші ОГМІ очолив доктор географічних наук, професор Є. Д. Гопченко. Починаючи з 90-х років минулого ХХ ст., Є. Д. Гопченко було суттєво удосконалено розрахункову базу формування максимального стоку А. М. Бефані як у теоретичному, так і в методичному відношенні. Під його науковим керівництвом аспірантами та здобувачами з України та країн СНД і зарубіжних держав успішно захищено 42 дисертації, 2 з яких – докторські.

2.2 Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У 1949 р. створено кафедру гідрології суші на географічному факультеті Київського державного університету імені Т. Г. Шевченка (зараз Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Очолив кафедру доктор технічних наук, професор В. О. Назаров, який перейшов в університет з посади директора Київської науково-дослідної гідрологічної обсерваторії. Він мав досвід співпраці з Є. В. Оппоковим та А. В. Огієвським при розробці методів прогнозування рівнів весняної повені на Дніпрі під час будівництва Дніпрогес.

В історії гідрологічної кафедри шевченкового університету можна виділити три періоди.

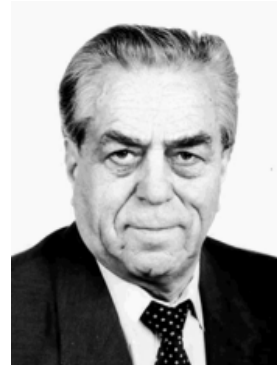
Перший період – 1949-1976 рр., кафедра гідрології суші. Розвиваються дослідження, пов'язані з напрямками наукової діяльності завідувачів кафедри: гідрологічні прогнози – В. О. Назаров (1949-1961 рр.); переробка берегів водосховищ – доктор технічних наук, професор, член-кор. АН УРСР Б. А. Пишкін (1961-1967 рр.); гідрологічний режим та гідрологічне

районування – кандидат географічних наук, в. о. професора С. П. Пустовойт (1967-1976 рр.).

Другий період – 1976-2002 рр., кафедра гідрології та гідрохімії. В 1976 р. кафедру очолив доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. І. Пелешенко – засновник наукової школи гідрохімії в Київському університеті. Вчені кафедри досліджували взаємозв'язок хімічного складу різних типів природних вод (В. І. Пелешенко); гідрохімічний режим та якість води основних річок України, Шацьких озер, вплив зрошувальних меліорацій (Л. М. Горев – зав. кафедри у 1993-1999 рр.) та осушувальних меліорацій (Д. В. Закревський) на хімічний склад природних вод; хімічний склад поверхнево-схилового стоку на експериментальних водозборах (В. К. Хільчевський); якість води водоймоохолоджувачів АЕС (М. І. Ромась). Розпочалися дослідження руслових процесів на річках (О. Г. Ободовський), гідрохімічних систем (С. І. Сніжко). У цей період співробітниками кафедри було захищено 4 докторські дисертації (В. І. Пелешенко, 1981; Л. М. Горев, 1986; Д. В. Закревський, 1992; В. К. Хільчевський, 1996). У 2000 р. кафедру гідрології та гідрохімії очолив учень В. І. Пелешенка – доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. К. Хільчевський.



В. О. Назаров
(1893-1961 рр.)



В. І. Пелешенко
(1927 - 2014 рр.)



В. К. Хільчевський
(1953 р. н.)

Третій період – у 2002 р. за ініціативою

В. К. Хільчевського кафедру перейменовано – кафедра гідрології та гідроекології, оскільки з 2000-х рр. розширюються дослідження з гідрології та гідрохімії, пов'язані з гідроекологічною проблематикою.

Виконуються дослідження з управління водними ресурсами, пов'язані з імплементацією Водної рамкової директиви та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України. Під керівництвом В. К. Хільчевського захищено 14 дисертацій, з яких – 4 докторські (здобувачами з різних установ). Викладачами кафедри у цей період захищено також 4 докторські дисертації (О. Г. Ободовський, 2002; С. І. Сніжко, 2002; М. І. Ромась, 2004; В. В. Гребінь, 2011).

2.3 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

У 1946 р. на географічному факультеті Чернівецького державного університету (зараз Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича) було відкрито кафедру гідрології та кліматології. Першим завідувачем кафедри був доктор географічних наук, професор Б. Б. Богословський, згодом – Р. А. Нежиховський. У 1950-1960-х рр. на кафедрі функціонувала лабораторія водних ресурсів, у якій проводилися дослідження карпатського регіону. В лабораторії працювали випускники кафедри, котрі надалі стали відомими спеціалістами в області гірської гідрології: П. М. Лютик, М. І. Кирилюк, О. М. Мельничук, В. В. Яблонський, О. Н. Кафтан та інші. У кінці 1980-х рр. кафедру гідрології та кліматології було розформовано.

У 2001 р. на географічному факультеті створено кафедру гідроекології, водопостачання та водовідведення, яку очолив доктор географічних наук, професор М. І. Кирилюк – фахівець з досліджень водного балансу та якісного стану водних ресурсів Українських Карпат. Від 2003 р. кафедру очолює доктор географічних наук, професор Ю. С. Ющенко, який досліджує руслові процеси на річках Карпато-Подільського регіону. У 2013 р. кафедра отримала назву – кафедра гідрометеорології та водних ресурсів.

2.4 Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара

У 2008 р. було відкрито кафедру гідрометеорології та геоелекології на геолого-географічному факультеті Дніпровського національного університету імені Олеса Гончара, на якій розпочали підготовку фахівців за напрямом «гідрометеорологія» (гідрологів). Цю нову кафедру було відкрито на базі кафедри геоелекології та раціонального природокористуван-

ня, яка функціонувала з 1991 р. Стосовно наукових досліджень, то найбільш високий рівень має гідрохімічний напрям, очолюваний доктором географічних наук, професором Н. П. Шерстюк (зараз декан факультету).

2.5 Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Луганськ)

У 2005 р. було створено кафедру гідрометеорології на факультеті природничих наук Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (м. Луганськ), на якій розпочали підготовку фахівців за напрямом «гідрометеорологія» (гідрологів). Кафедру очолив доктор сільськогосподарських наук, професор О. Р. Зубов.

3. РОЗВИТОК ГІДРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Одеський державний екологічний університет

Кафедра гідрології суші. Професором А. М. Бефані була обгрунтована одна із найбільш досконалих теорій формування максимального стоку, в основу якої покладено модель руслових ізохрон. На цій теоретичній базі співробітниками кафедри гідрології у 1952-1972 рр. під керівництвом А. М. Бефані проведені експериментальні дослідження стоку за різних природних умов – степової і лісостепової зон України та Молдови, гірських районів Сіхоте-Аліно, Приханкайської низовини (1962-1963 рр.), Українських Карпат (1964 р.). Пізніше проведено декілька експедиційних досліджень спільно з ученими Українського н.-д. гідрометеорологічного інституту, Далеко-Східного н.-д. гідрометеорологічного інституту, Одеського державного університету та інших наукових установ України у північних та центральних районах Далекого Сходу, Приамур'я, Магаданської області, Колими, Сахаліну, Кавказу, Закавказзя, Чорноморського узбережжя Північного Кавказу. В експедиційних дослідженнях брали участь відомі гідрологи – Г. П. Калінін, П. Ф. Вишневський, П. А. Уриваєв, Б. Д. Успенський, В. В. Аристовський.

У цей же час на кафедрі гідрології суші під керівництвом доктора фізико-математичних наук, професора Д. І. Гринвальда формувався новий науковий напрям, пов'язаний з проведен-

ням натурних досліджень турбулентності водних потоків на річках Дністер, Турунчук та Ріоні. В дослідженнях брали участь доценти кафедри гідрології суші Г. І. Мозгунов, М. П. Єхніч, С. А. Борик, Є. І. Колодєєв та ін.

За результатами багаторічних досліджень було надруковано монографії А. Н. Бефані, присвячені теорії моделювання і розрахунку підземного живлення річок СРСР та теоретичному обґрунтуванню методів дослідження і розрахунку паводкового стоку річок Далекого Сходу. В той же час опубліковані праці: О. В. Гушля та В. С. Мезенцев «Воднобалансовые исследования»[3], Н. Ф. Бефані «Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально-общих зависимостей»[4], Д. І. Гринвальд «Турбулентность русловых потоков»[5] та ін.

У 1981 р. світовий центр гідрологічних даних видав написану проф. А. М. Бефані, Н. Ф. Бефані та Є. Д. Гопченком працю «Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР» [6], де наведено карту областей паводкового стоку та обґрунтовані регіональні моделі для кожної області і способи їх ідентифікації. Завершенням досліджень з даного напрямку є праця А. М. Бефані «Вопросы региональной гидрологии. Паводочный сток» [7], яка була рекомендована та видана як підручник для студентів — майбутніх інженерів-гідрологів. Також були надруковані підручники Т. В. Одрової «Гидрофизика водоемов суши» [8], Н. Ф. Бефані, Г. П. Калініна «Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам» [9].

Теорія формування максимального стоку А. М. Бефані була доведена до практичного застосування цілою плеядою вчених (О. Г. Іваненко, Н. Ф. Бефані, Ю. В. Литовченко, Л. Є. Крес, Є. Л. Боярінцев, О. М. Мельнічук, В. А. Овчарук, М. В. Лаликін, Т. В. Одрова, М. Г. Сербов, Є. Д. Гопченко, О. В. Гушля, О. О. Світличний, Я. М. Іваньо, М. В. Болгов), які свого часу працювали або продовжують працювати в Одеському державному екологічному університеті. З часом в окремий науковий напрям на основі цієї теорії виокремились гідрологічні прогнози (Н. Ф. Бефані, Ж. Р. Шакірзанова).

На теперішній час науково-дослідна робота випускової кафедри гідрології суші ОДЕКУ виконується в рамках навчально-дослідної роботи викладачів і студентів, аспірантури та докторантури, по науковому сектору за планами Міністерства освіти і науки України, за заявками Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Державного агентства водних ресурсів

України, Міністерства охорони навколишнього природного середовища України за такими основними напрямками: розробка теоретичних положень і реалізація моделей в галузі гідрологічних розрахунків максимального стоку паводків та весняних водопіль у різних природних та сучасних кліматичних умовах, нормуванні розрахункових характеристик річкового стоку; розробка і практична реалізація (у вигляді програмних прогностичних комплексів) методу територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля для деяких річок України; розробки для потреб водного господарства України.

Основними протягом декількох десятиліть у науковій діяльності кафедри гідрології суші ОДЕКУ залишаються дослідження процесів формування максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль у різних природних умовах. Значне місце в одеській науковій школі теоретичної і прикладної гідрології займають розробки, присвячені нормуванню характеристик гідрологічного режиму річок. В їх основу покладено удосконалену Є. Д. Гопченком розрахункову схему А. М. Бефані. Базові рівняння описують процес формування максимальних витрат води дощових паводків і весняних водопіль в операторній послідовності «схиловий приплив – русловий стік». Доопрацьована та реалізована модель максимального стоку у низці докторських і кандидатських дисертацій, магістерських роботах і дипломних проектах.

На кафедрі обґрунтовано і доведено до практичного використання ансамблевий метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля – шарів стоку та максимальних витрат води, а також строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України (Є. Д. Гопченко, Ж. Р. Шакірзанова).

Протягом тривалого періоду на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ виконувалися науководослідні розробки, присвячені: розрахункам та прогнозам характеристик гідрологічного режиму річок України за умов сучасних кліматичних змін (Є. Д. Гопченко, Ж. Р. Шакірзанова, В. А. Овчарук), економіко-екологічним оцінкам проектів великих українських водосховищ (науковий керівник – професор Є. В. Обухов), науковому обґрунтуванню змін відміток для реконструкції захисних споруд на р. Дунай з урахуванням проходження паводків вздовж українського берега, математичному моделюванню процесів замулення підвідних каналів-ковшів до шлюзів-

регуляторів на Придунайських озерах (науковий керівник – професор О. Г. Кулібабін); дослідженням, що спрямовані на вирішення актуальних проблем закритих лиманів північно-західного Причорномор'я (Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода, Ж. Р. Шакирзанова, О. М. Гриб та ін.).

Наукові напрацювання викладачів кафедри гідрології суші ОДЕКУ частково використано у науково-дослідній роботі, присвяченій підготовці до видання серії монографій “Ресурси поверхневих вод України” по басейнах головних річок України: Т. 3 – «Басейн Південного Бугу. Річки Причорномор'я» (робота виконувалася в Українському гідрометеорологічному інституті протягом 2013 р.).

Викладачі кафедри брали участь у розробці Молдовського національного стандарту “Определение расчетных гидрологических характеристик. Дополнение к нормативному документу” (Інститут екології та географії АН Молдови, 2009-2010 рр.). Видано нормативний документ Молдови: “Determinated characteristiculorhidrol ogice pentru conditiile Republicii Moldova”/CPD.01.05-2012/Chisinau, 2012, pag. 72-80 (співавтори – Є. Д. Гопченко, Н. С. Лобода).

Напрацювання науковців кафедри по розрахунках характеристик річкового стоку включено до проекту державних будівельних норм України «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» ДБН В.2.4-Х:201Х у розділі «Максимальний стік весняної повені і дощових паводків» (Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2013 р.).

Професор Є. Д. Гопченко брав активну участь у проекті Tacis CBC SPF «Предотвращение чрезвычайных ситуаций и защита от паводков в Евро-регионе «Нижний Дунай», «Оценка рисков при катастрофических наводнениях в пойме Нижнего Дуная», та програмі Tacis по транскордонному співробітництву “Технічна допомога для планування управління басейном Нижнього Дністра”. В 2011 р. Є. Д. Гопченко та В. А. Овчарук взяли участь у презентації стратегії ЄС Дунайського регіону щодо нової ініціативи ЄС, яка спрямована на підвищення соціально-економічного та транспортного потенціалу держав Дунайського басейну.

Отримані результати науково-дослідної роботи кафедри гідрології суші ОДЕКУ впроваджено в Українському гідрометцентрі, Українському гідрометеорологічному інституті, Гідрометеорологічному центрі Чорного та Азовського морів, Одеському обласному управлінні водних ресурсів

Держводагентства України, Закарпатському ЦГМ, навчальному процесі університету. Основні сучасні досягнення університетської наукової школи опубліковано у монографічних виданнях кафедри гідрології суші [10-19], підготовлено і видано 26 підручників та навчальних посібників, 27 конспектів лекцій, успішно виконано та завершено 22 науково-дослідні роботи, отримано 10 авторських свідоцтв.

Кафедра гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ. Однією з профільних кафедр підготовки гідрологів та гідроекологів в ОДЕКУ є кафедра гідроекології та водних досліджень. Сучасну назву ця кафедра отримала у 1998 р. у зв'язку із відкриттям підготовки студентів за спеціальністю “гідроекологія” (завідувач до 2009 р. – проф., д-р геогр. наук О. Г. Іваненко).

Основним напрямом досліджень кафедри є «управління екологічним станом водних екосистем в умовах антропогенного впливу». У зв'язку із багатогранністю поставлених екологічних задач наукові дослідження виконуються при співробітництві з колективами кафедр океанології та морського природокористування, гідрології суші, агрометеорології та агрометеорологічних прогнозів, екології та охорони довкілля. Члени кафедри (Лобода Н. С., Гриб О. М., Божок Ю. В.) приймали активну участь у виконанні міжнародного проекту FP7-ENV-2011 «Integrated water resources and coastal zone management in European lagoons in the context of climate change – LA-GOONS» (2013-2015 рр.).

При проведенні науково-дослідних робіт співробітниками кафедри використовуються сучасні балансові, стохастичні та гідродинамічні моделі, призначені для розрахунків та прогнозів гідрологічного, гідрохімічного і гідроекологічного стану водних об'єктів України. Значне місце у розвитку гідроекологічного напряму досліджень зайняли роботи О. Г. Іваненка “Математичне моделювання гідроекологічних систем” (2007 р.), в яких розглянуті моделі потоків хімічних речовин в річках, проточних водоймищах і лиманах.

Під керівництвом професора Є. Д. Гопченка та професора Н. С. Лободи (завідувача кафедри гідроекології та водних досліджень з 2009 р.) наприкінці ХХ ст. розроблено модель «клімат-стік» для оцінювання водних ресурсів територій з відсутністю та недостатністю даних гідрологічних спостережень, а також зі значною трансформацією водного режиму антропогенними чинниками.

Модель включає послідовний ланцюг обчислень: «клімат → кліматичний стік → підстильна поверхня → природний стік → водогосподарські

перетворення → побутовий стік» і дозволяє отримувати характеристики природного та побутового (перетвореного водогосподарською діяльністю стоку) на базі метеорологічних даних спостережень, включаючи дані кліматичних сценаріїв, та відомостей про масштаби водогосподарських перетворень на водозборах річок. Модель використовувалася для вирішення наступних гідрологічних задач: визначення характеристик природного (непорушеного водогосподарською діяльністю) стоку на базі метеорологічних даних; виявлення наслідків впливу водогосподарської діяльності за отриманими в результаті моделювання функціями відгуку водозборів на різні види антропогенного втручання в залежності від масштабів перетворень та кліматичних умов; управління водними ресурсами; прогнозування стану водних ресурсів у майбутньому за сценаріями змін глобального та регіонального клімату. Стохастична модель «клімат-стік» має переваги над сучасними числовими європейськими моделями при її застосуванні на територіях з обмеженими у часі даними спостережень та рідкою мережею гідрологічних станцій. Розроблені методики розрахунків характеристик природного та порушеного водогосподарською діяльністю річного стоку при недостатності та відсутності даних спостережень увійшли до ДБН (Державних будівельних норм) республіки Молдова. Модель є ефективною при плануванні заходів з управління водними ресурсами у сучасності та майбутньому. Зокрема, за цією моделлю розроблялася стратегія комплексного управління водними ресурсами та гідроекологічним станом Куяльницького й Тилігульського лиманів; оцінювалися екологічні наслідки змін стоку великих річок (Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Дунаю) під дією глобального потепління та вплив цих змін на формування гідроекологічного стану північно-західної частини Чорного моря.

За результатами розробок з використанням моделі «клімат-стік» опубліковані монографії [12, 17, 20-23].

З 2009 р. на кафедрі гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ під керівництвом професора Н. С. Лободи захищено 5 кандидатських дисертацій (з них 4 молодих вчених працюють викладачами кафедри). Підготовлено і видано 19 конспектів лекцій та 10 навчальних посібників, практикумів і підручників, взято участь у підготовці та виданні 7 колективних монографій (з них дві закордонних), успішно виконано та завершено 23 науково-дослідні роботи, отримано 12

авторських свідоцтв.

Починаючи з 2015 р., під керівництвом Н. С. Лободи у складі науково-дослідної частини університету діє проблемна науково-дослідна лабораторія «Комплексне управління водними ресурсами та гідроекологічним станом лиманів».

У 2015 р. за активної участі працівників кафедри гідроекології та водних досліджень створено науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища у складі науково-дослідної частини ОДЕКУ (керівник – доцент О. М. Гриб). Центр у 2016 р. сертифіковано на відповідність вимогам ДСТУ ISO 10012:2005.

Для оприлюднення та обговорення результатів виконаних наукових тем за участі працівників кафедри організовано та проведено три Всеукраїнські науково-практичні конференції (2012, 2014, 2015 рр.), на яких заслухано понад 150 доповідей.

Кафедра бере активну участь у підготовці та реалізації регіональних програм Департаменту екології та природних ресурсів Одеської облдержадміністрації («Регіональна програма збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 роки») та Одеського обласного управління водних ресурсів («Регіональна програма розвитку водного господарства Одеської області на період до 2021 року»).

3.2 Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У 1971 р. при кафедрі гідрології суші було створено проблемну науково-дослідну лабораторію гідрохімії (науковий керівник – доцент В. І. Пелешенко). Науковий напрям її досліджень – вивчення фізико-хімічних умов формування природних вод суші. Проблемна лабораторія виконувала п'ятирічні теми, які входили до планів Державного комітету з науки і техніки СРСР, п'ятирічних планів розвитку народного господарства України, планів АН УРСР. Однією з перших фундаментальних тем було дослідження взаємозв'язку хімічного складу різних типів природних вод території України (атмосферних опадів, поверхневих і підземних вод), в основу якої було покладено положення В. І. Вернадського про взаємозв'язок природних вод. Згодом по цій тематичі В. І. Пелешенком було захищено докторську дисертацію [24]. Активізація гідрохімічних досліджень та їхня актуальність зумовили введення спеціалізації «гідрохімія» при підготовці студентів за спеціальністю «гідрологія» та зміну у 1976 р.

назви кафедри – гідрології та гідрохімії. Так започатковувалася наукова школа гідрохімії та гідроекології Київського університету.

З перших років діяльності проблемна лабораторія гідрохімії, а згодом і кафедра гідрології та гідрохімії Київського університету налагодили тісні творчі контакти з Гідрохімічним інститутом Держкомгідромету СРСР (м. Ростов-на-Дону). У Гідрохімічному інституті вченими Київського університету було захищено 4 кандидатські та 3 докторські дисертації (на географічні науки за науковою спеціальністю «гідрохімія»), які проходили апробацію на Всесоюзних гідрохімічних нарадах. Виконувалася спільна тематика, яка стосувалася території України. Зокрема, В. К. Хільчевський брав участь у випробовуваннях спільно з вченими з Гідрохімічного інституту Держкомгідромету СРСР методу дистанційного відбору проб води з гелікоптера над акваторією Київського водосховища та у басейні р. Південний Буг. Згодом співпраця двох установ втілилася у великий творчий проект – розробку та видання у 1990 р. «Гідрохімічного атласа СРСР», у якому карти до розділу з поверхневих вод України розроблено вченими Київського університету [25].

Значна увага на кафедрі гідрології та гідрохімії Київського університету приділялася дослідженням гідрохімії меліорованих земель. Питаннями осушувальних меліорацій на території Прип'ятського Полісся займався завідувач проблемної лабораторії гідрохімії Д. В. Закревський. Гідрохімією зрошуваних земель півдня України, моделюванням процесів розчинення солей, що надходили з поливними водами у ґрунт, займався Л. М. Горев [26, 27]. Як реакція на необхідність підвищення знань у студентів у зв'язку з аварією на Чорнобильській АЕС у 1993 р. було видано підручник Л. М. Горєва, В. І. Пелешенка та В. К. Хільчевського «Радіоактивність природних вод» [28]. А у 1995 р. ці автори опублікували фундаментальну роботу з гідрохімії України, яка була рекомендована як підручник для студентів [29]. У ній вперше на пострадянському просторі охарактеризовано формування хімічного складу води різних водних об'єктів цілої країни (річки, водосховища, озера, підземні води, моря). У 1997 р. вийшов перший україномовний підручник «Загальна гідрохімія» [30]. Результати прикладних досліджень якості води джерел водопостачання в Україні покладено в основу підручника В. К. Хільчевського «Водопостачання і водовідведення: гідроекологічні аспекти» [31]. У

1980-1990 рр. актуально постало завдання вивчення якості води водойм-охолоджувачів АЕС. Ці питання у проблемній лабораторії гідрохімії розробляв М. І. Ромась зі своєю групою, виконуючи дослідження в Україні на Чорнобильській, Хмельницькій, Рівненській, Запорізькій, Південно-Українській АЕС, а також на Смоленській АЕС (Росія). Згодом виконані ним узагальнення було опубліковано у монографії [32].

На сьогодні наукова школа гідрохімії та гідроекології, заснована професором В. І. Пелешенком у 1970-і рр., входить до переліку офіційно затверджених наукових шкіл Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Науковими керівниками цієї школи є завідувач кафедри гідрології та гідроекології, доктор географічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України В. К. Хільчевський та доктор географічних наук, професор кафедри О. Г. Ободовський. Основні напрямки досліджень: розробка основ гідрохімії регіональних басейнових систем (В. К. Хільчевський); руслові процеси на річках України (О. Г. Ободовський); ландшафтно-гідрологічні дослідження гідрологічного режиму річок в умовах кліматичних змін (доктор географічних наук, професор В. В. Гребінь). У дослідженнях останнього періоду, пов'язаних з імплементацією положень Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України, поєднуються зусилля провідних вчених кафедри та їхніх молодших колег (О. І. Лук'янець, О. С. Коноваленко, К. Ю. Данько та ін.).

Розробку основ гідрохімії регіональних басейнових систем розпочато В. К. Хільчевським у 1986 р. з досліджень на експериментальних водозборах водобалансових станцій у різних природних зонах України (Придеснянській, Богуславській та Велико-Анадольській водобалансових станціях). При цьому враховувався агрохімічний фон водозборів, який впливав на винос хімічних речовин з річковим стоком як біогенних елементів, так і головних іонів [33]. В результаті проведення кількох десятків експедицій та стаціонарних спостережень було розроблено модель гідрохімічних досліджень регіональних басейнових систем, яка включає наступні складові: малий експериментальний водозбір – мала річка – середня річка – велика річка. На початкових етапах превалюють експериментальні та експедиційні гідрохімічні дослідження, на завершальних – гідрохімічні зйомки та використання даних галузевих

моніторингів якості вод. Згодом дослідженнями було охоплено басейни середніх та великих річок. Дослідження включають такі питання: вивчення загальних закономірностей формування хімічного складу поверхневих вод; виявлення регіональних відмінностей; встановлення локальних проявів природного та антропогенного впливу на якість вод. Зокрема, під керівництвом В. К. Хільчевського було виконано дослідження впливу сульфатного карсту та господарської діяльності на хімічний склад природних вод у басейні Дністра [34, 35], впливу агрофону на гідрохімію схилових водотоків [36], особливостей формування якості вод транскордонного басейну Західного Бугу [37], гідрохімічних аспектів мінімального стоку річок басейну Дніпра [38] та різних видів антропогенного впливу на якість річкових вод його зарегульованих притоків [39-42]. Значною мірою ці нароби В. К. Хільчевським було узагальнено у новому підручнику з основ гідрохімії у 2012 р. [43] та у розроблених спільно з колегами з Українського гідрометеорологічного інституту (під керівництвом В. І. Осадчого) картах якості поверхневих вод у «Національному атласі України» [44].

Дослідження руслових процесів, які виконує на кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету О. Г. Ободовський, охоплюють такі питання: вивчення умов руслоформування річок; дослідження річкових наносів, їх крупності та стоку; визначення багаторічних руслових деформацій; вивчення типів руслового процесу [45, 46]. Встановлено залежність для визначення нерозмивних та розмивних швидкостей на ділянках річок з відсутньою інформацією про крупність донних наносів. Даний спосіб дозволяє здійснювати попередні прогностичні оцінки розвитку руслових процесів (прояв ерозії чи акумуляції).

Під керівництвом О. Г. Ободовського виконано гідроморфологічні дослідження річок Українських Карпат, а також басейну Прип'яті з метою виділення водних масивів згідно ВРД ЄС. За останні 10 років проведено 15 експедицій, обслідувано понад 80 річок. [47-50]. Сучасна бюджетна тематика, яка виконується у науково-дослідному секторі кафедри, присвячена оцінці гідроенергетичного потенціалу річок Українських Карпат» (2014-2015 рр.) та річок басейну Дніпра в межах України (2016-2017 рр.). Вже отримано чотири патенти на корисні моделі.

Ландшафтно-гідрологічні дослідження гідрологічного режиму річок в умовах кліматичних змін започатковано на кафедрі гідрології та гідроекології В. В. Гребенем [51]. Ним застосовано

методологію ландшафтно-гідрологічного аналізу для дослідження водного режиму річок України. Для цього розроблено ієрархічну класифікацію ландшафтно-гідрологічних систем різного рангу з виділенням двох головних рівнів ландшафтно-гідрологічної диференціації – зонального та провінційного з визначенням первинних та вторинних чинників стокоутворення в межах України. Обґрунтовано вибір часових меж періоду зміненого гідрологічного режиму річок країни (з 1989 р.) шляхом аналізу багаторічних коливань середньої річної температури повітря в межах країни. Встановлено, що зміни складників водно-теплого балансу зумовили вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку. Змінився також термічний та льодовий режим річок [52].

На кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету в останні роки виконуються дослідження, пов'язані з імплементацією положень Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС та інших водних директив Європейського Союзу у практику водного господарства України. За участю В. В. Гребеня та В. К. Хільчевського у 2013 р. було розроблено схеми гідрографічного та водогосподарського районування території України [53], які було офіційно затверджено у 2016 р. на законодавчому рівні та введено до Водного кодексу України. Видано сучасний довідник по водосховищах і ставках, як частині водного фонду України [54], та монографію з наукових засад раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом [55].

Із 1993 р. у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка діє спеціалізована вчена рада із захисту докторських і кандидатських дисертацій (спеціальності – «гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» та «метеорологія, кліматологія, агрометеорологія»). Базою для неї слугує кафедра гідрології та гідроекології. Голови спецради: В. І. Пелешенко (1993-2003 рр.), В. К. Хільчевський – із 2003 р.

У 2000 р. на кафедрі гідрології та гідроекології Київського університету засновано періодичний науковий збірник «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія» (головний редактор – В. К. Хільчевський), який було включено до переліку фахових видань ВАК України (вже вийшло понад 40 випусків) [56]. У 2001 р. започатковано проведення Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (всього відбулося шість конференцій у різних містах) [57].

3.3 Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Одним з перших напрямків наукових досліджень в галузі гідрології на кафедрі гідрології та кліматології (початкова назва кафедри) географічного факультету було вивчення водного режиму та паводків на Карпатських річках (починаючи від 1950-х рр.). Зокрема, великі експедиційні та узагальнюючі роботи стосовно зон затоплення та дії історичних паводків було виконано у 1960-х рр. під керівництвом доцента Ю. О. Десва. Від кінця 1960-х рр. М. І. Кирилук розпочав дослідження водного балансу водозборів річок Українських Карпат, яке завершив у 1989 р. захистом докторської дисертації у Державному гідрологічному інституті (м. Санкт – Петербург) [58]. У 1990 рр. дослідженнями паводкового стоку малих річок регіону займався В. Г. Явкін.

Сьогодні провідним напрямком досліджень на кафедрі гідрометеорології та водних ресурсів є вивчення руслових процесів річок Карпато-Подільського регіону України, яке розпочалося ще у 1960 рр. під керівництвом доцента Є. П. Матвеевої. Згодом дослідженнями руслових процесів почав займатися Ю. С. Ющенко, який у 2005 р. захистив докторську дисертацію на цю тему [59]. Під його керівництвом захищено низку кандидатських дисертацій. Дослідженнями охоплено весь Карпато-Подільський регіон. Але більш детально вивчаються басейнові системи Верхнього Пруту та Сірету. Значна увага також приділяється напівгірським руслам. Прикладні аспекти руслових досліджень у теперішній час значно пов'язані з проблемами, що виникають внаслідок відбору алювію з русел та заплавл. Інформація, висновки та рекомендації кафедри неодноразово використовувались Чернівецькою обласною радою народних депутатів, іншими органами влади та державними установами.

Важливим науковим напрямком на кафедрі гідрометеорології та водних ресурсів є також дослідження гідрохімічного режиму річок та якості водних ресурсів. Цей напрямок значного розвитку досяг на початку ХХІ ст. Вивчаються питання умов формування та особливості гідрохімічного режиму річок басейнів Верхнього Сірету, Пруту та Дністра [35]; процеси формування та показники якості річкових вод; гідрохімічний режим вод урбанізованих територій [60]; особливості формування якості питної води на території міста Чернівці [61].

3.4 Дніпровський національний університет імені Олеса Гончара

Наукові дослідження кафедри гідрометеорології та геоєкології є логічним продовженням гідроекологічного напрямку, який був започаткований в університеті на кафедрі геоєкології та раціонального природокористування з 1991 р. Розвивалася наступна традиційна тематика. **1).** Дослідження змін еколого-геохімічних умов формування основних міграційних потоків у ландшафтах, як наслідок техногенних впливів. Виконано еколого-геохімічну оцінку стану якості річкових вод регіону з виділенням геохімічних аномалій. **2).** Оцінка схилового стоку на антропогенно перетворених територіях міської забудови, сільськогосподарського виробництва, промисловості. Виявлено збільшення показників схилового стоку за рахунок господарської діяльності у басейні р. Самара на 43 % [62]. **3).** Оцінка гідрохімічних умов гірничо-видобувних регіонів області (Кривбас та Західний Донбас). Визначено ступінь техногенної метаморфізації хімічного складу води водних об'єктів, теоретично обґрунтовано та визначено напрямки розвитку гідрохімічних процесів для досягнення гідрохімічних рівноваг [63]. **4).** Визначення шляхів мінімізації впливу скиду стічних та зворотніх вод на хімічний склад води річок. Розроблено математичну модель процесу змішування річкових та зворотніх вод по довжині річки та досліджено оптимальний варіант функціонування природно-техногенної системи "шахта – ставко-накопучувач – водойма" з урахуванням лімітуючих факторів.

3.5 Національний університет водного господарства та природокористування

Наукова робота на кафедрі водогосподарської екології, гідрології та гідравліки проводиться за такими основними напрямками: гідрометеорологічні дослідження басейнів річок Західного Полісся та Українських Карпат, водогосподарсько-екологічна оцінка басейнів річок України [64], гідравліка водогосподарських об'єктів. Розроблено нормативні правила експлуатації для Дністровського, Стеблівського, Корсунь-Шевченківського водосховищ. Розроблено концепцію впорядкування використання та охорони водних ресурсів у заплаві р. Дніпро від гирла р. Десна до гирла р. Стугна.

4. ВИСНОВКИ

1. Основними глобальними напрямками сучасної гідрології є: а) дослідження можливих змін у гідросфері в умовах змін клімату та розробка методів їхнього прогнозу; б) дослідження абіотичних компонентів водного середовища та їхньої взаємодії з водною біотою та діяльністю людини в рамках гідроекології (аквальної екології) як частини комплексної науки геоекології.

2. Гідрологічна наука в університетах України має давні традиції, які формувалися вже близько сторіччя. В цілому, як видно зі статті, вона на сьогоднішній день розвивається в мейнстрімі світової гідрології.

3. Перспективи розвитку гідрологічної науки тісно пов'язані з перспективами розвитку економіки держави. Наприклад, невирішеним тривалий час на державному рівні залишається питання прийняття нормативних документів щодо проектування, будівництва та експлуатації гідротехнічних споруд, у розробці яких брав участь Одеський державний екологічний університет.

4. Українські гідрологи мають тісніше співпрацювати з міжнародними інституціями над спільними науковими проектами, використовуючи цей досвід для переорієнтації на міжнародні стандарти гідрометеорологічних досліджень.

5. Необхідно ширше запроваджувати в практику вітчизняних гідрологічних досліджень нормативи Європейського Союзу, які стосуються якості води та управління водними ресурсами.

6. Суттєві коливання кліматичних умов, що відбуваються протягом останніх десятиріч потребують вирішення проблем оцінки зміни гідрологічного режиму водних об'єктів України та довгострокового прогнозу кількісних та якісних характеристик водних ресурсів.

7. Завдання університетів полягають не лише в активізації наукових досліджень, а й у підвищенні ефективності підготовки фахівців-гідрологів у зв'язку з входженням гідрології у спеціальність «Науки про Землю» (2015 р.), що потребує поглиблення інтеграції з вченими суміжних дисциплін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока // Труды ОГМИ. 1949. Вып. 4. С. 33-177.
- Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока. Ч. 2. // Труды ОГМИ. 1958. Вып. 14. 309 с.
- Гушля А. В., Мезенцев В. С. Воднобалансовые исследования. Киев: Вища школа, 1982. 229 с.
- Бефани Н. Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих зависимостей. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 181 с.
- Гринвальд Д. И. Турбулентность русловых потоков. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. 166 с.
- Бефани А. Н., Бефани Н. Ф., Гопченко Е. Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. Обнинск, 1977. 60 с.
- Бефани А. Н. Вопросы региональной гидрологии. Паводочный сток. Киев, 1989. 131 с.
- Одрова Т. В. Гидрофизика водоемов суши. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 311 с.
- Бефани Н. Ф., Калинин Г. П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. 389 с.
- Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины: моногр. Одесса: ТЭС, 2002. 110 с.
- Гопченко Е. Д., Романчук М. Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. Киев: КНТ, 2005. 148 с.
- Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Киев: КНТ, 2005. 188 с.
- Гопченко Е. Д., Овчарук В. А., Шакірзанова Ж. Р. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: моногр. Одеса: Екологія, 2011. 336 с.
- Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: моногр. / под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко. Одесса: ТЭС, 2012. 224 с.
- Гопченко Е. Д., Гопцій М. В. Максимальний стік дощових паводків у Прикарпатті: моногр. Одеса: ТЕС, 2015. 125 с.
- Шакірзанова Ж. Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: моногр. Одеса: ФОП Бондаренко М. О., 2015. 252 с.
- Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: моногр. / за ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с.
- Гопченко Е. Д., Кічук Н. С., Овчарук В. А. Максимальний стік дощових паводків на річках Півдня України: моногр. Одеса: ТЕС, 2016. 212 с.
- Овчарук В. А., Гопченко Е. Д., Траскова А. В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер: моногр. Одеса: ТЭС, 2017. 252 с.
- Лобода Н. С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Одесса: Экология, 2005. 208 с.
- Лобода Н. С. Оцінка стану водних ресурсів України в умовах змін регіонального клімату та їх вплив на економіку України // В кн. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса. Екологія, 2011. С.566-605.
- Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману / за ред. Ю. С. Тучковенка, Н. С. Лободи. Одеса: ТЕС, 2014. 276 с.
- Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін.; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС,

2015. 520 с.
24. Пелешенко В. И. Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины). Киев: Вища школа, 1975. 168 с.
 25. Карты поверхностных вод Украины / Пелешенко В. И., Закревский Д. В., Горев Л. Н., Хильчевский В. К. и др. // Гидрохимический атлас СССР / под ред. А. М. Никанорова. Москва: ГУГК, 1990. С. 58-65.
 26. Горев Л. Н., Пелешенко В. И. Основы мелиоративной гидрохимии: учебник. Киев: Вища школа, 1991. 423 с.
 27. Горев Л. М. Основы моделирования в гидроэкологии: підручник. Київ: Либідь, 1996. 336 с.
 28. Горев Л. М., Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Радиоактивность природных вод: підручник. Київ: Вища школа, 1993. 174 с.
 29. Горев Л. М., Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Гидрохимия Украины: підручник. Київ: Вища школа, 1995. 307 с.
 30. Пелешенко В. И., Хильчевский В. К. Загальна гідрохімія: підручник. Київ: Либідь, 1997. 384 с.
 31. Хильчевский В. К. Водопостачання і водовідведення - гідроекологічні аспекти: підручник / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1999. 319 с.
 32. Ромась М. І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 2003. 532 с.
 33. Хильчевский В. К. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1996. 222 с.
 34. Аксьом С. Д., Хильчевский В. К. Вплив сульфатного карсту на хімічний склад природних вод у басейні Дністра. Київ: Ніка-Центр, 2002. 204 с.
 35. Гідрохімічний режим та якість поверхневих вод басейну Дністра на території України / Хильчевский В. К., Гончар О. М., Забокрицька М. Р. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. А. Сташука. Київ: Ніка-Центр, 2013. 180 с.
 36. Будник С. В., Хильчевский В. К. Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков. Киев: Обрії, 2005. 368 с.
 37. Забокрицька М. Р., Хильчевский В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ: Ніка-Центр, 2006. 184 с.
 38. Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. / Хильчевский В. К., Ромась І. М., Ромась М. І. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2007. 184 с.
 39. Гідроекологічний стан басейну річки Россь / Хильчевский В. К., Курило С. М., Дубняк С. С. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2009. 115 с.
 40. Гідроекологічний стан басейну Горині (в районі Хмельницької АЕС) / Хильчевский В. К., Ромась М. І., Чунарьов О. В. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського. Київ: Ніка-Центр, 2011. 176 с.
 41. Хильчевский В. К., Кравчинський Р. Л., Чунарьов О. В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-Центр, 2012. 180 с.
 42. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України / Хильчевский В. К., Винарчук О. О., Гончар О. М. та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. А. Сташука. Київ: Ніка-Центр, 2014. 230 с.
 43. Хильчевский В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основы гидрохимии: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 326 с.
 44. Карти екологічної оцінки якості поверхневих вод / Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б., Хильчевский В. К. та ін. // Національний атлас України / за ред. Л. Г. Руденка. Київ: Картографія, 2007. С. 181, 409-410.
 45. Ободовський О. Г. Руслові процеси: навч. посібник / Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 1998. 134 с.
 46. Ободовський О. Г. Гідролого-екологічна оцінка руслових процесів (на прикладі річок України). Київ: Ніка-центр, 2001. 274 с.
 47. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами в бассейне р. Припять / под ред. М. Ю. Калинина, А. Г. Ободовского. Минск: Белсэнь, 2003. 269 с.
 48. Ободовський О. Г. Ярошевич О. С. Гідроморфологічна оцінка якості річок басейну Верхньої Тиси. Київ: Інтердрук, 2006. 70 с.
 49. Руслові процеси річки Лімниця / за ред. О. Г. Ободовського. Київ: Ніка-Центр, 2010. 256 с.
 50. Ободовський О. Г., Онищук В. В., Розлач З. В. Латориця: гідрологія, гідроморфологія, руслові процеси / за ред. О. Г. Ободовського; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ: Київський ун-т, 2012. 319 с.
 51. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
 52. Струтинська В. М., Гребінь В. В. Термічний і льодовий режими річок басейну Дніпра з другої половини ХХ ст. Київ: Ніка-Центр, 2010. 196 с.
 53. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу / Гребінь В. В., Мокін В. Б., Сташук В. А., Хильчевский В. К. та ін. Київ: Інтерпрес, 2013. 55 с.
 54. Водний фонд України: Штучні водойми - водосховища і ставки: довідник / Гребінь В. В., Хильчевский В. К., Сташук В. А., та ін.; за ред. В. К. Хильчевського, В. В. Гребеня. Київ: Інтерпрес, 2014. 164 с.
 55. Наукові засади раціонального використання водних ресурсів України за басейновим принципом / Сташук В. А., Мокін В. Б., Гребінь В. В., Чунарьов О. В.; за ред. В. А. Сташука. Херсон: Гринь, 2014. 320 с.
 56. Хильчевский В. К., Ободовський О. Г., Гопченко Є. Д. Університетська гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: проблеми сталого розвитку // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2005. Т. 7. С. 9-24.
 57. Хильчевский В. К., Курило С. М. Методичні та регіональні аспекти дослідження трансформації хімічного складу річкових вод України // Матеріали 6-ї Всеукр. наук. конференції з міжнародною участю: Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології. Дніпропетровськ: Акцент, 2014. С. 292-294.
 58. Кирилюк М. І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат. Чернівці: Рута, 2001. 246 с.
 59. Ющенко Ю. С. Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. Чернівці: Рута, 2005. 320 с.
 60. Николаєв А. М. Гідрологічний та гідрохімічний режими малих річок урбанізованої території / Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2016. 132 с.
 61. Шевчук Ю. Ф., Явкін В. Г., Шевчук А. Ю. Якість питної води в системі джерело-споживач: навч. посібник / Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці, 2013. 152 с.
 62. Гідрометеорологічні аспекти техногенного впливу на довкілля Дніпропетровської області / Шерстюк Н. П., Горб А. С., Довганенко Д. О. та ін. Дніпропетровськ: Акцент, 2014. 231 с.
 63. Шерстюк Н. П., Хильчевский В. К. Особливості гідрохімічних процесів у техногенних та природних водних об'єктах Кривбасу. Дніпропетровськ: Акцент,

2012. 263 с.

64. Яцук А. В. Екологія водокористування. Водогосподарська екологія: у 4-х томах. Київ: Генеза, 2003. Т. 3. 496 с.

REFERENCES

1. Befani A. N. Basic theory of storm water. *Trudy OGMI – Proceedings OGMI*. Odessa, 1949, issue 4., pp. 33-177. (In Russian).
2. Befani A. N. Basic theory of storm water Part 2. *Trudy OGMI – Proceedings OGMI*. Odessa, 1958, issue 14. 309 p.
3. Gushlya A. V., Mezentshev V. S. *Vodnobilansovye isledovaniya* [Research of the Water balance]. Kiev: High School, 1982. 229 p. (In Russian).
4. Befani N. F. *Prognozirovanie dozhdevykh pavodkov na osnove territorial'no obshchih zavisimostey* [Forecasting of the rain floods based on geographically general dependencies]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 181 p.
5. Grinval'd D. I. *Turbulentnost' ruslovykh potokov* [Turbulence of channel flows]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. 166 p.
6. Befani A. N., Befani N. F., Gopchenko E. D. *Regional'nye modeli formirovaniya pavodochnogo stoka na territorii SSSR* [Regional models of the formation of the flood flow in the territory of the USSR]. Obninsk, 1977. 60 p.
7. Befani A. N. *Voprosy regional'noy gidrologii. Pavodochnyy stok* [Issues of the regional hydrology. Flow flood]. Kiev, 1989. 131 p.
8. Odrova T. V. *Gidrofizika vodoemov sushy* [Hydrophysics of the reservoirs of the land]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 311 p.
9. Befani N. F., Kalinin G. P. *Uprazhneniya i metodicheskie razrabotki po gidrologicheskim prognozam* [Exercises and methodological inventions on hydrological forecasts]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 389 p.
10. Gopchenko E. D., Ovcharuk V. A. *Formirovanie maksimal'nogo stoka vesennego polovod'ya v usloviyah yuga Ukrainy* [Formation of the maximum spring runoff in the conditions of the south of Ukraine]. Odessa State Environmental University. Odessa: TES, 2002. 110 p.
11. Gopchenko E. D., Romanchuk M. E. *Normirovanie harakteristik maksimal'nogo stoka vesennego polovod'ya na rekah Prichernomorskoy nizmennosti* [Normalization of the characteristics of the maximum runoff of spring water on the rivers of the Black Sea lowland]. Kiev: CST., 2005. 148 p.
12. Gopchenko E. D., Loboda N. S. *Vodnye resursy severo-zapadnogo Prichernomor'ya (v estestvennykh i narushennykh hozyaystvennoy deyatel'nost'yu usloviyah)* [Water resources of the northwestern Black Sea (in natural conditions and conditions violated by anthropogenic activities)]. Kiev: CST, 2005. 188 p.
13. Gopchenko E. D., Ovcharuk V. A., Shakirzanova Zh. R. *Rozrakhunky ta dovhostrokovi prohnozy kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya v baseyni r. Pryp'yat'* [Calculations and long-term forecasts features of maximum flow spring flood in the Pripyat basin]. Odessa: Ecology, 2011. 336 p.
14. Tuchkovenko Yu. S., Gopchenko E. D. *Aktual'nye problemy limanov severo-zapadnogo Prichernomor'ya* [Actual problems of the estuaries of the north-western Black Sea region]. Odessa: TES, 2012. 224 p.
15. Gopchenko E. D., Hoptsiy M. V. *Maksimal'nyy stik doshchovykh pavodkiv u Prykarpatti* [Maximum runoff of rain floods in the Carpathian region]. Odessa: TES, 2015. 125 p.
16. Shakirzanova Zh. R. *Dovhostrokove prohnozuvannya kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya rivnyynykh richok ta estuariyiv terytoryi Ukrainy* [Long-term forecasting characteristics of maximum flow spring flood plains of rivers and estuaries in Ukraine]. Odessa: FOP Bondarenko M. O., 2015. 252 p.
17. Loboda N. S., Gopchenko E. D. (Eds). *Vodnyy rezhym ta hidroekologichni kharakterystyky Kuyal'nyts'koho lymanu* [Water regime and hydroecological characteristics of the Kuyalnik estuary]. Odessa: TES., 2016. 332 p.
18. Gopchenko E. D., Kichuk N. S., Ovcharuk V. A. *Maksimal'nyy stik doshchovykh pavodkiv na richkakh Pivdnya Ukrainy* [Maximum runoff of rain floods on the rivers of the south of Ukraine]. Odessa: TES., 2016. 212 p.
19. Ovcharuk V. A., Gopchenko E. D., Traskova A. V. *Normuvannya kharakterystyk maksimal'nogo stoku vesnyanoho vodopillya v baseyni richky Dniester* [Rationing of the characteristics of the maximum spring runoff in the Dniester River basin.]. Odessa: TES, 2017. 252 p.
20. Loboda N. S. *Raschety i obobshheniya harakteristik godovogo stoka rek Ukrainy v usloviyah antropogennogo vliyaniya* [Calculations and generalizations of the characteristics of the annual runoff of the rivers of Ukraine under anthropogenic influence]. Odessa: Ecology, 2005. 208 p.
21. Loboda N. S. Assessment of Water Resources of Ukraine in a changing regional climate and its impact on the economy of Ukraine. *V kn. Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [In the book. Assessing the impact of climate change on the field of economy of Ukraine]. Odessa: Ecology, 2011, pp. 566-605. (In Ukrainian)
22. Tuchkovenko Yu. S., Loboda N. S. (Eds). *Vodni resursy ta hidroekologichniy stan Tylihul'skoho lymanu* [Water resources and hydroecological state of the Tiligul estuary]. Odessa: TES, 2014. 276 p.
23. Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M., Loboda N. S. et al. *Klimatichni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climate change and its impact on sectors of the economy of Ukraine]. Odessa: TES, 2015. 520 p. (Ed: Stepanenko S. M., Pol'ovyy A. M.).
24. Peleshenko V. I. *Otsenka vzaimosvyazi himicheskogo sostava razlichnykh tipov prirodnih vod (na primere ravninnoy chasti Ukrainy)* [Evaluation of the relationship between the chemical composition of various types of natural waters (for example, the plains of Ukraine)]. Kyiv: High School, 1975. 168 p.
25. Peleshenko V. I., Zakrevskiy D. V., Gorev L. N., Hil'chevskiy V. K. *Maps of the surface water of Ukraine. Hydrochemical Atlas of the USSR*. Moscow: MDGC, 1990, pp. 58-65. (Ed: Nikanorov A. M., in Russian).
26. Gorev L. N., Peleshenko V. I. *Osnovy meliorativnoy gidrohimii* [Fundamentals of meliorative hydrochemistry]. Kyiv: High School, 1991. 423 p.
27. Horyev L. M. *Osnovy modelyuvannya v hidroekologiyi* [Fundamentals of modeling in hydroecology]. Kyiv: Lybid, 1996. 336 p.
28. Horyev L. M., Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Radioaktyvnist' pryrodnykh vod* [Radioactivity of Natural waters]. Kyiv: High School, 1993. 174 p.
29. Horyev L. M., Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Hidrokhimiya Ukrainy* [Hydrochemistry of Ukraine]. Kyiv: High School, 1995. 307 p.
30. Peleshenko V. I., Khil'chevskyy V. K. *Zahal'na hidrokhimiya* [General Hydrochemistry]. Kyiv: Lybid, 1997. 384 p.
31. Khil'chevskyy V. K. *Vodopostachannya i vodovidvedennya*

- hidroekologichni aspekty* [Water supply and water disposal - hydroecological aspects]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1999. 319 p.
32. Romas' M. I. *Hidrokhimiya vodnykh ob'ektiv atomnoyi i teplovoi enerhetyky* [Hydrochemistry of water objects of nuclear and thermal power engineering]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 2003. 532 p.
 33. Khil'chevs'kyy V. K. *Rol' ahrokhimichnykh zasobiv u formuvanni yakosti vod baseynu Dnipro* [The role of agrochemicals in the formation of water quality in the Dnipro Basin]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1996. 222 p.
 34. Aks'om S. D., Khil'chevs'kyy V. K. *Vplyv sul'fatnoho karstu na khimichnyy sklad pryrodnykh vod u baseyni Dnistra* [Effect of sulfate karst on the chemical composition of natural waters in the Dniester Basin]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2002. 204 p.
 35. Khil'chevs'kyy V. K., Honchar O. M., Zabokryts'ka M. R. et al. *Hidrokhimichnyy rezhym ta yakist' poverkhnevnykh vod baseynu Dnistra na terytoriyi Ukrayiny* [Hydrochemical regime and quality of surface waters of the Dniester Basin in Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2013. 180 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A.).
 36. Budnik S. V., Khil'chevs'kyy V. K. *Gidrodinamika i gidrokhimiya sklonovykh vodotokov* [Hydrodynamics and hydrochemistry of slope watercourses]. Kiev: Obriyi, 2005. 368 p.
 37. Zabokryts'ka M. R., Khil'chevs'kyy V. K., Manchenko A. P. *Hidroekologichnyy stan baseynu Zakhidnoho Buhu na terytoriyi Ukrayiny* [Hydroecological state of the Western Bug river basin on the territory of Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2006. 184 p.
 38. Khil'chevs'kyy V. K., Romas' I. M., Romas' M. I. et al. *Hidroloho-hidrokhimichna kharakterystyka minimalnoho stoku richok baseynu Dnipro* [Hydrological and hydrochemical characteristics of the minimal runoff of the rivers of the Dnipro basin]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2007. 184 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 39. Khil'chevs'kyy V. K., Kurylo S. M., Dubnyak S. S. et al. *Hidroekologichnyy stan baseynu richky Ros'* [Hydroecological state of the basin of the river Ros]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2009. 115 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 40. Khil'chevs'kyy V. K., Romas' M. I., Chunar'ov O. V. et al. *Hidroekologichnyy stan baseynu Horyni (v rayoni Khmel'nyts'koyi AES)* [Hydroecological state of the Goryn River basin (near Khmelnitsky NPP)]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2011. 176 p. (Ed: Khil'chevs'kyy V. K.).
 41. Khil'chevs'kyy V. K., Kravchyn's'kyy R. L., Chunar'ov O. V. *Hidrokhimichnyy rezhym ta yakist' vody Inhul'tsya v umovakh tekhnogenezu* [Hydrochemical regime and water quality of Inhulets in technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2012. 180 p.
 42. Khil'chevs'kyy V. K., Vynarchuk O. O., Honchar O. M. et al. *Hidrokhimiya richok Livoberezhnoho lisostepu Ukrayiny* [Hydrochemistry of the rivers of the Left-bank forest-steppe of Ukraine]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2014. 230 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A.).
 43. Khil'chevs'kyy V. K., Osadchyy V. I., Kurylo S. M. *Osnovy gidrokhimiyi* [Basics of hydrochemistry]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2012. 326 p.
 44. Osadchyy V. I., Osadcha N. M., Nabyvanets' Yu. B., Khil'chevs'kyy V. K. et al. *Maps of environmental assessment of surface water quality. National Atlas of Ukraine*. Kyiv: Kartohrafiya, 2007, pp. 181, 409-410. (Ed: Rudenko L. H.).
 45. Obodov's'kyy O. H. *Ruslovi protsesy* [Riverbed processes]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 1998. 134 p.
 46. Obodov's'kyy O. H. *Hidroloho-ekologichna otsinka ruslovykh protsesiv (na prykladi richok Ukrayiny)* [Hydrological and ecological assessment of riverbed processes (by the example of the rivers of Ukraine)]. Kyiv: Nika-Tsentr., 2001. 274 p.
 47. Kalinin M. Ju., Obodovskiy A. G. (Eds). *Monitoring, ispol'zovanie i upravlenie vodnymi resursami v bassejne r. Pripjat'* [Monitoring, use and management of water resources in the basin of the river Pripyat']. Minsk: Belsens, 2003. 269 p.
 48. Obodov's'kyy O. H., Yaroshevych O. Ye. *Hidromorfologichna otsinka yakosti richok baseynu Verkhn'oyi Tysy* [Hydromorphological assessment of the quality of the rivers in the Upper Tisza basin]. Kyiv: Interdruk, 2006. 70 p.
 49. Obodov's'kyy O. H. (Ed.) *Ruslovi protsesy richky Limnytsya* [Channel processes of the river Limnica]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 256 p.
 50. Obodov's'kyy O. H., Onyshchuk V. V., Rozlach Z. V. *Latorysya: hidrolohiya, hidromorfologiya, ruslovi protsesy* [Latoritsa: hydrology, hydromorphology, channel processes]. Taras Shevchenko Nat. Un-ty of Kyiv. Kyiv: Kyiv. University, 2012. 319 p. (Ed: Obodov's'kyy O. H.).
 51. Hrebin' V. V. *Suchasnyy vodnyy rezhym richok Ukrayiny (landshaftno-hidrolozhichnyy analiz)* [The current water regime of the rivers of Ukraine (landscape-hydrological analysis)]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 316 p.
 52. Strutyn's'ka V. M., Hrebin' V. V. *Termichnyy i l'odovyy rezhymy richok baseynu Dnipro z druhoi polovyny XX st.* [Thermal and ice regimes of the rivers of the Dnieper basin since the second half of the 20th century]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 196 p.
 53. Hrebin' V. V., Mokin V. B., Stashuk V. A., Khil'chevs'kyy V. K. et al. *Metodyky hidrografichnoho ta vodohospodars'koho rayonuvannya terytoriyi Ukrayiny vidpovidno do vymoh Vodnoyi ramkovoyi dyrektyvy Yevropeys'koho Soyuzu* [Methodology of the hydrodynamic and water supply of the district of Ukraine in accordance with the guidelines of the Water Framework Directive of the European Union]. Kyiv: Interpres, 2013. 55 p.
 54. Hrebin' V. V., Khil'chevs'kyy V. K., Stashuk V. A. et al. *Vodnyy fond Ukrayiny: Shtuchni vodoymy – vodoshkoryshcha i stavky: dovidnyk* [Water fund of Ukraine: Artificial reservoirs - reservoirs and ponds: reference book]. Kyiv: Interpres, 2014. 164 p. (Eds: Khil'chevs'kyy V. K., Hrebin' V. V.).
 55. Stashuk V. A., Mokin V. B., Hrebin' V. V., Chunar'ov O. V. *Naukovi zasady ratsional'noho vykorystannya vodnykh resursiv Ukrayiny za baseynovym pryntsyptom* [Scientific basis of rational use of water resources of Ukraine on basin principle]. Kherson: Grin, 2014. 320 p. (Ed: Stashuk V. A.).
 56. Khil'chevs'kyy V. K., Obodov's'kyy O. H., Gopchenko E. D. *University hydrology, hydrochemistry and hydroecology: problems of steel development. Hydrology, hydrochemistry, hydroecology*, 2005, vol. 7. pp. 9-24. (In Ukrainian).
 57. Khil'chevs'kyy V. K., Kurylo S. M. *Methodical and regional aspects of the study of the transformation of the chemical composition of the river waters of Ukraine. Materials of the 6th All-Ukrainian Scientific Research Institute. Sciences. Conference with international participation: Problems of hydrology, hydrochemistry, hydroecology*. Dnipropetrovsk: Accent, 2014, pp. 292-294. (In Ukrainian)
 58. Kyrylyuk M. I. *Vodnyy balans i yakisnyy stan vodnykh*

- resursiv Ukrayins'kykh Karpat* [Water balance and quality of water resources of the Ukrainian Carpathians]. Chernivtsi: Ruta, 2001. 246 p.
59. Yushchenko Yu. S. *Heohidromorfolohichni zakonomirnosti rozvytku rusel* [Geohydromorphology of the regularities of river beds development]. Chernivtsi: Ruta, 2005. 320 p.
60. Nykolayev A. M. *Hidrolohichnyy ta hidrokhimichnyy rezhymy malykh richok urbanizovanoyi terytoriyi* [Hydrological and hydrochemical regimes of small rivers of urbanized territory]. Yuri Fedkovych Cherniv. Nat. Un-ty. Chernivtsi, 2016. 132 p.
61. Shevchuk Yu. F., Yavkin V. H., Shevchuk A. Yu. *Yakist' pytmoi vody v systemi dzherelo-spozhyvach* [Quality of drinking water in the source-consumer system]. Yuri Fedkovych Cherniv. Nat. Un-ty. Chernivtsi, 2013. 152 p.
62. Sherstyuk N. P., Horb A. S., Dovhanenko D. O. et al. *Hidrometeorolohichni aspekty tekhnohennoho vplyvu na dovkillya Dnipropetrovs'koyi oblasti* [Hydrometeorological aspects of the technogenic impact on the environment of the Dnipropetrovsk region]. Dnipropetrovsk: Accent, 2014. 231 p.
63. Sherstyuk N. P., Khil'chevs'ky V. K. *Osoblyvosti hidrokhimichnykh protsesiv u tekhnohennykh ta pryrodnykh vodnykh ob'yektakh Kryvbassu* [Features of hydrochemical processes in technogenic and natural water bodies of Krivbass]. Dnipropetrovsk: Accent, 2012. 263 p.
64. Yatsyk A. V. *Ekolohiya vodokorystuvannya. Vodohospodars'ka ekolohiya: u 4-kh tomakh. T 3* [Ecology of water use. Water ecology: in 4 volumes, vol. 3]. Kyiv: Genesis, 2003. 496 p.

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА В УКРАИНЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

В. К. Хильчевский¹, д-р геогр. наук,
Е. Д. Гопченко², д-р геогр. наук,
Н. С. Лобода², д-р геогр. наук,
А. Г. Ободовский¹, д-р геогр. наук,
В. В. Гребень¹, д-р геогр. наук,
Ж. Р. Шакирзанова², д-р геогр. наук,
Ю. С. Ющенко³, д-р геогр. наук,
Н. П. Шерстюк⁴, д-р геогр. наук,
В. А. Овчарук², канд. геогр. наук

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,
ул. Владимирская, 64/13, 01601, Киев, Украина, hilchevskiy@ukr.net

²Одесский государственный экологический университет
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, jannetodessa@gmail.com

³Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
ул. Коцюбинского, 2, 58000, Черновцы, Украина, gidroec_cnu@bigmir.net

⁴Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
пр. Гагарина, 72, 49010, Днепр, Украина, sherstuknp@gmail.com

В статье изложена история развития гидрологической науки в высших учебных заведениях Украины, начиная с 1922 г., когда Е. В. Оппоковым впервые в Украине была основана кафедра гидрологии в Киевском политехническом институте, которая прошла непростой путь трансформации к нынешнему времени в Национальном университете водного хозяйства и природопользования (г. Ровно). Отражено развитие гидрологии в Одесском государственном экологическом университете (с 1932 г.), Черновицком национальном университете имени Юрия Федьковича (с 1946 г.), Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко (с 1949 г.), Днепровском национальном университете имени Олеся Гончара (с 2008 г.). Рассмотрены результаты деятельности ученых-гидрологов в этих университетах, особенно одесской научной школы теоретической и прикладной гидрологии и научной школы гидрохимии и гидроэкологии Киевского университета. Показаны перспективные направления исследований университетской гидрологии.

Ключевые слова: университетская гидрология, научная школа, гидрология, гидрохимия

HYDROLOGICAL SCIENCE IN UNIVERSITIES AND PERSPECTIVES OF ITS FURTHER DEVELOPMENT IN UKRAINE

V. K. Khilchevskiy¹, Dr Sci. (Geogr.),
E. D. Gopchenko², Dr Sci. (Geogr.),
N. S. Loboda², Dr Sci. (Geogr.),
O. G. Obodovskiy¹, Dr Sci. (Geogr.),
V. V. Grebin¹, Dr Sci. (Geogr.),
Zh. R. Shakirzanova², Dr Sci. (Geogr.),
Y. S. Yushchenko³, Dr Sci. (Geogr.),
N. P. Sherstyuk⁴, Dr Sci. (Geogr.)
V. A. Ovcharuk², Assoc.Prof.

¹*Taras Shevchenko National University of Kyiv,
64/13, Volodymyrska St., 01601 Kyiv, Ukraine, hilchevskiy@ukr.net*

²*Odessa State Environmental University,
15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, jannetodessa@gmail.com*

³*Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University,
2, Kotsyubynsky St., 58012 Chernivtsi, Ukraine, gidroec_cnu@bigmir.net*

⁴*Oles Honchar Dnipro National University,
72, Gagarina St., 49010 Dnipro, Ukraine, sherstuknp@gmail.com*

Development of the Hydrology in universities of Ukraine is the formation and development of scientific schools, which promote of the better training of professionals.

Purpose of the article - to show the history of hydrological science in higher educational institutions of Ukraine, the formation of scientific schools, their achievements and problems, outline prospects for the development of Hydrology in universities .

The article presents the history of hydrological science in higher educational institutions of Ukraine since 1922, when E. Oppokov first time in Ukraine established the Department of Hydrology at the Kiev Polytechnic Institute, that passed difficult path of transformation and now is presented at the National University of Water Management and Nature (Rivne). It was described the development of hydrology at the Odessa State Environmental University (since 1932), Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University (since 1946), Taras Shevchenko National University of Kyiv (since 1949), Oles Gonchar Dnipro National University (since 2008). The results of the work of scientists hydrologists at these universities, especially Odessa scientific school of theoretical and applied hydrology and Kiev University scientific school of hydrochemistry and hydroecology was considered.

Hydrological Sciences at the Universities of Ukraine have a long tradition that has formed during last century. In general, it is today developing in the mainstream global hydrology. Prospects of Hydrological Sciences is closely linked to prospects of the national economy. Ukrainian hydrologists must work more closely with international institutions on joint research projects. The task of universities is not only intensify research, but also in improving the training of specialists hydrologists from the time when hydrology was included in "Earth Sciences".

Keywords: University hydrology, scientific school, hydrology, hydrochemistry, hydroecology

Дата першого подання: 03. 05. 2017

Дата надходження остаточної версії: 14. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017

УДК 551.464

**ОДЕСЬКИЙ НАУКОВИЙ КЛАСТЕР ОКЕАНОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ:
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

Ю. С. Тучковенко¹, д-р геогр. наук, **Б. Г. Александров**², д-р біол. наук, чл.-кор. НАНУ,
О. Р. Андріанова³, д-р геогр. наук, **М. Ф. Голодов**⁴, канд. техн. наук,
В. М. Коморін⁵, канд. геогр. наук, **О. С. Матигін**⁶, канд. фіз.-мат. наук,
Г. Г. Мінічева², д-р біол. наук, **Ю. І. Попов**⁴, канд. геогр. наук

¹ *Одеський державний екологічний університет,*

вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна, science@odeku.edu.ua

² *Інститут морської біології Національної академії наук України*

вул. Пушкінська, 37, 65011, Одеса, Україна, imb@nas.gov.ua

³ *Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України,*

вул. Преображенська, 3, 65082, Одеса, Україна, info@ogamgi.org.ua

⁴ *Філія Одеський район Держгідрографії,*

Провулок Маячний, 5, 65038, Одеса, Україна, office@hydro.od.ua

⁵ *Український науковий центр екології моря,*

Французький бульвар, 89, 65009, Одеса, Україна, assem@te.net.ua

⁶ *Гідрометцентр Чорного та Азовського морів,*

Французький бульвар, 89, 65009, Одеса, Україна, pgdgmcham@meteo.gov.ua

Представлений огляд сучасного стану та перспектив розвитку океанографічних досліджень, які виконуються у спеціалізованих установах – складових Одеського наукового кластеру: Українському науковому центрі екології моря, Інституті морської біології НАН України, філії Одеський район Держгідрографії, Гідрометцентрі Чорного та Азовського морів, Одеському державному екологічному університеті, Відділенні гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України. Зроблений висновок, що після втрати Україною Кримського наукового океанографічного кластеру, Одеський кластер залишився єдиним в Україні центром, структурні одиниці якого мають практичний досвід морських досліджень, науковий потенціал, наукові та науково-методичні розробки, інфраструктуру для реалізації завдань Морської доктрини України на період до 2035 року у питаннях пов'язаних з океанографічним забезпеченням морегосподарської діяльності, сталого розвитку України як морської держави.

Ключові слова: океанографія, науковий кластер, Одеса, сучасний стан, перспективи.

1. ВСТУП

Україна у спадок від Радянського Союзу отримала два потужних регіональних наукових кластерів здатних виконувати повний комплекс океанографічних досліджень у будь-якому районі Світового океану – Кримський та Одеський. Основу Кримського наукового кластеру склали Морський гідрофізичний інститут НАН України та Інститут біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАН України (м. Севастополь), Південний науково-дослідний інститут морського рибного господарства та океанографії (м. Керчь), Севастопольське відділення Державного океанографічного інституту (ДОІН, м. Москва) (Морське відділення Українського гідрометеорологічного інституту), Симферопольський державний університет ім. М. В. Фрунзе (з 1999 р. – Таврійський національний університет ім. В. І. Вернадського). У 1999 р. Постановою Президії НАН України з метою інтеграції та координації міждисциплінарних досліджень Світового океану був створений Океанологічний

центр НАН України (м. Севастополь), базовими організаціями якого стали Морський гідрофізичний інститут НАН України та Інститут біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАН України.

Одеський науковий кластер океанографічних досліджень склали Одеське відділення Державного океанографічного інституту (нині Український науковий центр екології моря Міністерства екології та природних ресурсів України) – база наукового флоту ДОІН та обслуговуючі його наукові підрозділи, Одеський філіал Інституту біології південних морів ім. О. О. Ковалевського НАН України (з 2014 р. – Інститут морської біології НАН України), який також входив до складу згаданого Океанологічного центру НАН України, Відділення гідроакустики Морського гідрофізичного інституту НАН України (м. Одеса, з 2014 р. – Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України), Одеський гідрометеорологічний інститут (з 2001 р. – Одеський державний

екологічний університет), Гідрометцентр Чорного та Азовського морів.

У 2014 р., внаслідок анексії Російською Федерацією Автономної Республіки Крим, Україна втратила найбільш потужний Кримський науковий кластер океанографічних досліджень разом з переважною частиною висококваліфікованого наукового персоналу, розвинутою сучасною матеріально-технічною базою, єдиним діючим в Україні науково-дослідним судном з необмеженим районом плавання «Професор Водяницький», національним банком океанографічних даних, а також значною частиною інфраструктури, що забезпечувала проведення комплексних океанографічних досліджень Україною. Таким чином, Одеський науковий кластер залишився єдиним в Україні центром, структурні одиниці якого мають практичний досвід морських досліджень, науковий потенціал, наукові та науково-методичні розробки, інфраструктуру для реалізації завдань Морської доктрини України на період до 2035 року [1] у питаннях пов'язаних з океанографічним забезпеченням морегосподарської діяльності, сталого розвитку України як морської держави. Тому огляд сучасного стану океанографічних досліджень в установах, які нині складають Одеський кластер, і відносяться до різних міністерств, відомств; завдань, які перед ними поставлені; наявних проблем і перспектив розвитку є актуальною задачею.

Відповідно до Морської доктрини України, до основних напрямів розв'язання завдань державної морської політики належать, зокрема, розвиток освіти, науки і технологій в морській галузі, а також «проведення фундаментальних та прикладних досліджень Азовського і Чорного морів, Керченської протоки та інших районів Світового океану з урахуванням інтересів України» [1]. При цьому вирішальними факторами реалізації національних інтересів України у сфері морської діяльності визнано, зокрема, збереження, використання та розвиток науково-технічного потенціалу, вдосконалення системи підготовки та перепідготовки фахівців для морської галузі, підвищення рівня функціонування науково-дослідного флоту.

Метою представленої колективної роботи є огляд сучасного стану та перспектив розвитку океанографічних досліджень, які виконуються в установах – складових Одеського наукового кластеру. Інформація, яка міститься у статті, підготована провідними фахівцями кожної з перелічених нижче організацій.

2. ОКЕАНОГРАФІЧНІ РОБОТИ І НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЯКІ ВИКОНУЮТЬСЯ У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ УСТАНОВАХ МІСТА ОДЕСИ

2.1 Український науковий центр екології моря

Починаючи з 1992 р., Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ) здійснює експедиції в межах завдань державного комплексного екологічного моніторингу Чорного моря, закріпленого за Міністерством екології та природних ресурсів (Мінприроди) України. Метою діяльності УкрНЦЕМ є наукове та практичне забезпечення реалізації державної політики України щодо охорони, відтворення та раціонального використання природних ресурсів Чорного та Азовського морів і прибережних територій, а також забезпечення виконання міжнародних зобов'язань України щодо охорони і використання морських акваторій.

УкрНЦЕМ як головна науково-дослідна установа Мінприроди України з морської тематики забезпечує виконання наступних задач:

а) морські екологічні дослідження, необхідність проведення яких обумовлена міжнародними зобов'язаннями України у рамках Конвенції про захист Чорного моря від забруднення (Бухарест, 1991 р.), а відповідальність за виконання цих зобов'язань покладена на Мінприроди України;

б) державний екологічний моніторинг морів України, відповідальність за проведення якого покладена на Мінприроди України;

в) забезпечення функціонування загальнодержавної інформаційно-аналітичної системи моніторингу морського довкілля та в інших важливих напрямках наукового, інформаційного, методичного та нормативно-правового забезпечення діяльності Мінприроди.

Завдання реалізуються у рамках виконання довгострокових планових та оперативних науково-виробничих завдань Мінприроди і господарчо-договірних науково-дослідних робіт за замовленням.

Дослідження природних процесів в екосистемах Чорного та Азовського морів, екосистемах прибережних територій та факторів впливу на них проводяться з метою забезпечення необхідною інформацією Мінприроди для вироблення оптимальних управлінських рішень щодо охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів Чорного та Азовського морів. Робочим інструментом для проведення досліджень природних

процесів в морських екосистемах є екологічний моніторинг, організація та проведення якого є одним з головних функціональних обов'язків УкрНЦЕМ і підставою для здійснення наукових досліджень і прийняття управлінських рішень з охорони і використання природних ресурсів морів України.

До комплексу вимірюваних параметрів входять показники: фізичної океанографії (температура, солоність, прозорість, швидкість та напрямки течій), хімічної океанографії (кисень, біогенні речовини, завись, тощо), біологічної океанографії (кількість та біомаса фітопланктону, зоопланктону, бентосу), а також токсичні та канцерогенні речовини (важкі метали, хлоровані вуглеводні, нафтові вуглеводні).

На сьогодні в УкрНЦЕМ є два науково-дослідних судна (НДС): „Владимир Паршин” та «Екоконтроль».

НДС „Владимир Паршин” є базовим науково-дослідним судном державної системи морського екологічного моніторингу (океанське судно водотоннажністю 930 т; побудоване у 1989 р. в Фінляндії; за побудовою та приладовим оснащенням призначене спеціально для морських гідрофізичних та екологічних досліджень; автономність плавання - 20 діб; науковий склад - 20 осіб).

Протягом перших 9-ти років ХХІ століття НДС «Владимир Паршин» виконував експедиційні рейси в Чорному та Азовському морях у рамках науково-господарчих договорів з інститутами НАНУ, а також у 2009 р. виконав два рейси за дорученням Мінприроди в межах науково-дослідної роботи «Здійснення державного екологічного моніторингу за рівнем забруднення навколишнього природного середовища в зоні надзвичайної ситуації, яка склалася 11-12 листопада 2007 року у Керченській протоці».

28.12.2009 р. у НДС „Владимир Паршин” закінчився термін дії Регістрових документів на придатність до плавання. Судно виведено з експлуатації і поставлено у відстій. Зараз НДС «Владимир Паршин» потребує капітального ремонту і модернізації навігаційного та наукового обладнання у відповідності до сучасних вимог. Документи на ремонт судна направлено до Мінприроди. Судно знаходиться у холодному відстої в очікуванні ремонту.

НДС „Екоконтроль” (переобладнаний лоцманський катер, водотоннажність 50 т) призначене для проведення спеціальних екологічних досліджень у прибережній 10-мильній зоні, в лиманах та в гирлових зонах великих річок. НДС «Екоконтроль» з 01 жовтня 2013 р. знаходиться

в холодному відстої.

Оскільки судна УкрНЦЕМ потребують ремонту і не можуть використовуватись для експедиційних досліджень, останні сім років екологічний моніторинг здійснюється на орендованих судах в межах виконання господарсько-договірної діяльності УкрНЦЕМ.

На рис. 1 представлена часова динаміка кількості океанографічних станцій в Чорному морі, виконаних УкрНЦЕМ в межах своїх функціональних завдань.

У 2016 р. експедиційні дослідження здійснено на науково-дослідному судні «Mare Nigrum»

по маршруту «Одеса – Батумі – Констанца». Роботи виконувались в межах міжнародного проекту «Посилення екологічного моніторингу Чорного моря» (EMBLAS II), який спрямований на впровадження нових для України методів морського екологічного моніторингу та оцінки стану морського довкілля в трансграничному контексті відповідно до вимог Рамкової Директиви ЄС про Морську Стратегію (Marine Strategy Framework Directive – MSFD, 2008/56/EC) та Водної Рамкової Директиви ЄС (Water Framework Directive – WFD, 2000/60/EC). Проект фінансується Євросоюзом та UNDP (United Nation Development Programme). Карта-схема розташування станцій у Чорному морі наведена на рис. 2.

В експедиції взяли участь провідні фахівці з України, Грузії, Румунії, Болгарії, Бельгії, Чехії, Словаччини. Загалом в ході експедиції на 55 станціях відібрано 194 проби на визначення показників стандартної гідрохімії, 130 проб на визначення пріоритетних забруднюючих речовин у воді та 33 проби у донних відкладах, відповідно до Водної Рамкової Директиви ЄС. Також відібрано 10 проб біотичних складових екосистеми на визначення в них забруднюючих речовин. Проб на визначення фітопланктону та хлорофілу відібрано по 160 шт., мікрозоопланктону – 42, мезозопланктону – 122, макрозоопланктону – 42, іхтіопланктону – 42, макрозообентосу – 42, мейобентосу – 54, макрофітобентосу – 4, мікрофітобентосу – 20, проби на біотестування – 14, для метагеномного аналізу – 66. Протягом всієї експедиції, у відповідності до європейських методик, велись спостереження за дельфінами та сміттям на поверхні моря.

На теперішній час метою державної політики України у сфері охорони морського природного середовища є досягнення та стале підтримання доброго екологічного стану (Good Ecological Status – GES), в розумінні Рамкової Директиви ЄС про Морську Стратегію, екосистем Чорного

та Азовського морів в межах виключної морської економічної зони України. В межах Директиви потребується визначення GES за 11 дескрипторами, до складу яких крім таких суто «еколо-

гічних» показників як біорізноманіття водної товщі та донних біоценозів, стан оселищ, входять показники за гідрологією та шумовим забрудненням.

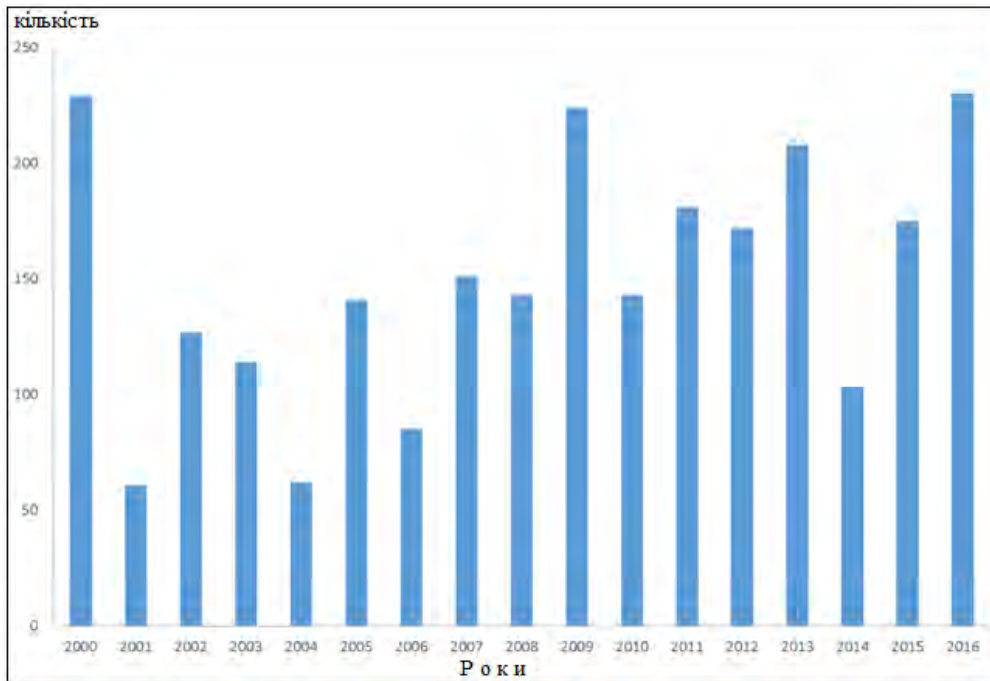


Рис. 1 – Часова динаміка кількості океанографічних станцій в Чорному морі, виконаних УкрНЦЕМ в межах своїх функціональних завдань

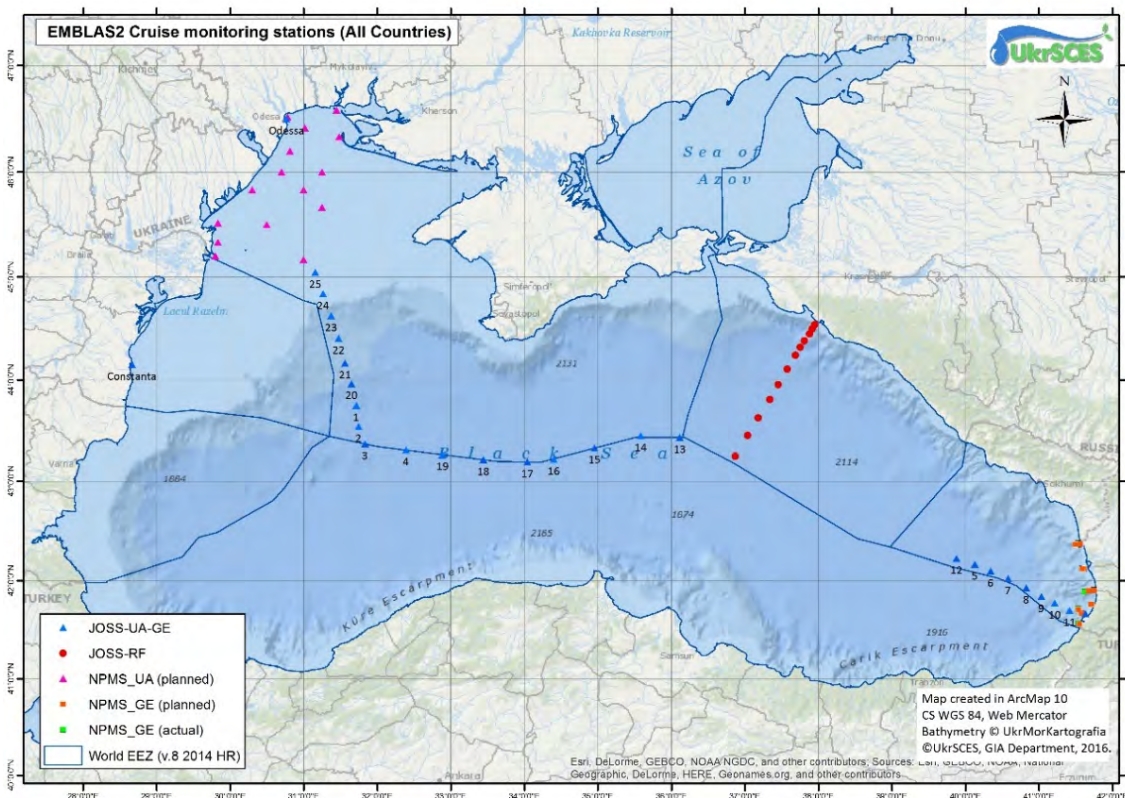


Рис. 2 – Карта-схема океанографічних станцій на НДС «Маре Нигрум» в межах EMBLAS II (17.05. - 05.06.2016 р.)

Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, Мінприроди повинно здійснити заходи для визначення базового екологічного стану та статусу екосистем Чорного та Азовського морів в межах виключної морської економічної зони України, визначити та затвердити критерії GES для екосистем Чорного та Азовського морів в межах територіальних вод України та виключної морської економічної зони України, визначити природоохоронні цілі та індикатори, досягнення яких має забезпечити наближення екологічного стану та статусу екосистем Чорного та Азовського морів в межах територіальних вод України та виключної морської економічної зони України до GES. Всі ці заходи повинні бути виконані до 1 листопада 2018 року, а їх результати, включно з Програмою державного екологічного моніторингу морів України, включені до проекту Морської Стратегії України на 2018-2027 рр. До 2021 року необхідно розробити та затвердити План заходів з досягнення GES для Чорного та Азовського морів в межах виключної морської економічної зони України.

2.2 Інститут морської біології НАН України

Інститут морської біології НАН України (ІМБ НАНУ) з 1953 р. займається комплексним вивченням екосистем пригирлових акваторій та лиманів північно-західного шельфу Чорного моря, а також Азовського моря.

Згідно зі Статутом, основними напрямками наукової діяльності ІМБ НАНУ є:

- вивчення фундаментальних основ структурно-функціональної організації морських екосистем, лиманів і пригирлових територій України в умовах кліматичних змін та антропогенного навантаження;
- розробка наукових засад моніторингу морських екосистем, управління якістю водного середовища та екологічний менеджмент;
- оцінка біологічного різноманіття і біологічного потенціалу Азово-Чорноморського басейну, обґрунтування методологічних аспектів формування морської екологічної мережі України.

В сучасний період експертами ІМБ НАНУ розроблені принципи національного екологічного моніторингу Чорного моря, засновані на концепції про концентрацію живої речовини на зовнішніх кордонах моря та вимогах універсальної класифікації Водної рамкової Директиви ЄС (WFD) і Рамкової Директиви ЄС про Морську Стратегію (MSFD) для визначення доброго еко-

логічного стану морського середовища (GES). Пропозиції для поліпшення нової редакції Національної Програми України з моніторингу Чорного моря (BS NIMAP Ukraine – Black Sea National Integrate Monitoring and Assessment Programme) схвалені секретаріатом міжнародної Комісії із захисту Чорного моря від забруднення. Запропоновані нові функціональні індикатори морських біологічних угруповань та, на їх основі, розроблені шкали оцінки екологічного статус-класу морського середовища українського сектору Чорного моря у відповідності до стандартів та вимог WFD та MSFD. Розроблені в ІМБ НАНУ Керівництва до моніторингу Чорного моря за індикаторами: макрофітобентосу, мікро- та мезозoopланктону, у вересні 2015 р. затверджені Чорноморською комісією (Black Sea Commission – BSC) та передані усім чорноморським країнам для впровадження [2-4].

В ІМБ НАНУ велика увага приділяється розробці методів оцінки, моніторингу та відновлення морських охоронних територій України. На сьогодні розроблено методологію визначення екологічної цінності морських охоронних територій з урахуванням європейських стандартів екологічних статус класів, включно GES. Проведено аналітичний аналіз сучасного стану морської екологічної мережі України та запропоновано перелік з 12 об'єктів (загальною площею близько 1000 км²), розташованих в північно-західній частині Чорного моря та на Кримському узбережжі, які є перспективними для розширення мережі на 17 % [5] (рис. 3).

Перспективи подальшої участі ІМБ НАНУ в реалізації короткострокової програми морських біологічних досліджень полягають в:

- розробці шкал оцінки якості морського середовища за біологічними показниками;
- удосконаленні методології відновлення якості водного середовища в антропогенно навантажених та рекреаційних зонах;
- організації системи національного контролю морських і перехідних екосистем України від небезпеки біологічного забруднення чужорідними організмами;
- уточненні методики розрахунку збитку кормової бази риб внаслідок господарської діяльності людини;
- обґрунтуванні перспективних об'єктів експлуатації живих ресурсів Чорного і Азовського морів;

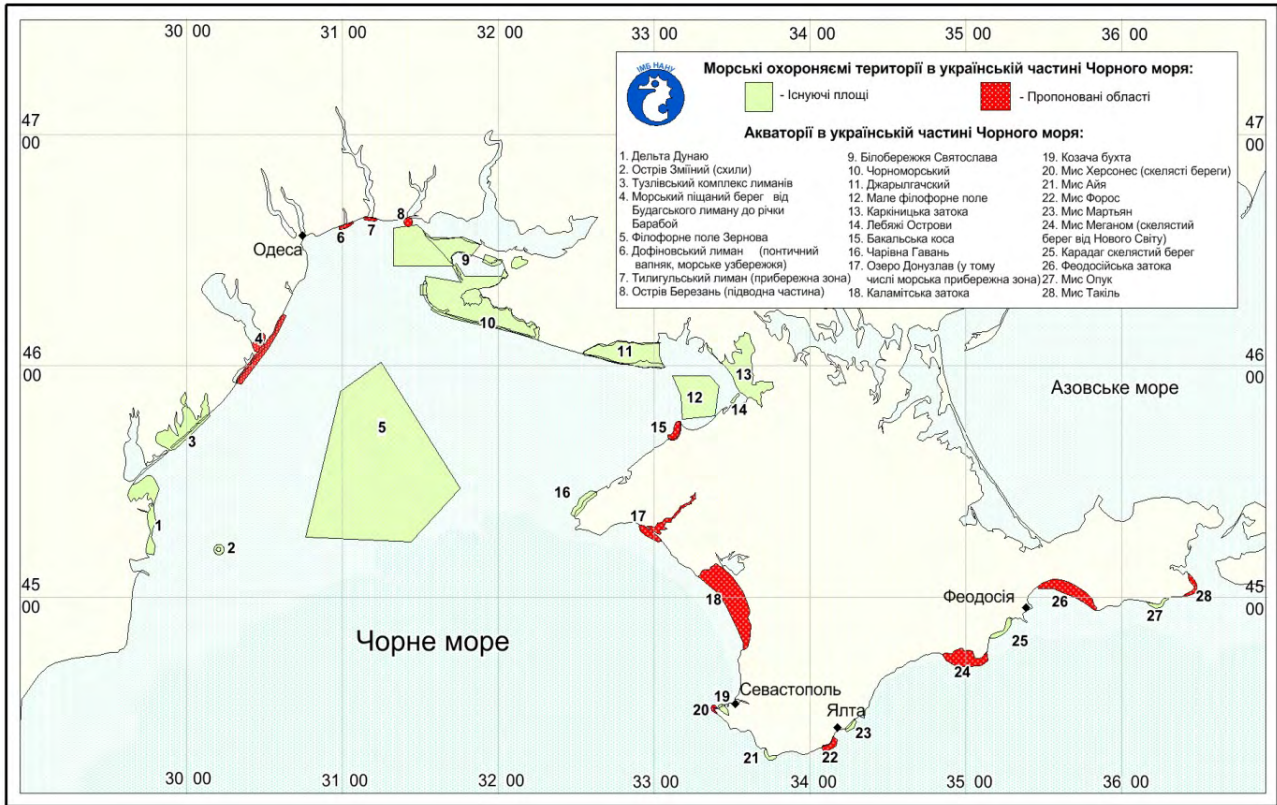


Рис. 3 – Існуючі морські охоронні території в українській частині Чорного моря та запропоновані ІМБ НАНУ для розширення національної морської екологічної мережі України

- розробці методів екологічного менеджменту лиманних екосистем Північно-західного Причорномор'я та Приазов'я України на основі басейнового підходу;
- запровадженні програми підготовки в аспірантурі і докторантурі за спеціалізацією «гідробіологія».

2.3 Одеський район Держгідрографії

У січні 2016 року, за рішенням керівництва ДУ «Держгідрографія», в філії «Одеський район Держгідрографії» був створений океанографічний відділ (ОВ) з метою проведення різномасштабних океанографічних досліджень в морській економічній зоні України і, перш за все, в прибережних та припортових районах моря.

На першому етапі робіт нового відділу здійснено комплекс організаційно-технічних заходів, в який увійшли знайомство з роботою гідрографічних підрозділів, підготовка основних регламентуючих документів, складання переліку необхідного обладнання та його пошук на сайтах різних фірм-виробників, знайомство з роботою гідрометеорологічного буя SWMid-185 та ін.

На другому етапі діяльності були виконані роботи по формуванню основної просторово-

часової мережі океанографічних спостережень з посиленою увагою до найбільш відповідальних припортових районів морської акваторії. Виконані розрахунки довжини маршрутів, часу виконання і кількості/вартості паливно-мастильних матеріалів. Схеми розташування станцій всіх обраних полігонів представлені на рис. 4. Вони включають 2 мезополігони – «Північний» і «Південний» (рис. 4.а,б) і 5 мікрополігонів – «Одеський», «Григорівський», «Чорноморський», «Дністровський» і «Дунайський» (рис. 4.в-е). Складною і цікавою в динамічному відношенні є Одеська затока та її мориста частина, де розташований вузловий мікрополігон «Одеський» (рис. 4.в), який складається з 26-ти океанографічних станцій. Час виконання полігону становить два світлових робочих дня, часова дискретність виконання – щомісяця в період з березня до листопаду. Більш дрібні мікрополігони «Григорівський», «Чорноморський» і «Дністровський» (рис. 4.г,д,е) виконуються протягом одного робочого дня не менш 3-х разів на рік.

Роботи на мікрополігонах дають інформацію про термохалинний і динамічний стан морського середовища в локальних районах, які роз'єднані і тому слабо пов'язані між собою.

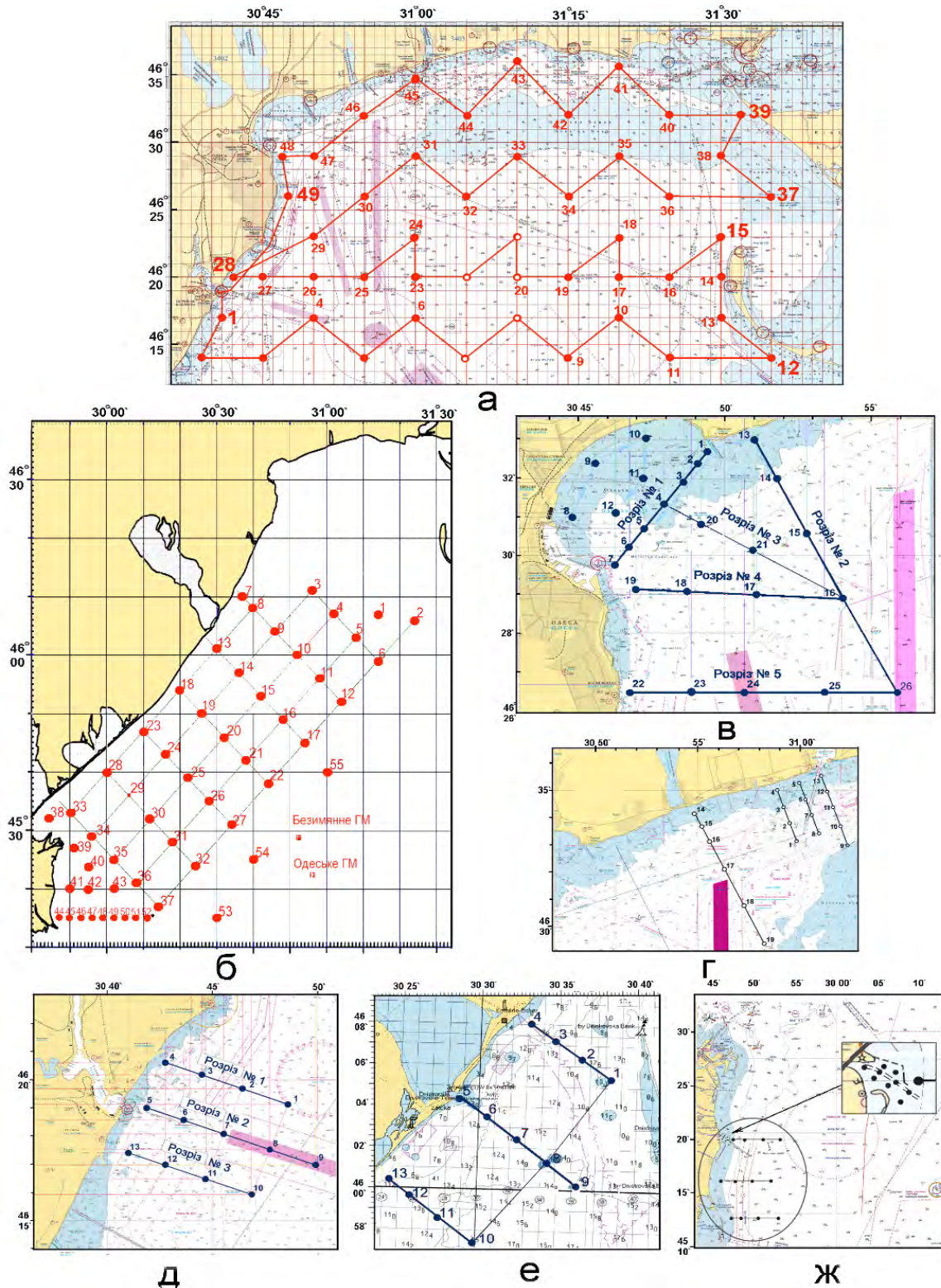


Рис. 4 – Схеми розташування океанографічних станцій на основних морських мезо- і мікрополігонах в зоні діяльності ФДУ «Одеський район Держгідрографії»: а) Північний»; б) «Південний»; в) «Одеський»; г) «Григорієвський»; д) «Чорноморський»; е) «Дністровський»; ж) «Дунайський»

Для дослідження океанографічної ситуації на більшій за площею акваторії морської економічної зони України запропоновано дворазове (наприкінці весни – під час паводку, і на початку

осені – під час межені) виконання двох мезомасштабних полігонів – «Північного» та «Південного» (рис. 4.а,б). Вони просторово стикаються між собою, мають відносно велику, в

порівнянні з мікрополігонами, просторову дискретність (3-5 миль) й більшу кількість станцій. Крім того, вони охоплюють значну область морської акваторії і, таким чином, об'єднують на великих масштабах дані мікрополігонів. Загальне покриття морської акваторії мережею океанографічних станцій показано на рис. 5.

На сьогодні ОБ має в наявності два основних вимірювальних засоби: вимірювач течій Model 106, термохалінний зонд MIDAS CTD+. Обидва прилади виготовлені у Великобританії. Зонд MIDAS CTD+ має вимірювальні канали не тільки тиску (глибини), температури, електропровідності (солоності), але й розчиненого у воді кисню і водневого показника рН.

Допоміжним засобом вимірювань і калібрування є отримані у 2016 р. електронні глибоководні термометри виробництва Німеччини. Надалі передбачається закупівля солеміра і «нормальної» (стандартної) води для проведення калібрування. Тим самим буде закрито питання з перевіркою роботи і калібруванням основних вимірювальних каналів гідрометеорологічного буя і зондуючого пристрою.

Істотною підмогою в океанографічних дослідженнях є дані гідрометеорологічного буя, що працює, на відміну суден, в будь-яких погодних умовах.

Підсумком морських робіт ОБ у 2016 році було чотириразове виконання Одеського мікрополігону і ще двічі – його південного розрізу від мису Малий Фонтан, триразове виконання розрізів на мікрополігонах Чорноморський і Григорівський. Всі спостереження на зазначених полігонах обмежувались вимірами течій. Тільки в останньому з виходів в море (24-25.11.2016 р.) на всіх станціях було вперше виконано вертикальне зондування термохалінним зондом MODIS CTD + і на окремих станціях вимірювання течій.

У 2017 році розпочато виконання повного комплексу гідрофізичних спостережень, в який входять вертикальні вимірювання температури і солоності морської води, розчиненого кисню, водневого показника, швидкості і напрямку течій. З 23 березня почалася реєстрація характеристик гідрометеорологічним буєм, встановленим на видаленні однієї милі від берега по траверзу мису Ланжерон.

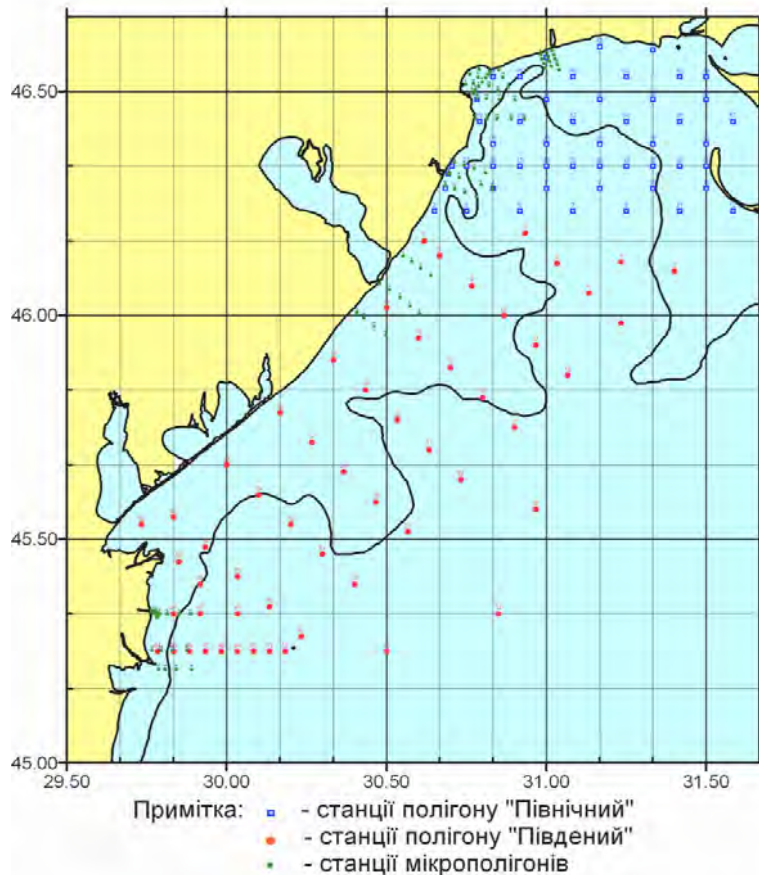


Рис. 5 – Загальна схема розташування океанографічних станцій на морських мезо- і мікрополігонах в зоні діяльності ФДУ «Одеський район Держгідрографії»

2.4 Гідрометцентр Чорного та Азовського морів

Згідно статті 4 Закону України «Про гідрометеорологічну діяльність» основними напрямками діяльності Гідрометцентру Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) є забезпечення населення та організацій всіх форм власності гідрометеорологічною інформацією, даними моніторингу стану навколишнього середовища, попередження та оповіщення про небезпечні стихійні явища і розробка гідрометеорологічних прогнозів [6]. На теперішній час ГМЦ ЧАМ надає інформаційно-прогностичні послуги для всього морегосподарського комплексу України, забезпечуючи оперативними прогнозами про стан морської акваторії української частини Азово-Чорноморського басейну.

Сучасна морська гідрометеорологічна мережа спостережень є частиною наземної підсистеми отримання гідрометеорологічних даних в прибережній зоні, включно зі станціями і постами розташованими в морських гирлах річок Дунай, Дніпро і Південний Буг. Слід зазначити, що на деяких з них спостереження за параметрами атмосфери і морських вод проводяться вже понад 200 років [7]. Унікальні за тривалістю ряди морських гідрометеорологічних берегових спостережень мають величезну наукову цінність для вивчення і прогнозування глобальних і регіональних кліматичних змін.

Якісний і кількісний склад гідрометеорологічних спостережень, які виконуються морськими підрозділами Гідрометеорологічного центру (ГМЦ) України, залежить від економічного стану держави. Сьогодні ГМЦ України переживає не найкращі свої часи, що проявляється в певному зменшенні морських гідрометеорологічних спостережень (відсутність попутних судових штурманських спостережень, експедиційних робіт, льодової авіарозвідки), а також в погіршенні якості спостережень (за хвилюванням, рівнем моря, течіями) через відсутність відповідного обладнання. У зв'язку з відсутністю достатньої кількості підготовлених кадрів, обчислювальних потужностей і сучасного обладнання для прийому і аналізу супутникової інформації, морські оперативно-виробничі організації ГМЦ України в своїй прогностичній діяльності не можуть в повній мірі використовувати сучасні чисельні моделі для розрахунків просторово-часової мінливості параметрів стану морського середовища, що за певних умов може позначитися на забезпеченні потреб морегосподарського ком-

плексу і обороноздатності України.

На даний час ГМЦ ЧАМ вирішує завдання модернізації, технічного переозброєння та виведення на сучасний світовий технологічний рівень всіх елементів взаємопов'язаних систем отримання інформації про стан навколишнього середовища, її збору, аналізу і обробки; наповнення цих систем сучасними автоматизованими і автоматичними засобами спостережень, приладами, аналітичним і допоміжним обладнанням, а також надійними системами зв'язку. Вже закінчується оснащення сучасними мобільними метеорологічними комплексами «Тропосфера» і «Вяйсяля» (атмосферний тиск і вологість, вітер, опади) метеостанцій в портах Чорноморськ, Одеса, Південний, Білгород-Дністровський. Ці комплекси дозволять повністю автоматизувати спостереження, а за допомогою АРМ АССОКА (морська) і МЕТЕО здійснювати автоматичну обробку та передачу даних до відповідних організацій ГМЦ України. У 2018 році передбачається відновити морські експедиційні дослідження акваторії північно-західної частини Чорного моря на експедиційному судні «Циклон» (рік побудови – 1990, водотоннажність – 149,8 т, екіпаж – 7 осіб, експедиційний склад – до 10 співробітників), що належить Дунайській гідрометеорологічній обсерваторії. Судно призначене для проведення експедиційних робіт по визначенню гідрофізичних характеристик і якості вод в дельті Дунаю та прибережній зоні Чорного моря. Вже є обладнання для відбору проб води та ґрунту, гідрохімічна лабораторія. Кошти для оснащення і підготовки до експедиційних робіт виділяються як ГМЦ України, так і його морськими підрозділами.

Для вирішення проблеми вдосконалення науково-методичного та кадрового забезпечення діяльності, в ГМЦ ЧАМ у співпраці з Одеським державним екологічним університетом (ОДЕКУ), в межах договору про співробітництво, проводяться роботи щодо розробки сучасних фізико-статистичних та числових методів морських прогнозів. Інтенсивне співробітництво підприємств УкрГМЦ і ОДЕКУ в роботі з моделювання полів вітрового хвилювання, течій, солоності і температури води, змін рівня моря, льодових умов дозволить протягом двох-трьох років повністю забезпечити морегосподарський комплекс України прогнозами цих параметрів морських вод на новому - сучасному і якісному рівні.

Результати наукових досліджень ГМЦ ЧАМ, а також фахівців у галузі гідрометеорології інших спеціалізованих установ м. Одеси, публікуються в

періодичному виданні «Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів».

2.5 Одеський державний екологічний університет

Нині Одеський державний екологічний університет – ОДЕКУ (до 2001 р. – Одеський гідрометеорологічний інститут) є єдиним в Україні вищим навчальним закладом, який здійснює підготовку фахівців із спеціалізацією океанологія, гідрографія (спеціальність «Науки про Землю») на кафедрі океанології та морського природокористування. Освітньо-наукова діяльність кафедри спрямована на реалізацію одного з основних завдань державної морської політики, визначених в Морській доктрині України на період до 2035 року, – «збереження і розвиток наукового та кадрового потенціалу всіх складових морської діяльності на рівні, що забезпечить ефективну реалізацію національних інтересів держави» [1].

В останні роки науково-педагогічний персонал кафедри значно скоротився і нині складається з двох докторів та чотирьох кандидатів наук за спеціальністю «океанологія». До головних проблем підготовки фахівців-океанологів, гідрографів слід віднести значне скорочення обсягів викладання дисциплін вузько професійної підготовки за спеціалізаціями, застарілість матеріально-технічної бази для практичної підготовки фахівців, відсутність сучасних приладів, обладнання для використання їх в навчальному процесі і, як наслідок, відсутність у випускників достатніх практичних навичок для роботи з новою океанографічною технікою та приладами. В той же час, перед кафедрою поставлене завдання підготовки висококваліфікованого кадрового потенціалу для океанографічного забезпечення діяльності різних галузей морського господарства України у відповідності зі стандартами Всесвітньої метеорологічної організації, Міжнародної океанографічної комісії, Міжнародної гідрографічної організації.

Серед основних напрямів наукової діяльності кафедри слід відзначити розробку та впровадження для вирішення прикладних задач морського природокористування технологій моделювання та прогнозування стану морського середовища. Комплекс числових математичних моделей, які використовуються в ОДЕКУ при виконанні фундаментальних та прикладних, госпдоговірних науково-дослідних робіт (НДР) включає: числову спектральну модель для розрахунку параметрів вітрового хвилювання SWAN (Simulating Waves Nearshore Model) [8]; 2-D гідродинамічну модель,

яка базується на гідродинамічних рівняннях у наближенні «мілкої води» – для розрахунку вітро-хвильової динаміки вод та транспорту наносів в прибережній зоні моря [9]; 3-D гідродинамічна модель для розрахунку вітрових течій у наближенні «жорсткої кришки» на поверхні [10]; модифікована 3-D гідротермодинамічна модель MECCA (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment NOAA), на базі якої створена нестационарна модель евтрофікації та самоочищення вод від забруднюючих речовин MECCA-OSENU-EUTRO [11,12], а також модель транспорту наносів [13]; 3-D гідротермодинамічна модель Delft3D-FLOW версії 6.01.12.4498 з модулем Delft3D-WAVE – для розрахунку поширення і трансформації параметрів вітрових хвиль (заснований на спектральній хвильовій моделі третього покоління SWAN версії 40.72ABCDE) і морфодинамічним блоком Delft3D-MOR [14-16].

В останнє десятиріччя основними об'єктами океанологічних досліджень ОДЕКУ були північно-західна частина Чорного моря та, зокрема, її Одеський район, лимани Північно-західного Причорномор'я: Тилігульський, Дофіновський, Куяльницький, Хаджибейський, Дністровський, Тузловська група. Вказані математичні моделі використовувались для наукового обґрунтування управлінських рішень спрямованих на стабілізацію та поліпшення гідроекологічного режиму, екологічного стану морських акваторій та лиманів, з урахуванням впливу як антропогенних, так і природних чинників, зокрема, змін клімату.

Серед найбільш значущих міжнародних науково-дослідних проектів океанографічного спрямування, які виконував ОДЕКУ у складі європейських дослідницьких консорціумів, слід назвати проект 7-ої Рамкової Програми Європейського Співтовариства «Комплексне управління водними ресурсами і прибережною зоною в Європейських лагунах в умовах змін клімату» (LAGOONS), FP7-ENV-2011 (2011-2014 pp.) та проект «Комплексне управління «гарячими» точками і збереження екосистеми Чорного моря - HOT BLACK SEA» в межах Спільної операційної програми «Басейн Чорного моря – 2007-2013 роки» ініційованої ЄС (2013-2015 pp.)

В межах реалізації завдань Державної цільової науково-технічної програми проведення досліджень в Антарктиці, науково-педагогічними працівниками кафедри у 2007-2012 pp., за фінансуванням Міністерства освіти і науки (МОН) України, виконувались науково-дослідні роботи спрямовані на встановлення регіональних особливостей Кругової Антарктичної течії, взаємодії її

з водами меридіональних течій, особливостей взаємодії атмосфери і океану у високих широтах Південної півкулі, меридіональних переносів водних мас і тепла в Південній півкулі і їх впливу на атмосферні процеси [17].

У зв'язку з примусовим виведенням у 2014 р. з під юрисдикції України Кримського наукового кластеру океанографічних досліджень через окупацію півострову Російською Федерацією, особливу актуальність набула задача відновлення функціонування сучасної національної системи оперативного прогнозу гідрологічних та гідрофізичних параметрів стану морського середовища, льодової обстановки в українській частини акваторії Азово-Чорноморського басейну для забезпечення потреб морегосподарського комплексу, ВМС України. З метою її вирішення, у 2017 році ОДЕКУ, спільно з Гідрометцентром Чорного та Азовського морів, розпочато виконання науково-дослідного проекту «Розробка складових національної системи морських прогнозів України» (термін виконання: 2017-2019 рр.) за фінансуванням МОН України [18].

ОДЕКУ видає два періодичних, фахових у галузі географічних наук журнали: «Український гідрометеорологічний журнал» та «Вісник Одеського державного екологічного університету», де публікуються результати наукових досліджень у галузі гідрометеорології, зокрема, океанографії. В аспірантурі університету здійснюється підготовка здобувачів доктора філософії за спеціалізацією «Океанологія» (спеціальність 103 «Науки про Землю»). Діє спеціалізована вчена рада з правом прийняття до розгляду та проведення захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.08 «Океанологія».

2.6 Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України

Основна наукова спеціалізація Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна (ВГА ІГФ) НАН України – інформаційна гідроакустика, що поєднує можливості дистанційних методів спостережень з одержанням інтегральних наукових знань про явища та об'єкти й дозволяє вивчати динамічні процеси у різноманітних середовищах. Методи інформаційної гідроакустики реалізуються у створенні систем моніторингу гідрофізичних процесів у Світовому океані з метою детального вивчення неоднорідних утворень як природного характеру, так і техногенного походження.

Напрямами діяльності ВГА ІГФ НАН Украї-

ни в галузі океанографії є проведення фундаментальних та прикладних досліджень щодо одержання нових знань, методів і технологій та їх використання для практичних цілей морської науки: прогнозування та попередження надзвичайних ситуацій, екологічної безпеки, розробки інформаційно-програмних продуктів і систем, алгоритмів тощо.

Результати досліджень, що отримано вченими ВГА ІГФ НАН України, дозволяють не тільки вирішувати безпосередньо задачі гідроакустики, а й розвивати напрями пов'язані з регіональними динамічними процесами в Чорному морі, а також з оцінкою кліматичних змін, що відбуваються на узбережжях морів та океанів в умовах глобального потепління.

В результаті динамічних розрахунків за кліматичними даними термохалінних характеристик виділено зону основної дивергенції вод Чорного моря, що простирається від південного узбережжя Болгарії через всю середню частину моря до південного узбережжя Кавказу. Встановлено особливості циркуляції вод в верхньому (0-50 м) та проміжному (50-500 м) шарах Чорного моря. На основі аналізу характеру розподілу динамічних висот уздовж осі основної чорноморської дивергенції вод визначена сезонна мінливість та інтенсивність розвитку основних потоків і циклонічних круговоротів вод моря. Оцінено роль весняного паводку річок північно-західної частини Чорного моря у формуванні та розвитку особливостей циркуляції вод.

Розвитком традиційних методів оцінки та прогнозу стану морського середовища стала розробка методики розрахунку вертикального розподілу температури і солоності води за дистанційними неконтактними спостереженнями (супутниковою інформацією та акустичними даними) на прикладі Чорного моря.

На базі досліджень гідродинаміки метанових бульбашок розроблено перспективну та оригінальну методику виявлення зон газовиділень з морського дна за допомогою акустичного горизонтального променевого зондування з метою створення мобільних систем дистанційного пошуку перспективних районів покладів вуглеводнів в Чорному морі.

За міжнародними проектами виконуються дослідження особливостей коливань суші на підставі даних про рівень моря на станціях Чорного і Середземного морів та Світового океану. Визначено закономірності сезонних коливань і багаторічної мінливості рівня Світового океану та окремих його регіонів в умовах сучасних кліматичних змін, посилення антропогенного впливу та під дією глобальних чинників на гідросферу.

3. ВИСНОВКИ

Представлений огляд океанографічних робіт та наукових досліджень, які виконуються у спеціалізованих установах м. Одеси свідчить, що разом вони вирішують повний комплекс океанографічних задач, який включає до себе як організацію та проведення берегових і експедиційних спостережень за параметрами стану морського середовища окремих районів Чорного моря, так і здійснення аналізу і прогнозу цього стану у залежності від визначаючих природних та антропогенних чинників, зокрема, із використанням методів математичного моделювання.

Після втрати Україною Кримського наукового океанографічного кластеру, Одеський науковий кластер залишився єдиним в Україні центром, структурні одиниці якого мають практичний досвід морських досліджень, науковий потенціал, наукові та науково-методичні розробки, інфраструктуру для реалізації завдань Морської доктрини України на період до 2035 року у питаннях пов'язаних з океанографічним забезпеченням морегосподарської діяльності, сталого розвитку України як морської держави, захисту і забезпеченню її національних інтересів і безпеки в Азовському і Чорному морях, Керченській протоці та інших районах Світового океану.

Оскільки наукові та науково-виробничі установи, які нині складають Одеський кластер, відносяться до різних міністерств, відомств, то для підвищення ефективності і результативності їх океанографічної діяльності актуальним є питання координації, планування та проведення сумісних робіт і досліджень, обміну отриманими результатами та науковою продукцією. За умови удосконалення на державному рівні системи організації та належного ресурсного забезпечення розвитку науково-технічного потенціалу, Одеський науковий кластер океанографічних досліджень здатний забезпечити реалізацію завдань Морської доктрини України на період до 2035 року за напрямками своєї діяльності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.10.2009 № 1307 <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF> (дата звернення 22.05.2017)
2. Alexandrov B., Arashkevich E., Gubanova A., Korshenko A. Black Sea monitoring guidelines: Mesozooplankton. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 31 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_mesozooplankton_EMBLAS_ann.pdf
3. Kurilov A. Black Sea monitoring guidelines: Microzooplankton. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 31 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_microzooplankton_EMBLAS_ann.pdf
4. Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. Black Sea monitoring guidelines: Macrophytobenthos. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 76 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EMBLAS_ann.pdf
5. Alexandrov B., Minicheva G., Zaitsev Ya. Black Sea network of marine protected areas: European approaches and adaptation to expansion and monitoring in Ukraine. *Management of Marine Protected Areas: A Network Perspective*, 2017, pp. 227 – 246. (Eds: P. Goriup. John Wiley & Sons Ltd)
6. Про гідрометеорологічну діяльність. Закон України від 18 лютого 1999 р. № 443-XIV. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 16, ст. 95. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/443-14> (дата звернення 22.05.2017).
7. Чернышев М. П. Краткая история развития гидрометеорологических наблюдений и исследований на Черном и Азовском морях. Севастополь: Препринт, 1966. 152 с.
8. Тучковенко Ю. С., Сахненко О. И. Моделирование трансформации ветровых волн в прибрежной зоне моря при различных вариантах реконструкции волнолома // Український гідрометеорологічний журнал. 2007. № 2. С. 175-185. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2007-uk/02-uk/>
9. Тучковенко Ю. С., Сахненко О. И. Комплексное моделирование динамики вод в прибрежной зоне моря при различных ветро-волновых условиях // Український гідрометеорологічний журнал. 2008. № 3. С. 202-212. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2008-uk/03-uk/>
10. Тучковенко Ю. С. Математическая модель для расчета ветровых течений в Одесском регионе северо – западной части Черного моря // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2002. № 45. С. 107-117.
11. Иванов В. А., Тучковенко Ю. С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем: монография / Морской гидроф. ин-т НАН Украины; Одесский гос. экол. ун-т. Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006. 368 с.
12. Тучковенко Ю. С., Иванов В. А., Сапко О. Ю. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря: монография / Морской гидроф. ин-т НАН Украины; Одесский гос. экол. ун-т. Севастополь: НПЦ ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. 169 с.
13. Тучковенко Ю. С., Илюшин В. Я., Коморин В. Н. Моделирование транспорта наносов в Керченском проливе // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2005. № 49. С. 446-459.
14. Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В. Результаты адаптации модели DELFT3D-FLOW к условиям Тилигульского лимана // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014, Вип. 18. С. 164-174. <http://bulletin.odeku.edu.ua/uk/category/2014-uk/18-uk/>
15. Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В., Лобода Н. С. Оценка влияния условий водообмена с морем на изменчивость уровня и солёности воды в Тилигульском лимане // Український гідрометеорологічний журнал. 2015. № 16. С. 232-241. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/category/2015-uk/16-uk/>
16. Кушнір Д. В., Тучковенко Ю. С. Результаты моделирования заносимости реконструируемого соединительного канала «Тилигульский лиман-Черное море» // Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів: матеріали міжн. наук. конф. молодих вчених (м. Одеса, 1-3 червня 2016 р.). Одеса: ТЕС, 2016. С. 124-128.
17. Суховій В. Ф., Рубан І. Г. Структура Антарктичної Кругової течії у протоці Дрейка та її міжрічна мінливість

// Вісник Одеського державного екологічного університету. 2009. № 7. С. 203-209. <http://bulletin.odeku.edu.ua/uk/category/2009-uk/07-uk/>

18. Тучковенко Ю. С. Розробка складових національної системи морських прогнозів України // Перший Всеукр. гідрометеорологічний з'їзд з міжнародною участю: тези доповідей (Одеса, 22-23 березня 2017 р.). Одеса: ТЕС, 2017. С. 310-311.

REFERENCES

1. On Approval of the Maritime Doctrine of Ukraine for the Period of up to 2035. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine no. 1307 of 07 October 2009. *The Verkhovna Rada of Ukraine*. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF> (accessed: 22.05.2017).
2. Alexandrov B., Arashkevich E., Gubanov A., Korshenko A. Black Sea monitoring guidelines: Mesozooplankton. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 31 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_mesozooplankton_EMBLAS_ann.pdf
3. Kurilov A. Black Sea monitoring guidelines: Microzooplankton. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 31 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_microzooplankton_EMBLAS_ann.pdf
4. Minicheva G., Afanasyev D., Kurakin A. Black Sea monitoring guidelines: Macrophytobenthos. *Secretariat of commission on protection of the Black Sea against pollution*. Istanbul, 2015. 76 p. http://emblasproject.org/wp-content/uploads/2013/12/Manual_macrophytes_EMBLAS_ann.pdf
5. Alexandrov B., Minicheva G., Zaitsev Ya. Black Sea network of marine protected areas: European approaches and adaptation to expansion and monitoring in Ukraine. *Management of Marine Protected Areas: A Network Perspective*, 2017, pp. 227 – 246. (Eds: P. Goriup. John Wiley & Sons Ltd)
6. On Hydrometeorological Activity: The Law of Ukraine no. 443-XIV of 18 February 1999. *Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine (VVR)*, 1999, no. 16, art. 95. <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/443-14>. (accessed: 22.05.2017).
7. Chernyshev M. P. *Kratkaya istoriya razvitiya gidrometeorologicheskikh nablyudeniy i issledovaniy na Chernom i Azovskom moryah* [A Brief History of the Development of Hydrometeorological Observations and Research at the Black Sea and the Sea of Azov]. Sevastopol: Preprint, 1966. 152 p.
8. Tuchkovenko Y. S., Sakhnenko O. I. Modeling of the wind waves transformation on the beach zone under the different variants of the wavebreaker reconstruction. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. J.*, 2007, no. 2, pp. 175-185. <http://uhmj.odeku.edu.ua/uk/modelyuvannya-transformatsiyi-vitrovih-hvil-v-priberezhnij-zoni-morya-zariznih-variantah-rekonstruktsiyi-hvilelomu/> (In Russian)
9. Tuchkovenko Y. S., Sakhnenko O. I. The modeling of the water dynamic on the beach zone under the different wave- wind conditions. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. J.*, 2008, no. 3, pp. 202-212. <http://uhmj.odeku.edu.ua/en/category/2008-en/03-en/> (In Russian)
10. Tuchkovenko Yu. S. Mathematical Model for Calculation of Wind Currents in the Odessa Region of the Northwestern Part of the Black Sea. *Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2002, no. 45, pp. 107-117. (In Russian)
11. Ivanov V. A., Tuchkovenko Yu. S. *Prikladnoe matematicheskoe modelirovanie kachestva vod shel'fovykh morskikh ekosistem* [Applied mathematical water-quality modeling of shelf marine ecosystems]. Marine Hydrophysical Institute of NASU; Odessa State Environmental University. Sevastopol, 2006. 368 p.
12. Tuchkovenko Yu. S., Ivanov V. A., Sapko O. Yu. *Otsenka vliyaniya beregovykh antropogennykh istochnikov na kachestvo vod Odesskogo rayona severo-zapadnoy chasti Chernogo morya* [Assessment of coastal anthropogenic sources impact on water quality in north-western part of Black Sea near Odessa]. Marine Hydrophysical Institute of NASU; Odessa State Environmental University. Sevastopol, 2011. 169 p.
13. Tuchkovenko Yu. S., Ilyushyn V. Ya., Komorin V. N. Modelling of Sediment Transport in the Kerch Strait. *Meteorology, Climatology and Hydrology*, 2005, no. 49, pp. 446-459. (In Russian)
14. Tuchkovenko Yu. S., Kushnir D. Results of adaptation of the Delft3D-FLOW model to the conditions of the Tyligulskyi estuary. *Visn. Odes. derž. ekol. Univ. - Bull. of OSENU*, 2014, vol. 18, pp. 164-174. <http://bulletin.odeku.edu.ua/en/category/2014-en/18-en/> (In Russian)
15. Tuchkovenko Yu. S., Kushnir D. V., Loboda N. S. Estimation of the influence of water exchange with the sea conditions on the water level and salinity variability in the Tyligulskyi Liman lagoon. *Ukr. gidrometeorol. ž. – Ukr. hydrometeor. J.*, 2015, no. 16, pp. 232-241. <http://uhmj.odeku.edu.ua/en/category/2015-en/16-en/> (In Ukrainian)
16. Kushnir D. V., Tuchkovenko Yu. S. Results of Modelling for the Sanding up of 'the Tiligul Liman – the Black Sea' Connecting Canal being Reconstructed. *Current Environmental State and Quality of Particular Regions: Proceedings of the International Scientific Conference for Young Scientists (Odessa, 1-3 June 2016)*. Odessa: TES, 2016, pp. 124-128. (In Ukrainian)
17. Sukhovey V. F., Ruban I. G. The structure of Antarctic Circumpolar Current at Drake Passage and interannual variability of its transport. *Visn. Odes. derž. ekol. Univ. - Bull. of OSENU*, 2009, vol. 7, pp. 203-209. <http://bulletin.odeku.edu.ua/en/category/2009-en/07-en/> (In Ukrainian)
18. Tuchkovenko Yu. S. Development of Components for the National System of Marine Forecasts in Ukraine. *Abstracts of the First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress with International Participation (Odessa, 22-23 March 2017)*. Odessa: TES, 2017, pp. 310-311. (In Ukrainian)

ODESSA SCIENTIFIC CLUSTER FOR OCEANOGRAPHIC RESEARCH: CURRENT STATE AND PROSPECTS

Yu. S. Tuchkovenko¹, DSc (Geogr.), **B. H. Alexandrov**², DSc (Biol.), **O. R. Andrianova**³, DSc (Geogr.), **M. F. Golodov**⁴, PhD (Techn.), **V. M. Komorin**⁵, PhD (Geogr.), **O. S. Matyhin**⁶, PhD (Phys.-Math.), **G. G. Minicheva**², DSc (Biol.), **Yu. I. Popov**⁴, PhD (Geogr.y)

¹ Odessa State Environmental University,
15 Lvivska Str., 65016, Odesa, Ukraine, science@odeku.edu.ua

² Institute of Marine Biology, NAS of Ukraine,
37 Pushkinska Str., 65011, Odessa, Ukraine, imb@nas.gov.ua

³ *Hydroacoustics Department of the Institute of Geophysics by S. I. Subbotin name, NAS of Ukraine, Preobrazhenska Str., 65082, Odessa, Ukraine, info@ogamgi.org.ua*

⁴ *Odessa Area Branch of State Hydrographic Service of Ukraine, 5 Mayachny Lane, 65038, Odessa, Ukraine, office@hydro.od.ua*

⁵ *Ukrainian Scientific Center of Ecology of the Sea, 89 Frantsuzskiy Boulevard, 65009, Odesa, Ukraine, accem@te.net.ua*

⁶ *Black and Azov Seas Center for Hydrometeorology, 89 Frantsuzskiy Boulevard, 65009, Odesa, Ukraine, pgdgmcham@meteo.gov.ua*

The paper presents an overview of the current state and prospects for development of oceanographic research that is performed at specialized institutions being the constituents of Odessa Scientific Cluster: The Ukrainian Scientific Center of Ecology of the Sea, the Institute of Marine Biology of the National Academy of Sciences of Ukraine, the Odessa Area Branch of State Hydrographic Service of Ukraine, the Black and Azov Seas Center for Hydrometeorology, the Odessa State Environmental University and the Hydroacoustics Department of the S. I. Subbotin Institute of Geophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine. The priority tasks in the field of Oceanology, defined at the First All-Ukrainian Hydrometeorological Congress having been held in Odessa on 22-23 March 2017 are formulated. It is concluded that after Ukraine had lost the Crimean Scientific Oceanographic Cluster, the Odessa Cluster remained the only center in Ukraine which structural units had practical experience in marine research, scientific potential, scientific and methodological developments, an infrastructure for implementation of the tasks of the Maritime Doctrine of Ukraine for the period of up to 2035 as regards the issues related to oceanographic support for the maritime economic activity and sustainable development of Ukraine as a maritime nation. However, a necessary precondition for this is enhancement of the system for organization of oceanographic research at the state level and proper resource support for development of the scientific and technical potential.

Keywords: oceanography, scientific cluster, Odessa, current state, prospects.

ОДЕССКИЙ НАУЧНЫЙ КЛАСТЕР ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю. С. Тучковенко¹, д.геогр.н., **Б. Г. Александров**², д.биол.н., чл.-кор. НАНУ,
О. Р. Андрианова³, д.геогр.н., **Н. Ф. Голодов**⁴, к.техн.н., **В. Н. Коморин**⁵, к.геогр.н.,
А. С. Матыгин⁶, к.физ.-мат.н., **Г. Г. Миничева**², д.биол.н., **Ю. И. Попов**⁴, к.геогр.н.

¹ *Одеський державний екологічний університет, ул. Льво夫ская, 15, 65016, Одесса, Украина, science@odeku.edu.ua*

² *Институт морской биологии Национальной академии наук Украины ул. Пушкинская, 37, 65011, Одесса, Украина, imb@nas.gov.ua*

³ *Отделение гидроакустики Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины, ул. Преображенская, 3, 65082, Одесса, Украина, info@ogamgi.org.ua*

⁴ *Филиал Одесский район Госгидрографии, переулок Маячный, 5, 65038, Одесса, Украина, office@hydro.od.ua*

⁵ *Украинский научный центр экологии моря, Французский бульвар, 89, 65009, Одесса, Украина, accem@te.net.ua*

⁶ *Гидрометцентр Черного и Азовского морей, Французский бульвар, 89, 65009, Одесса, Украина, pgdgmcham@meteo.gov.ua*

Представлен обзор современного состояния и перспектив развития океанографических исследований, которые выполняются в специализированных учреждениях - составляющих Одесского научного кластера: Украинский научном центре экологии моря, филиале Одесский район Госгидрографии, Гидрометцентре Черного и Азовского морей, Одесском государственном экологическом университете, Отделении гидроакустики Института геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины. Сделан вывод, что после потери Украиной Крымского научного океанографического кластера, Одесский кластер остался единственным в Украине центром, структурные единицы которого имеют практический опыт морских исследований, научный потенциал, научные и научно-методические разработки, инфраструктуру для реализации задач Морской доктрины Украины на период до 2035 г. в вопросах связанных с океанографическим обеспечением морехозяйственной деятельности, устойчивого развития Украины как морской державы.

Ключевые слова: океанография, научный кластер, Одесса, современное состояние, перспективы.

Дата першого подання: 24. 05. 2017

Дата надходження остаточної версії: 11. 06. 2017

Дата публікації статті: 29. 06. 2017