

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Технічне переоснащення мережі гідрометеорологічної
служби України. Спостереження за характеристиками вітру

Виконав студент 2 курсу групи МНЗ-2М
спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Бурлака Юрій Валерійович

Керівник к. геогр. н., доцент
Боровська Галина Олександрівна

Рецензент к.т.н., доцент
Перелигін Борис Вікторович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)

Освітня програма Метеорологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

“28” жовтня 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Бурлаці Юрію Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технічне переоснащення мережі гідрометеорологічної служби України. Спостереження за характеристиками вітру

керівник роботи Боровська Галина Олександрівна к. геогр. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти №235-С від 18 жовтня 2019 р.

2. Строк подання студентом роботи 6 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Дані обліку наявного на мережі спостережень вітровимірювального обладнання, його найменувань, віку, технічного стану 2. Інформація щодо наявних на ринку приладів, їх технічних характеристик, вартості та цін 3. Нормативні акти, що регламентують процедуру впровадження в діяльність нового обладнання 4. Інформація щодо фінансових можливостей гідрометслужби.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Підбір найоптимальнішого варіанту вітровимірювального приладу. 2. Огляд нормативних актів, згідно яких можна поділити пункти спостережень в порядку пріоритетності. 3. Поділ процесу переоснащення на відповідні етапи 4. Розрахунок на кожен етап кількості та вартості приладів. 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.)

Рис. 2.1 – Форма таблиці аналізування результатів вимірювання, Рис. 4.1, 4.2,

– 4.6 – прилади для вимірювання напряму та швидкості вітру. 4.4 – Тенденція даних паралельних спостережень, Рис. 5.1 – Порівняльна діаграма

вітровимірювальних приладів на мережі гідрометслужби, у %, Рис. 5.2 Розподіл наявних вітровимірювальних приладів на мережі

гідрометслужби, Рис. 6.1 – 6.3 Розташування пунктів спостережень

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	28 жовтня 2019 р.		
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2019 р.		
3.	<i>Аналіз наявного на мережі спостережень вітровимірjuвального обладнання, його найменувань, віку, технічного стану</i>	листопад 2019 р.		
4.	<i>Дослідження наявних на ринку приладів, їх технічних характеристик, вартості та цін</i>	листопад 2019 р.		
5.	<i>Вивчення процедури впровадження в діяльність нового обладнання</i>	листопад 2019 р.		
6.	<i>Вивчення фінансових можливостей гідрометслужби</i>	листопад 2019 р.		
7.	<i>Рубіжна атестація</i>	18 – 23.11.2019		
8.	<i>Розроблення порядку поетапного переоснащення мережі спостережень вітровимірjuвальними приладами</i>	грудень 2019 р.		
9.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	5 грудня 2019 р.		
10.	<i>Оформлення магістерської роботи.</i>	10 грудня 2019 р.		
11.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.</i>	грудень 2019		
12.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	6-9.12.2019		
13.	<i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2019		
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)				

Студент

_____ *Бурлака Ю.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ *Боровська Г.О.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської роботи: «Технічне переоснащення мережі гідрометеорологічної служби України. Спостереження за характеристиками вітру».

Автор: Бурлака Юрій Валерійович.

Актуальність теми: зумовлено тим, що у системі гідрометеорологічних організацій Державної служби України з надзвичайних ситуацій використовується близько 19,5 тисяч приладів та обладнання різного призначення. Понад 80 % із них працюють з вичерпаним технічним ресурсом експлуатації, а близько 50 % потребують негайної заміни.

Мета магістерської роботи полягає у пошуку найоптимальнішого варіанту переоснащення засобів спостереження за характеристиками вітру.

Задачі що вирішувалися в ході роботи:

- проведено аналіз наявного на мережі спостережень вітровимірювального обладнання, його найменувань, віку, технічного стану;
- досліджено наявні на ринку прилади;
- вивчено процедури впровадження в діяльність нового обладнання;
- вивчено фінансові можливості гідрометслужби;
- виходячи з досліджених даних, розроблено поетапний порядок переоснащення мережі спостережень вітровимірювальними приладами;

Об'єкт дослідження: пункти спостережень опорної мережі спостережень;

Предмет дослідження: прилади що вимірюють характеристики вітру на мережі спостережень та сучасні вітровимірювальні прилади, якими можна було б переоснастити цю мережу;

Методи дослідження: метод порівняльного аналізу та статистичний аналіз даних;

Наукова новизна одержаних результатів: подібним чином у запропонованому порядку вперше відбувається

Практичне значення одержаних результатів: проведене дослідження дозволяє реалізувати його в гідрометслужбі України, а також на його прикладі розробити підхід до переоснащення по інших видах спостережень.

Магістерська робота містить: 102 сторінки, використаних літературних джерел 26.

Ключові слова: Український гідрометеорологічний центр, мережа спостережень, метеостанція, анемометр, вітер.

SUMMARY

Master's Thesis Topic: «Technical re-equipment of the Ukrainian hydrometeorological service network. Observation of the wind characteristics.»

Author: Burlaka Yurii Valeriiovych.

The relevance of the topic results from the fact that the State Emergency Service of Ukraine uses about 19.5 thousand devices and equipment tools for various purposes in the meteorological organizations systems. More than 80% of devices work exceeding the exploitation period, and about 50% of them need to be replaced immediately.

The aim of the master's thesis is to find the best option for the wind monitoring retrofitting.

Tasks solved in the course of work:

- analysis of the wind measuring equipment available for the network observations, analysis of its names, age, technical condition;
- research on the market availability of the devices;
- study of new equipment implementation procedures;
- study of the financial opportunities of the hydrometeorological services;
- development of a gradual procedure of the observation network retrofitting with wind measuring devices, based on the researched data;

Object of study: observation points of the observation reference network;

Subject of study: instruments that measure wind characteristics for the observation network and modern wind measuring devices that could be retrofitted for these networks;

Research methods: benchmarking and statistical analysis of data;

Scientific novelty of the obtained results: similar retrofitting process is proposed for the first time

The practical significance of the results: the conducted research allows its implementation in hydrometeorological service of Ukraine, as well as a development of a retrofitting approach for other types of observations.

The master's thesis contains: 102 pages, 26 literary sources.

Keywords: Ukrainian Hydrometeorological Center, Observation network, meteorological station, anemometer, wind.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМ В ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОМУ НАПРЯМКУ ДІЯЛЬНОСТІ.....	9
1.1 Загальна інформація.....	9
1.2 Причини виникнення проблеми.....	11
1.3 Фінансові аспекти гідрометеорологічної діяльності.....	11
1.4 Міжнародні дані.....	13
1.5 Досвід попереднього переоснащення гідрометслужби.....	14
2. ПОРЯДОК ВПРОВАДЖЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРИЛАДІВ У РОБОТУ.....	16
3. ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРУ, МЕТОДИТА ВИМОГИ	21
3.1 Вимірювання характеристик вітру.....	21
3.2 Характеристики роботи датчиків.....	22
3.3 Осереднення значень характеристик вітру.....	24
3.4 Розміщення приладів.....	24
4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ.....	26
5. ВИМІРЮВАННЯ ВІТРУ НА МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГІДРОМЕТСЛУЖБИ.....	37
5.1 Забезпеченість мережі вітровимірювальними приладами.....	37
5.2 Порядок забезпечення технічного обслуговування в гідрометслужбі.....	40
6. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРЯДКУ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ.....	42
6.1 Реперна кліматична мережа.....	43
6.2 Переоснащення реперної кліматичної мережі.....	45
6.3 Переоснащення пунктів спостережень інформація з яких йде на міжнародний обмін.....	47
6.4 Пункти спостережень, оснащені анеморумбометрами М-63.....	51
6.5 Пункти спостережень, оснащені анемометрами МАРК-60.....	52
6.6 Станції що не потребують переоснащення.....	53
6.7 Розрахунок кількості та вартості приладів. Фінансові можливості	53
6.8 Реалізація переоснащення	54
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	58
ДОДАТОК А.....	60

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВМО	Всесвітня метеорологічна організація
ДСНС	Державна служба України з надзвичайних ситуацій
УкрГМЦ	Український гідрометеорологічний центр
ЦГО	Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського
ГМЦ ЧАМ	Гідрометцентр Чорного й Азовського морів
РЦГМ	регіональний центр з гідрометеорології
ЦГМ	обласний центр з гідрометеорології
ГМО	гідрометеорологічна обсерваторія
А	агromетеорологічна станція
АМСЦ	авіаційна метеорологічна станція цивільна
Ае	аерологічна станція
В	водно балансова станція
ВАС	відділ аерологічних спостережень
М	метеорологічна станція
Сл	сніголавинна станція
Сс	селестокова станція
ЗВТ	засіб вимірювальної техніки
ВІС	вимірювальна інформаційна система

ВСТУП

Інформація про гідрометеорологічні умови та стан забруднення навколишнього природного середовища, прогнозування їх змін є одним із важливих факторів, що забезпечують соціально-економічний розвиток України, обороноздатність та екологічну безпеку держави.

Необхідними умовами надійного функціонування системи гідрометеорологічних спостережень і спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища, забезпечення споживачів достовірною своєчасною інформацією та прогнозами є оснащення спостережної мережі національної гідрометеорологічної служби сучасними засобами вимірювальної техніки, застосування новітніх технологій, розвиток науково-методичної бази проведення спостережень і прогнозування[1].

Метою даної роботи є проведення дослідження для пошуку найоптимальнішого варіанту переоснащення засобів спостереження за характеристиками вітру на мережі спостережень гідрометслужби. Дана робота – це лише один етап у переоснащенні. Подібним чином в гідрометслужбі буде переоснащено обладнання для інших видів спостережень.

Актуальність даної роботи є дуже високою, адже у системі гідрометеорологічних організацій Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі - ДСНС) використовується близько 19,5 тисяч приладів та обладнання різного призначення. Більшість приладів, обладнання, технічних систем та програмного забезпечення гідрометеорологічного та аналітичного призначення морально застаріли. Понад 80 % приладів та обладнання працюють з вичерпаним технічним ресурсом експлуатації, а близько 50 % потребують негайної заміни.

Об'єктом дослідження в даній роботі є мережа спостережень гідрометеорологічних організацій – пункти спостережень підпорядковані Центральній геофізичній обсерваторії імені Бориса Срезневського, Гідрометеорологічному центру Чорного й Азовського морів, Дніпропетровському, Донецькому, Львівському та Харківському регіональним центрам з гідрометеорології, Вінницькому, Волинському, Житомирському, Закарпатському, Запорізькому, Івано - Франківському, Кіровоградському, Луганському, Миколаївському, Полтавському, Рівненському, Сумському, Тернопільському, Херсонському, Хмельницькому, Черкаському, Чернівецькому, Чернігівському обласним центрам з гідрометеорології та Дунайській гідрометеорологічній обсерваторії .

Предметом дослідження є прилади що вимірюють характеристики вітру на мережі спостережень та сучасні вітровимірювальні прилади, якими можна було б переоснастити мережу спостережень.

Проблемою, яка потребує дослідження, є пошук найоптимальнішого варіанту переоснащення фізично і морально застарілих вітровимірювальних приладів на мережі спостережень гідрометслужби сучасними надійними приладами в умовах обмежених фінансових можливостей.

Методи дослідження полягають у вивченні та аналізі інформації щодо стану оснащення мережі спостережень гідрометслужби України вітровимірювальними приладами, їх різноманіттям, технічними характеристиками, розподілом по мережі та віковим складом. Також буде розглянуто доступні для придбання сучасні прилади і їх технічні характеристики, порядок впровадження нового обладнання в роботу і дані паралельних спостережень по деяких із них. А також буде визначено найоптимальніший варіант переоснащення.

Робота складається з вступу, шести розділів, висновків та переліку посилань.

У вступі сформульовано мету роботи, її актуальність, визначено об'єкт та предмет дослідження, проблему, яку необхідно розв'язати, а також наведено методи дослідження. У першому розділі наведено загальні положення з даного питання, озвучено проблему, розглянуто питання фінансування гідрометслужби, досвід інших країн тощо. У другому розділі розглядається порядок провадження гідрометеорологічних приладів у роботу. В третьому розділі описано вимірювання характеристик вітру, методи та вимоги до даних вимірювань. У четвертому розділі проводиться дослідження вимірювальних приладів. У п'ятому розділі розглядається вимірювання вітру безпосередньо на мережі гідрометслужби. У шостому розділі зроблено дослідження порядку переоснащення мережі спостережень, а саме вітровимірювальних приладів. У висновках представлені результати виконаної роботи.

Робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к. геогр. наук, доцента Боровської Галини Олександрівна.

1 ОГЛЯД ПРОБЛЕМ В ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОМУ НАПРЯМКУ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Загальна інформація

Метою технічного переоснащення служби є досягнення відповідного сучасним вимогам рівня забезпечення органів державної влади та органів місцевого самоврядування, галузей економіки, Збройних Сил України і населення інформацією про фактичні та очікувані зміни гідрометеорологічних умов, попередженнями про небезпечні і стихійні гідрометеорологічні явища та інформацією про стан забруднення навколишнього природного середовища, що можливо в результаті технічного і технологічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби.

Цінність гідрометеорологічної інформації для кінцевих споживачів полягає не тільки в можливості зниження економічної шкоди. Моніторинг стану навколишнього середовища поряд з кліматологічними і гідрометеорологічними прогнозами є одним з найважливіших інструментів управління, яка може відігравати значну роль в процесі прийняття рішень, сприяти підвищенню безпеки населення, ефективності і продуктивності комерційної діяльності.

Однак, вдосконалення наукових знань в галузі гідрометеорології не веде автоматично до підвищення соціально-економічної цінності продуктів гідрометеорологічної служби. Навіть точний прогноз не має ніякої цінності, якщо він не був своєчасно наданий кінцевому споживачеві в потрібному і зрозумілому для нього форматі. Тож, як бачимо, проблема є комплексною.

На сьогодні гостро стоїть потреба у відкритті нових та модернізації існуючих пунктів спостережень, встановленні автоматизованих станцій, комплексів, систем, придбанні сучасних засобів виміральної техніки з вимірювання гідрометеорологічних параметрів, показників складу забруднювальних речовин навколишнього природного середовища, а також реформуванні системи технічного обслуговування та забезпечення.

Для вирішення завдання збирання, передавання, оброблення та узагальнення інформації, забезпечення автоматизованого доступу до неї користувачів, потребують модернізації комплекси оброблення, архівації і збереження даних гідрометеорологічних спостережень та спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища.

Вдосконалення процесу здійснення гідрометеорологічних спостережень дозволило б збільшити завчасність прогнозування та попередження небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ, у т.ч. злив, шквалів, смерчів, посух, паводків тощо. Підвищення ефективності гідрометеорологічної діяльності сприяло б організації та вжиттю заходів із забезпечення безпеки життя, захисту майна населення й запобіганню можливим збиткам для економіки держави[2].

Таким чином, проблема, яка потребує розв'язання, полягає в тому, що поточний стан технічного аспекту гідрометеорологічної діяльності, а саме: відсутність сучасних автоматизованих дистанційних комплексів проведення гідрометеорологічних спостережень, спостережень за станом забруднення навколишнього природного середовища, передових технологій гідрометеорологічного прогнозування – не дозволяє на європейському рівні забезпечувати гідрометеорологічною інформацією суб'єкти галузей економіки та населення, у багатьох випадках унеможлиблює завчасне прогнозування таких стихійних гідрометеорологічних явищ як катастрофічні зливи, шквали, смерчі, швидкоплинні паводки на гірських річках Карпат[3].

Тобто, фактично гідрометеорологічна служба України потребує повного технічного переоснащення і для його здійснення необхідна підтримка держави.

Дуже доречно було б розробити реалістичний довгостроковий план модернізації, який був би заснований на концепції розвитку і стратегії її реалізації, у співпраці з відповідними органами виконавчої влади та потенційними основними замовниками, а також організувати процес його реалізації.

В ідеалі - це могла б бути, наприклад, Державна цільова програма матеріально-технічного переоснащення національної гідрометеорологічної служби. Розроблення цільової програми відповідало б пріоритетам державної політики, зокрема:

Угоді про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони;

Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України від 26 травня 2015 р. № 287 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року «Про Стратегію національної безпеки України»;

Концепції розвитку сектору безпеки і оборони України, затвердженої Указом Президента України від 14 березня 2016 р. № 92 «Про рішення Ради

національної безпеки і оборони України від 4 березня 2016 року «Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України».

Проте, поки такої програми не існує і не відомо, чи буде її загалом розроблено та затверджено, необхідно знаходити інші варіанти щодо переоснащення. Наприклад, поетапна заміна приладів по видах спостережень.

1.2 Причини виникнення проблеми

Основними причинами виникнення проблем, що знижують ефективність роботи гідрометеорологічних організацій та підприємств, що належать до сфери управління ДСНС, та негативно позначаються на якості гідрометеорологічного забезпечення, мають технічний і фінансовий характер.

Причини технічного характеру:

- моральна застарілість та фізична зношеність засобів вимірювальної техніки, що використовуються гідрометеорологічними організаціями ДСНС. Частина засобів вимірювальної техніки не відповідає міжнародним стандартам, зокрема вимогам Всесвітньої метеорологічної організації, Міжнародної організації цивільної авіації та Європейського Союзу;

- практично відсутність сучасних автоматизованих технологій та систем проведення спостережень;

- відсутність в Україні до 2000 року галузі гідрометеорологічного приладобудування та в подальшому державної підтримки вітчизняного виробника гідрометеорологічного обладнання.

Причини фінансового характеру:

- недостатнє бюджетне фінансування організацій гідрометеорологічної служби, у бюджетних запитах не враховувався весь спектр проблем, що потребують розв'язання та відповідного фінансування.

1.3 Фінансові аспекти гідрометеорологічної діяльності

Аудитом ефективності використання коштів державного бюджету, спрямованих на гідрометеорологічну діяльність, проведеним у 2018 році Рахунковою палатою України, встановлено, що кошти на придбання

гідрометеорологічних приладів та обладнання (капітальні видатки) у 2006 – 2015 роках взагалі не виділялися, і лише з початку 2016 р. почали виділятися видатки розвитку за бюджетною програмою КПКВ 1006060 «Гідрометеорологічна діяльність» в розмірі 10 млн. грн [4].

На перший погляд може здатися, що почала виділятися велика сума – 10 млн., проте дані кошти розподіляються між 26 організаціями і спрямовуються не лише на закупівлі необхідного обладнання, а й на проведення капітальних ремонтів приміщень і будівель. Наприклад згідно цього ж звіту встановлено, що у 2017 році потребу в коштах було забезпечено на рівні 7,5 %. Фактично ж даних коштів вистачає лише для підтримки функціонування гідрометеорологічних організацій.

Таблиця 1.1 – Розмір видатків розвитку за бюджетною програмою КПКВ 1006060 «Гідрометеорологічна діяльність»

Роки	2006-2015рр.	2016р.	2017р.	2018р.	2019р.
Сума коштів, грн.	0 грн.	10 млн.	10 млн.	10 млн.	10 млн.

Результати дослідження, виконані у 2007 році експертами Міжнародного банку реконструкції та розвитку спільно із спеціалістами Державної гідрометеорологічної служби МНС України, показали, що економічна ефективність від інвестицій, спрямованих на модернізацію та технічне переоснащення гідрометеорологічних організацій, складає від 1:4 до 1:11, тобто кожна вкладена гривня матиме віддачу від 4 до 11 гривень. Суттєвий додатковий економічний ефект від розвитку гідрометеорологічної служби отримують і окремі галузі економіки. Так, сільське господарство потенційно може отримати вигоду (у вигляді попереджених утрат) в обсязі 2,1 – 3,1 % ВВП по сільському господарству. Поліпшення прогнозування та запобігання небезпечним і стихійним гідрометеорологічним явищам сприятиме поліпшенню соціальних умов проживання населення, особливо в паводконебезпечних регіонах, підвищенню безпеки у транспортній галузі, особливо в авіаційних перевезеннях, розв’язанню проблем довкілля.

Реальна ж економічна вигода для держави від реалізації цільової програми була б більшою, оскільки в цих оцінках не враховано додатковий економічний ефект, який отримують від поліпшення гідрометеорологічного забезпечення такі напрями господарювання, як ведення приватних (фермерських) господарств і розвиток туристичної галузі.

Таким чином, сума коштів, залучених для реалізації переоснащення була б значно меншою від суми матеріальних збитків для економіки та

населення України внаслідок несприятливих гідрометеорологічних умов завдяки підвищенню точності та завчасності прогнозів і попереджень.

1.4 Міжнародний досвід

Надійна кліматологічна інформація допоможе будувати плани з урахуванням очікуваних несприятливих або сприятливих кліматичних подій, краще розподіляти ресурси і реалізовувати цілі розвитку. Досягнення в області кліматології, включаючи сезонне і субсезонне прогнозування, передбачення тенденцій зміни і мінливості клімату на наступні десять років, моніторинг клімату в реальному часу, адаптація кліматологічної інформації відповідно до конкретних потреб користувача - все це дає можливість поліпшити управління факторами ризику, пов'язаними з кліматом, особливо це важливо для країн, що розвиваються, де соціальні потреби найбільші.

Кілька недавніх досліджень у країнах Середньої Азії показали, що якісні гідрометеорологічні дані, послуги, адаптовані під потреби замовників, а також тісна співпраця і партнерські відносини з гідрометеорологічною службою можуть принести значну користь для економіки країн, розвитку різних галузей народного господарства і добробуту домогосподарств. Ці дослідження також доводять, що капіталовкладення в модернізацію та вдосконалення гідрометеорологічної служби окупляться в десятки разів. Крім того, за рахунок регіонального співробітництва можна істотно знизити потреби в інвестиціях в порівнянні з ситуацією, коли кожна країна і гідрометеорологічна служба діють не узгоджено. Гідрометеорологічні служби оцінюють рівень і достовірність своїх прогнозів значно вище, ніж представники промислових підприємств, які користуються їхніми продуктами. Особливо це відноситься до прогнозування екстремальних гідрометеорологічних подій і сукупної кількості опадів, що призводить до виникнення природних загроз. Однак в даний час є дуже мало даних щодо розміру середньорічного збитку для різних галузей соціальної та економічної сфери, в результаті метеорологічних і кліматологічних подій. Відсутні також оцінки фахівців про обсяг шкоди, якій вдалося запобігти. Низька продуктивність сільського господарства є результатом застосування застарілих технологій вирощування сільгоспкультур і збитку, що завдається численними природними загрозами, такими як землетрус, знеліснення, опустелювання, ерозія, заморозки, повені та посухи. Збиток, що щороку наноситься фермерським господарствам в результаті граду обчислюється

десятками мільйонів доларів. Збиток від стихійних лих є результатом поєднання загроз що реалізувалися і характеристик вразливих до їх впливу об'єктів, які роблять їх сприйнятливими до таких впливів (фактори вразливості). Екстремальні природні явища, що викликають лиха, можуть призвести до істотного уповільнення темпів економічного розвитку країни, що впливатиме на показник ВВП.

Згідно з дослідженнями Управління Організації Об'єднаних Націй з питань зменшення ризиків при стихійних лихах (далі – UNDRR) використання належних систем оповіщення допомогло б знизити збиток від стихійних лих приблизно на 35%. Автор цього документа включив в нього оцінку економічних вигод від роботи гідрометеорологічних служб, проведеному на замовлення ВМО для семи країн Східної Африки (2007) і Центральної Азії (2009), а також на замовлення UNDRR для країн Південно - Східної Європи (2008). В рамках цього дослідження не вдалося отримати дані про розміри і частки галузей економіки, які залежать від погодних умов, в країнах Кавказу. Однак Міжнародним банком реконструкції та розвитку в 2006 році був складений звіт про "Оцінці економічної ефективності гідрометеорологічних служб в країнах кавказького регіону". У цьому дослідженні був використаний еталонний метод для оцінки економічної ефективності гідрометеорологічних служб, який не вимагає детальних аналітичних досліджень і опитувань. Цей метод заснований на оцінці рівня збитку, який вділося запобігти, за допомогою корекції вихідних параметрів в залежності від економічних, метеорологічних і кліматологічних характеристик конкретної країни. Еталонний метод також використовувався при дослідженні ситуації в Хорватії (окремо від інших країн ПСЄ) фінськими компаніями ІМФ і VTT, а також в рамках вищевказаного дослідження країн Центральної Азії і Кавказу, проведеного на замовлення ВМО[5].

1.5 Попередній досвід переоснащення гідрометслужби

Спроби здійснити переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень та спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища в Україні уже були, проте, не вдалі. На жаль, не вдалося досягти модернізації гідрометеорологічної служби до сучасних вимог і у межах Державної програми науково-технічного переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень і базових спостережень та базової мережі спостережень за забрудненням навколишнього природного

середовища, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 29 травня 1996 р. № 579 і розрахованої на період 2002-2006 років. Обмежене фінансування цієї програми (близько 3 % обсягів, передбачених на її виконання, та повна відсутність капітальних видатків) унеможливило виконання передбачених завдань, не дозволило переоснастити службу сучасними засобами вимірювань та технологіями проведення спостережень і прогнозування, що були розроблені в результаті виконання 24 науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт[1].

Тож під час її проведення було проаналізовано:

- досвід проведення модернізації національних гідрометеорологічних служб сусідніх країн;

- стан виконання Державної програми науково-технічного переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень та базової мережі спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища у 2002 – 2006 роках;

- фінансування бюджетної програми КПКВ 1006060 «Гідрометеорологічна діяльність» протягом останніх 5 років[6, 7, 8, 9, 10];

- наявність приладів та їх технічний стан на мережі спостережень;

- можливості українських науково-дослідних установ і підприємств-виробників щодо виготовлення засобів вимірювальної техніки гідрометеорологічного призначення;

- електронний майданчик «Прозорро» в частині вартості вітровимірювальних приладів, які реалізуються в Україні[11].

2 ПОРЯДОК ВПРОВАДЖЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПРИЛАДІВ У РОБОТУ

У продажу є багато різних метеорологічних приладів, проте, як свідчить практика, часто покази нових типів приладів відрізняються від показів штатних приладів. Такі прилади потребують доопрацювання і впровадження їх в роботу може здійснюватися лише після певних випробувань. Саме з цією метою розроблено процедуру впровадження приладів в роботу в гідрометеорологічних організаціях.

Наказом УкрГМЦ від 20.12.2013 № 240 затверджено Порядок впровадження засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем[12]. Цей порядок визначає процедуру впровадження засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем і є обов'язковим до виконання всіма гідрометеорологічними організаціями сфери управління ДСНС.

Результатом впровадження є внесення типу засобу вимірювальної техніки або вимірювальної інформаційної системи до «Переліку дозволених до використання типів засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем гідрометеорологічного призначення», а також та змін до відповідних керівних документів.

«Перелік дозволених до використання типів засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем гідрометеорологічного призначення» затверджено наказом УкрГМЦ від 20.12.2013 р. № 241[13].

Згідно п.2 даного наказу, заборонено придбання та введення в експлуатацію ЗВТ і ВІС гідрометеорологічного призначення, типи яких відсутні у вищезазначеному переліку.

У нашому дослідженні розглядатимуться прилади не лише такі, що є у вищевказаному переліку дозволених, а також і ті, що на сьогодні проходять відповідні процедури впровадження.

Ініціаторами впровадження можуть бути методичні центри різних напрямків: Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського, Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів, Львівський, Харківський та Донецький (Маріупольська ГМО) РЦГМи, Волинський, Миколаївській та Кіровоградській (Світловодська ГМО) ЦГМи .

Процедура впровадження починається з письмового звернення ініціатора тобто методичного центру до Українського гідрометеорологічного центру. До звернення обов'язково додається копія документу, виданого спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері метеорології, що підтверджує затвердження типу, а також документи, що

дозволяють визначити функціональне призначення та технічні характеристики ЗВТ або ВІС, що пропонуються впровадити.

Позитивними результатом розгляду звернення ініціатора є доручення відповідному методичному центру організувати випробування зразка.

Якщо постачальник не надає зразок безоплатно, для випробування може бути придбаний лише один такий зразок.

Дозвіл на придбання зразка для випробування знову ж таки надає УкрГМЦ. Про отримання придбаного зразка гідрометеорологічна організація, де буде його встановлено, сповіщає методичний центр та УкрГМЦ протягом 3-х днів.

Випробування провадять за програмою, підготовленою відповідним методичним центром, яка затверджується УкрГМЦ.

Паралельні спостереження під час виробничих випробувань за новими та штатними приладами провадять впродовж періоду від одного календарного місяця до року.

Якщо на станцію закуплено датчики, які вже включені до Переліку дозволених до використання, то достатньо проводити спостереження протягом 3-х місяців і за умови, що зазначені спостереження по новому приладу не відрізняються від даних спостережень по станційним приладам більш, ніж на 12 % (або 30 випадків) з 248 випадків спостережень за місяць. Якщо ж прилад новий, то потрібно за його допомогою здійснювати спостереження у всі періоди року, особливо перехідні і зимові.

Одночасно, під час проведення паралельних спостережень персонал станції набуває всіх необхідних навиків для роботи з новими приладами.

До роботи з новими приладами допускають працівників, які пройшли навчання правилам роботи з ними, вивчили документацію щодо їхньої експлуатації та пройшли інструктаж з охорони праці.

У період проведення паралельних спостережень програму спостережень метеорологічної станції виконують в повному обсязі згідно з нормативними документами, що обумовлюють їх здійснення. Протягом цього періоду покази штатних приладів залишаються основними і використовуються для режимних узагальнень і оперативного обслуговування.

За результатами порівняльних спостережень щоденно заповнюють таблицю, форму якої за необхідності уточнює методичний центр.

Як правило, таблицю для запису паралельних спостережень використовують у форматі Excel. Вона зручна у використанні, всі різниці показів, максимальні і мінімальні значення, рахуються автоматично, що значно полегшує роботу і дозволяє уникнути помилок. Також в ній

прописуються автоматично допустимі відхилення та підрахунок з яким знаком відхилення.

Добові висновки (середні та екстремальні характеристики), визначені за результатами вимірювання штатними приладами вимірювань, порівнюють з відповідними значеннями метеорологічних величин, виміряних новими приладами.

Порівняння місячних висновків провадять за середніми та екстремальними характеристиками, визначеними за даними штатних та нових приладів за всі строки спостережень.

Під час паралельних спостережень заборонено підміняти дані штатних приладів даними з нових датчиків. За недотримання цієї вимоги паралельні спостереження втрачають будь-який сенс і не дають змоги виявити системні відхилення у показах штатних і нових приладів.

Результати вимірювання за новими приладами визнають достовірними, якщо:

– різниці середніх значень не перевищують максимально допустимі відхилення показів штатних та нових приладів для середніх характеристик відповідно до таблиці 2.1;

Таблиця 2.1 – Максимально допустимі відхилення показів штатних та нових приладів

Метеорологічна величина		Середнє значення за місяць	Середнє значення за добу	Значення в строк
1	Температура повітря, °C	±0,5	–	±1,0
2	Атмосферний тиск та величина баричної тенденції, гПа	±0,5	–	±0,7
3	Точка роси, °C	±1,0	±1,0	±1,5
4	Швидкість вітру:– середня 0-5 м·с ⁻¹	±0,5	±0,6	±1
	макс. порив >5 м·с ⁻¹	±0,5	±0,6	±2
5	Напрямок вітру, градус	–	–	±20
6	Температура ґрунту на глибинах, °C: на оголеній ділянці	±0,5	±1,0	±1,2
	– на ділянці з природним покривом	±0,5	±0,8	±1,5
7	Температура поверхні ґрунту, °C	±1,0	±1,0	±1,5
8	Сума рідких опадів: – до 1 мм	–	±0,2мм	±0,2мм
	– 1 мм і більше	–	±5%	±5%
9	Інтенсивність опадів, мм·хв ⁻¹		±10% *	±10%

* від суми опадів за дощ

	Метеорологічна величина (Середні місячні значення метеорологічної величини)											
	Місяць											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Штатний прилад												
Новий прилад												
Різниця												
Кількість строків:– різниця перевищують допустимі значення												
– у відсотках, %												

Рис. 2.1 – Форма таблиці аналізування результатів вимірювання

Паралельні спостереження потрібно припинити доточно, якщо протягом першої половини місяця з'ясується, що подальше їхнє проведення недоцільне (кількість збоїв нових приладів становила більше 20, коли різниця перевищувала допустимі значення).

З тих метеорологічних величин, результати порівняння яких не відповідають допускам, провадять повторні паралельні спостереження.

Після закінчення терміну паралельних спостережень матеріали надсилають до методичного центру за відповідним напрямком діяльності та закріпленістю, де проводять відповідний аналіз і роблять висновки про можливість використання нового приладу, як основного засобу вимірювання.

Якщо результати паралельних спостережень за весь період спостережень відповідають всім вищезазначеним вимогам, то їх розглядають на Секції методів проведення спостережень і вимірювань та на Секції технічних засобів вимірювання, зв'язку і приладів Методичної комісії УкрГМЦ.

У випадку негативних висновків відповідна Секція надає пропозиції щодо вдосконалення приладу або обґрунтовану відмову від його подальших випробовувань.

Якщо висновок Секцій позитивний, рекомендації Секцій розглядають на черговому засіданні Науково-технічної ради УкрГМЦ, де приймають рішення щодо внесення приладу до Переліку дозволених до використання типів засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем гідрометеорологічного призначення.

Якщо метеорологічна станція одержує новий ЗВТ, який входить до Переліку, після його встановлення протягом трьох днів оцінюють відповідність прилад вимогам та характеристикам, викладеним у технічній документації, щодо вимірювання відповідних метеорологічних величин.

Новий ЗВТ оцінюють, порівнюючи дані спостережень в усі строки з результатами спостережень за штатним приладом. Результати порівняння заносять у таблицю, оцінюють різницю добових та строкових значень. Якщо відхилили не перевищують допустимі значення, складають акт про введення приладу у виробничу експлуатацію, який надсилають до гідрометеорологічної організації, якій підпорядкована станція, та копію до методичного центру за закріпленістю.

Якщо є окремі значні відхилення (перевищення максимально допустимих у кілька разів), або кількість відхилень, що перевищують максимально допустимі, виходить за межі максимально допустимих відхилень показів штатних та нових приладів, про це також повідомляють гідрометеорологічній організації, якій підпорядкована станція, та інформують методичний центр за закріпленістю для прийняття подальших рішень.

Якщо під час оцінювання роботи приладу та відповідності його технічній документації виникали несправності та відмови, для усунення яких потрібні ремонтні роботи, після ремонту чи заміни несправних деталей процедуру оцінювання нового ЗВТ повторюють.

3 ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРУ, МЕТОДИ ТА ВИМОГИ

3.1 Вимірювання характеристик вітру

Швидкість вітру вимірюється, як правило, в метрах за секунду (м/с), також може вказуватися в кілометрах в годину або вузлах. Вимірювати слід з точністю до найближчої одиниці.

Напрямок визначають за кутом між географічним меридіаном і напрямом на точку горизонту, звідки дме вітер і вимірюється він у кутових градусах або румбах.

Зазвичай вимірювання приземного вітру здійснюють за допомогою флюгерів, анеморумбометрів, анемометрів (ультразвуковий, чашковий або крильчатий)

У пунктах наземних метеорологічних спостережень вимірюють:

- середню швидкість вітру в строк спостережень;
- середній напрям вітру в строк спостережень;
- максимальну швидкість вітру (швидкість під час поривів) у строк спостережень;
- максимальну швидкість вітру між строками спостережень (максимальний порив за тригодинний інтервал).

Варто зазначити, що «штиль» вказується тоді, коли середня швидкість вітру складає менше 0,5 м/с. Напрямок вітру для синоптичних цілей в цьому випадку не вимірюється.

При відсутності анемометра швидкість вітру може бути оцінена з використанням шкали Бофорта.

На морських гідрометеорологічних станціях при відсутності відповідного приладу швидкість вітру може бути визначена відповідно до шкали Бофорта, а напрямок вітру - шляхом спостереження за переміщенням морських хвиль [14].

Спостереження за вітром потрібні для моніторингу і прогнозу погоди, для кліматологічних узагальнень вітрових навантажень, для оцінки ймовірності збитку від сильного вітру і оцінки енергії вітру, а також в якості складової частини оцінки приземних потоків, наприклад для оцінки випаровування в інтересах сільськогосподарського виробництва і визначення поширення забруднення повітря.

Зазвичай при вимірюванні швидкості достатньою вважається точність до 0,5 м/с при швидкості менш 5 м/с і не гірше 10 % при швидкості понад 5 м/с. Напрямок вітру має вимірюватися з точністю до 5°.

Проте в багатьох випадках, особливо у разі виникнення пов'язаних з вітром небезпечних та стихійних явищ, важливо знати й про поривчастість вітру. Вона необхідна для надкороткострокових прогнозів метеоумов при зльоті і посадці літаків, кліматичних узагальнень значень вітрового навантаження, розрахунку поширення забруднення повітря і коректування анеморумбометрів.

Сучасні прилади дозволяють без особливих зусиль отримати необхідну точність вимірювань. Найбільш важким моментом при проведенні спостережень за вітром є вибір місця розміщення анеморумбометра. Так як майже неможливо знайти місце, де швидкість вітру являється репрезентативною для великої території, рекомендується оцінити помилки, обумовлені нерепрезентативністю місця розміщення анеморумбометра.

Вимоги спостережень задовольняють два параметра, а саме: середні квадратичні відхилення напрямку і швидкості вітру та максимальний порив при трисекундному осередненні.

3.2 Характеристики роботи датчиків

Зазвичай вимірювання приземного вітруздійснюють за допомогою флюгерів, анеморумбометрів, анемометрів (ультразвуковий, чашковий або крильчатий).

Чашкова вертушка і флюгер, лопатева вертушка і флюгер і просто крильчасті вертушки – найбільш часто зустрічаємі комбінації на метеомайданчиках.

Характеристикою реакції датчиків чашкового і крильчатого типу на зміну швидкості вітру є довжина шляху повітряної частки до моменту спрацьовування датчика, величина якого прямо пропорційна моменту інерції вертушки і, крім того, залежить від ряду геометричних параметрів.

Більшість датчиків швидкості вітру чашкового і крильчатого типу швидше реагують на збільшення швидкості вітру, ніж на її зменшення, тому ці вертушки завищують фактичну середню швидкість вітру. Більш того, коливання вертикальної компоненти швидкості можуть також призвести до завищення швидкості чашковими анемометрами в результаті ослаблення взаємодії чашки з нахиленим до горизонту потоком. Загальне завищення

швидкості може становити 10% для деяких конструкцій і при високій турбулентності вітрового потоку (для чашкового анемометра на висоті 10 м з відстанню відкличу 5 м над вкрай неоднорідною поверхнею. Цей недолік можна звести до мінімуму шляхом використання анемометрів з швидким відгуком (малу інерцію) - або чашкових анемометрів з хорошою реакцією на похилий до горизонту потік, або крильчасті анемометри, які, фактично, не реагують на вертикальну складову швидкості.

Оскільки і чашкові, і крильчасті вертушки обертаються з кутовою швидкістю, прямо пропорційною швидкості вітру або його компоненті уздовж осі обертання, вони особливо зручні для приведення в дію генераторів сигналу різної конструкції. Вибір генератора сигналів або датчика значною мірою залежить від використовуваного засобу обробки і способу зчитування даних.

Необхідно вжити заходів для того, щоб підшипники і генератори сигналів характеризувалися низькими початковим і обертовим моментами тертя, а також щоб момент інерції генератора сигналу не призводив би до зростання часу реакції анемометра на зміну швидкості потоку. В разі передачі генерованого датчиком електричного сигналу кабелем на велику відстань, він ослаблюється за рахунок опору кабелю, що робить використання імпульсного сигналу кращим, оскільки він не настільки схильний до змін при передачі на відстань.

Трубка Піто має вигляд циліндра з двома отворами, один з яких спрямований у напрямку руху повітря і призначений для вимірювання загального тиску (статичного p і динамічного $pV/2$), а інший - збоку, що дає змогу вимірювати тільки статичний тиск p . Різниця тисків, вимірюються диференційним манометром

Існують ще також ультразвукові анемометри. Вище перелічені прилади мають один недолік який ускладнює їх експлуатацію, це наявність рухомих частин, які треба змазувати, та які можуть впливати на вихідні значення виміряних параметрів. Ультразвуковий анемометр не має рухомих частин, тому він більш надійний. Прилад цього типу використовує той факт, що ультразвук поширюється швидше у напрямку, в якому діє вітер. Зазвичай ультразвуковий анемометр вимірює три компоненти вітрового вектора у тривимірному просторі. Вздовж кожної осі розташовано дві пари «передавач-приймач» на відстані 0,1-0,5 м. Передавач посилає безперервні або імпульсні ультразвукові хвилі[15].

3.3 Осереднення значень характеристик вітру

Більшість споживачів інформації потребує даних про осереднені значення характеристик вітру. Осереднення буває скалярне та векторне.

Скалярне осереднення — це визначення середньої швидкості вітру як середнього арифметичного значення миттєвих відліків швидкості без урахування напрямку вітру.

Векторне осереднення — це обчислення середньої швидкості вітру як величини результуючого вектора, тобто з урахуванням змінювання напрямку вітру.

Векторний спосіб осереднення використовується для потреб авіації та інших спеціальних служб тоді як для кліматичних потреб кращим є скалярне осереднення вітру.

У метеорологічній практиці характеристики вітру (швидкість і напрям) осереднюють за 2- або 10-хвилинний інтервал. При здійсненні спостережень на аеродромі для зльоту і посадки повітряних суден час осереднення дорівнює двом хвилинам, а швидкість передається в метрах в секунду, в кілометрах в годину або в вузлах (із зазначенням використовуваних одиниць).

Напрямок вітру слід вимірювати в градусах і передавати з точністю до найближчих 10 градусів; він повинен бути скалярною величиною, усередненою за 10 хвилин або, в разі значних змін вітру за 10-хвилинний період, середньою величиною за період після зміни вітру.

3.4 Розміщення приладів

Прилади для спостереження за характеристиками вітру встановлюють, як правило, на відкритих майданчиках на стандартній висоті 10 м від поверхні землі. Відкритою місцевістю вважається район, де відстань між анемометром і будь-якою перешкодою в 10 або краще в 20 разів більше висоти перешкоди. На захищених майданчиках, де на вітрові потоки впливають перешкоди (горбистий рельєф, забудови, дерева, кущі тощо), прилади, за погодженням з методичним центром, можна встановлювати на висоті до 20 м або перенести датчик вітру за межі метеомайданчика на більш відкрите місце.

На АМСЦ датчики вітру повинні розташовуватися таким чином, щоб забезпечувати вимірювання, репрезентативні для умов на висоті 10 ± 1 метр над злітно-посадочною смугою в зоні приземлення [16].

Датчики вітровимірювальних приладів і флюгери встановлюють так, щоб вони були зорієнтовані чітко за географічним меридіаном (полуденною лінією).

Щогли вітровимірювальних приладів мають бути встановлені строго вертикально.

Вертикальність щогли перевіряють першого числа кожного місяця, правильність орієнтування вітровимірювальних приладів контролюють щоденно, обходячи метеомайданчик під час здавання-приймання чергувань.

Орієнтування вітровимірювальних приладів відносно географічного меридіана (полуденної лінії) перевіряють так:

- щоб визначити напрям географічного меридіана на місцевості потрібно: за спеціальною таблицею визначити середній сонячний час у момент настання справжнього полудня у потрібний день;

- визначити різницю між Київським зимовим (поясним) часом і середнім сонячним часом на станції;

- визначити час, який буде показувати годинник спостережника в справжній полудень; за кілька хвилин до настання цього моменту стати на північ від щогли вітровимірювального приладу і в момент справжнього полудня вбити кілочок на середині тіні від щогли. В подальшому кілочок замінити постійною віхою, яка закріплює полуденну лінію.

- стають біля віхи, що закріплює напрям географічного меридіана в сторону півночі, і перевіряють, чи збігається з нею орієнтир анеморумбометра чи горизонтальний штифт флюгера, до якого прикріплена літера С. Якщо орієнтація приладів збилась, його треба виправити.

Допустимий відхил орієнтування для вітровимірювальних приладів становить 5° .

Поруч зі встановленими анеморумбометрами не повинно бути джерел сильних магнітних і електричних полів.

Для вимірювання у темну частину доби на метеомайданчику потрібно передбачити освітлення флюгерів.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

У відповідності до статті 444 Цивільного Кодексу України [17], для вивчення характеристик і будови приладів, було взято інформацію про найбільш використовувані на мережі спостережень та найбільш представлені на ринку засоби вимірювання параметрів вітру.

Найчисельнішим і найпростішим приладом на мережі спостережень є:

Флюгер станційний (флюгер Вільда) [18]. Зрозуміло, що даний тип приладів наявний на кожному метеомайданчику, тому їх не відображено ні в таблицях ні на карті розподілу. І у подальшому флюгери мають залишатися на метеомайданчиках як резервні прилади, для уникнення зриву спостережень, під час перебоїв у постачанні на метеостанцію електроенергії чи виходу з ладу основного обладнання;

Анеморумбометри М-63М-1М і М-63М-1[18] . Цих приладів на мережі найбільше (60,1%) але всі вони підлягають заміні на інші сучасні прилади, оскільки є фізично та морально застарілими. 85% цих приладів придбано у 1971-1992 рр. решту ж 15% (21 шт.) у 2000-2004 рр. Технічні можливості даного приладу не передбачають з'єднання з комп'ютером чи використання у складі автоматизованих метеорологічних комплексів. Також проблемним є метрологічне підтвердження характеристик даного приладу. Аеродинамічна труба УкрГМЦ для цього приладу не підходить і потрібно на договірних засадах здійснювати калібрування даних приладів в Укрметртестстандарті. Вартість є досить не дешевою, калібрування одного приладу складає близько 15 тис.грн.

Анемометр МАРК [19]призначений для вимірювання швидкості і напрямку вітру в горизонтальній площині на висотах до 1000 м над рівнем моря. Прилад передає результати вимірювань на відстань до 10 км по двохпровідній лінії. МАРК-60 є сучасним приладом, дозволеним до використання на мережі спостережень гідрометслужби. Це другий по поширеності прилад (32,7%) досить не погано зарекомендував себе на мережі спостережень гідрометслужби, проте траплялися і проблеми, пов'язані з відмовами обладнання. 95% наявних приладів МАРК-60 випущено в 1999-2009 рр. З віком, частота відмов та виходу з ладу збільшується, витрачаються додаткові кошти на запасні частини та відрядження для ремонту.



Рис. 4.1 – Анемометр MARK 60

Подальші закупки цього типу приладів на даний час не можливі. У 2016 році придбано останню партію з цих приладів в кількості 4 шт. Після поставки було виявлено, що розробник без погодження із замовником вніс суттєві зміни до конструкції приладу, які не найкращим чином позначилися на його роботі. Фактично ці прилади не працюють і по сьогодні йде листування з виробником про усунення даних недоліків.

Перетворювач швидкості і напрямку повітряного потоку НОРДВЕСТ (Тропосфера) [20]. Відмінними рисами перетворювача швидкості та напрямку повітряного потоку НОРДВЕСТ (рис. 4.2) є: манометричний принцип дії, відсутність обертових частин, вимірювання одним пристроєм двох метеорологічних параметрів.

Передбачена система підігріву, що запобігає обмерзанню перетворювача в зимовий період.



Рис. 4.2 –Перетворювач швидкості і напрямку повітряного потоку НОРДВЕСТ

Конструктивно перетворювач виконаний у вигляді трьох високочутливих приймачів диференціального повітряного тиску (ПВД) розташованих під кутом 120 градусів один до одного в горизонтальній площині. Перетворювач проводить розрахунок швидкості і напрямку

повітряного потоку по його складових, виміряних за допомогою ПВД. Цифрова термокомпенсація і спеціальний алгоритм автокалібрування нульового сигналу забезпечують стійку роботу перетворювача в широкому температурному діапазоні. Конструкція ПВД забезпечує стійку роботу перетворювача в умовах зливових опадів і снігопаду. Обчислювач комплексу виконує корекцію показань перетворювача по щільності повітря.

Прилад дозволений до використання на мережі спостережень гідрометслужби, відповідає вимогам та критеріям, проте має зауваження до роботи від технічної служби УкрГМЦ. Зокрема, прилад містить в своїй конструкції високочутливі давачі та фільтри, які потребують періодичної прочистки та спеціалізованого обслуговування, а для цього його необхідно знімати зі щогли, обслуговувати в спеціалізованих умовах, спеціальним обладнанням, якого наразі в службі немає та спеціально підготовленого кваліфікованого персоналу.

V200A-UMB. Ультразвуковий датчик вітру V200A-UMB для вимірювання швидкості і напрямку вітру фірми G.Lufft Mess-und Regeltechnik GmbH, Німеччина[21]. Для вимірювання параметрів вітру використовуються високоточні ультразвукові датчики, які не потребують обслуговування, (дана система не має механічних частин і не вимагає заміни підшипників, в порівнянні з механічними приладами). Корпус датчика виготовлений з пластику, основа кріплення – метал (рис.4.3).

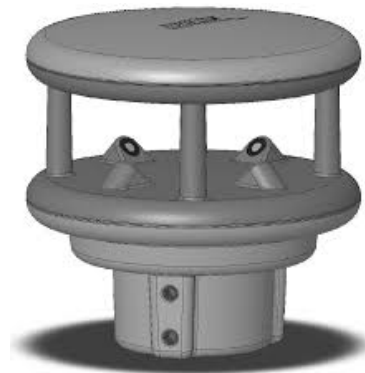


Рис. 4.3 – Ультразвуковий датчик вітру V200A-UMB

Результати вимірювань (декілька десятків в секунду), обробляються внутрішнім процесором, за спеціально розробленим алгоритмом, усереднюються за 3 секунди і зберігається в буфері обміну датчика. На підставі цих даних, будуються середні, мінімальні і максимальні значення за період від 1-10 хвилин і передаються за допомогою наступних протоколів: UMB-Binary, UMB-ASCII, SDI-12, MODBUS.

Датчик обладнаний обігрівом, потужністю 20 Вт. Потужність розрахована виходячи з маси корпусу і теплоємності матеріалу, з якого він виготовлений і є цілком достатньою для експлуатації в зимових умовах у наших широтах. Обігрів датчика включається автоматично при зниженні температури + 5 або ж обігрів може бути налаштований на іншу температуру через безкоштовне програмне забезпечення, яке додається до датчика.

До датчика додається калібрувальний сертифікат, від сертифікованої лабораторії Lufft GmbH. Калібрування проводиться безпосередньо перед відвантаженням клієнту (табл. 4.1).

Основні характеристики продукту: Метод вимірювання, що не потребує обслуговування, придатний для екстремальних умов навколишнього середовища, надійної роботи в холодному кліматі, сумісних інтерфейсів.

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики ультразвукового датчику вітру V200A-UMB (Luft)

Технічні дані	
Розміри	Ø близько 150мм, висота близько 194мм
Вага	близько 0,8 кг
Інтерфейс	RS485, 2-провідний, напівдуплексний
Блок живлення	4 ... 32 В постійного струму
Робоча температура	-50 ... 60 °C
Операційна рел. вологість	0 ... 100% RH
Опалення	20ВА при 24В постійного струму
Довжина кабелю	10м
Корпус рівня захисту	IP66
Щогла кріплення підходить для	діаметр щогли 60 - 76мм
Напрямок вітру	
Принцип	Ультразвуковий
Діапазон вимірювання	0 ... 359,9 °
Одиниця	°
Точність	<3 ° RMSE> 1,0 м / с
Швидкість вітру	
Принцип	Ультразвуковий
Діапазон вимірювання	0 ... 75 м / с
Одиниця	м / с
Точність	± 0,3 м / с або ± 3% (0 ... 35 м / с) ± 5% (> 35 м / с) RMS
Дозвіл	0,1 м / с

Вбудована попередня обробка даних, універсальні інтерфейси та вільно вибираються вихідні протоколи.

Безоплатна експлуатація - завдяки методам вимірювання ультразвуку відсутні рухомі частини, які можуть вийти з ладу чи замерзнути; не потребує повторного калібрування.

Підходить для всіх кліматичних зон, а також для автоматичних метеорологічних станцій, що працюють на сонячних батареях

Інтегроване опалення, яке можна увімкнути, якщо існує ризик замерзання - гарантує безвідмовний режим роботи при наднизьких температурах до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Щодо результатів паралельних спостережень по штатних приладах і ультразвуковому датчику вітру V200A-UMB на М Красноград в липні-грудні 2017 р. та січні-березні 2018 року (табл.4.2). По швидкості вітру у показах цих приладів зафіксовано від 1 до 12 випадків або від 0,5 до 4,8% різниць, що відповідає допуску відповідно до КД 74.90.14-02572508-000:2015 «Паралельні метеорологічні спостереження на станціях»[22], 2015 р., тобто 12 %. По напрямку вітру у показах цих приладів не зафіксовано випадків, які б перевищували допуск.

Детальні дані паралельних спостережень наведено в Додатку.

Таблиця 4.2 – Дані паралельних спостережень на М Красноград

Рік, місяць	Середня швидкість вітру м/с	
	Назва приладу	
	М-63	Датчик швидкості вітру V200A-UMB
2017 рік		
липень	1,5	1,9
серпень	1,8	2,2
вересень	1,9	2,4
жовтень	2,1	2,6
листопад	2,2	2,8
грудень	2,8	3,3
2018 рік		
січень	2,6	3,1
лютий	2,6	3,1
березень	2,8	3,3

При візуалізації даних паралельних спостережень у вигляді діаграм (рис. 4.4), бачимо як прослідковується чітка тенденція.

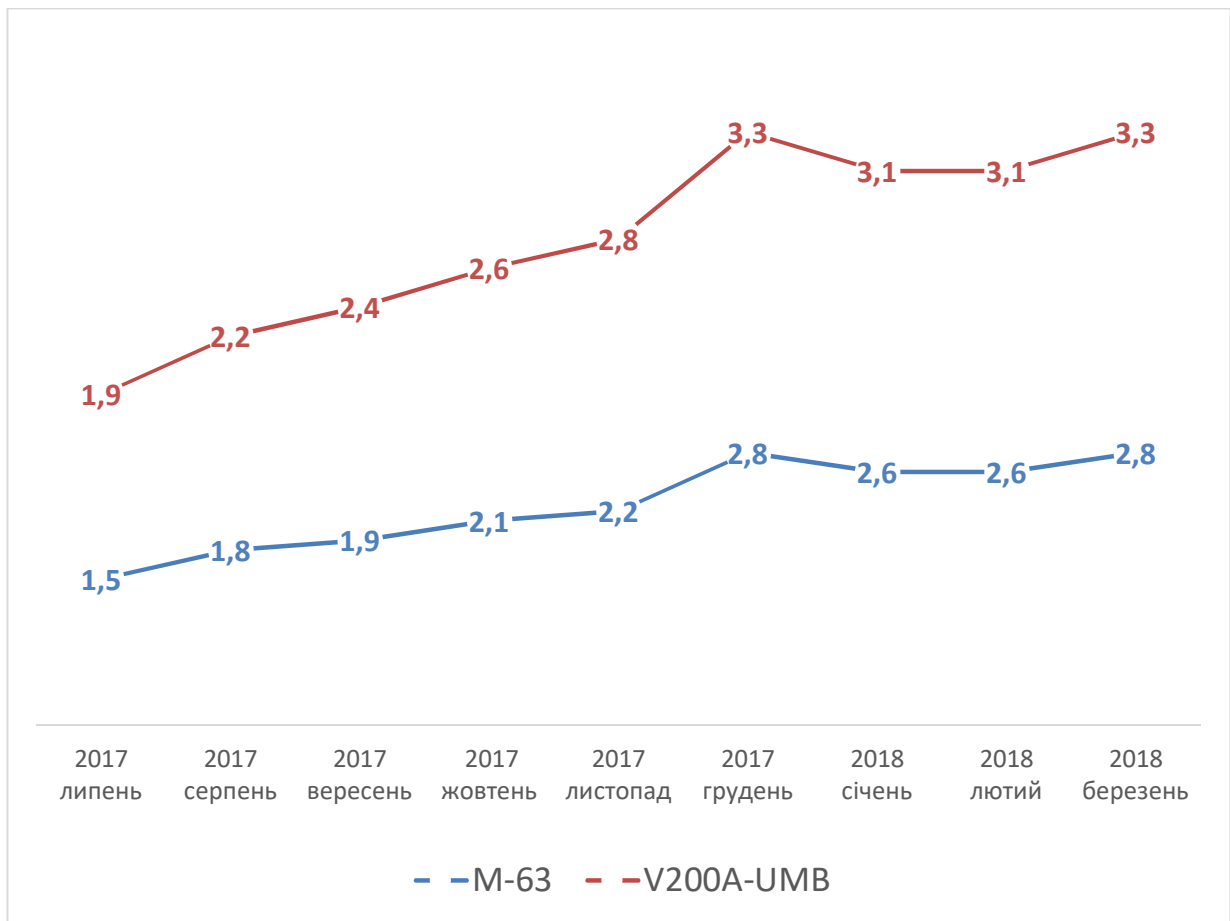


Рис. 4.4 – Тенденція даних паралельних спостережень

Плюсом цього приладу є те, що в ньому закладено сучасні технології – ультразвуковий принцип вимірювання. Він має захист від блискавки (захист від перевищення напруги) ліній живлення і ліній зв'язку.

Всі дані передаються до комп'ютера в цифровому форматі RS485, із застосуванням протоколу Lufft UMB, що забезпечує абсолютну точність даних.

Даний прилад отримав схвальні відгуки, як від технічних фахівців, так і від методистів. Наразі він впроваджується в роботу у організаціях гідрометслужби. Цей анемометр пройшов випробування паралельними спостереженнями та рекомендований до використання. Вирішується питання про внесення його до переліку дозволених. Також важливим є те, що він сертифікований Державною авіаційною службою України, має сертифікат аеродромного обладнання і дозволений до використання у метеорологічному забезпеченні авіації.

Таблиця 4.3 – Дані паралельних спостережень на напрямом, середньою та максимальною швидкостями вітру на М Чигирин

Місяці	Напря́м вітру		
	серпень	вересень	жовтень
М-63			
V200A-UBM			
Різниця			
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	12	0	0
у відсотках (%)	5%	0%	0%
Місяці	Середня швидкість вітру		
	серпень	вересень	жовтень
М-63	1,9	2,1	2,3
V200A-UBM	2,3	2,4	2,5
Різниця	0,4	0,3	02
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	2	0	1
у відсотках (%)	0%	0%	0%
Місяці	Максимальна швидкість вітру		
	серпень	вересень	жовтень
М-63	11	10	11
V200A-UBM	11	10	11
Різниця	0	0	0
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	1	0	0
у відсотках (%)	0%	0%	0%

BoederWind 16. На сьогодні проходить процедуру впровадження комплекс вимірювання параметрів вітру "Boeder Wind 16" (рис.4.5)[23]. Даний прилад виготовляється підприємством ПП «Боедер» (Україна). Згідно офіційних даних, прототипом для створення приладу послужили датчики WAA-151 і WAV-151 виробництва фірми Vaisala (Фінляндія) (табл.4.4).

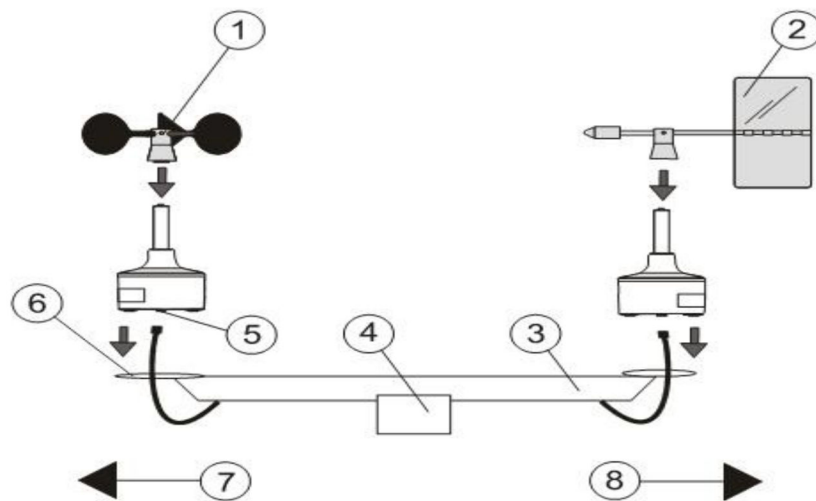


Рис. 4.5 – Комплекс вимірювання параметрів вітру "Boeder Wind 16"

1 – датчик швидкості вітру AW16, 2 – датчик напрямку вітру FW16, 3 – траверса KW16, 4 – контролер, 5 – роз’їм, 6 – фланець кріплення датчика, 7 – північ, 8 – південь

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики комплекс вимірювання параметрів вітру "Boeder Wind 16"

Технічні характеристики:	
Тип датчика / чутливого елемента	чашковий анемометр
Діапазон вимірювань	1 ... 60 м / с
Початкове граничне значення	1 м/с
Точність (діапазон 1 ... 40 м/с)	$\pm 0,5$
Тип датчика / чутливого елемента	флюгер / диск з магнітної кодуванням
Діапазон вимірювань	(швидкість вітру 1 ... 60 м / с) 0 ... 360 °
Похибка	$\pm 0,2^\circ$
Матеріал	Анодований алюміній
Входи і виходи	
Робоче живлення	U = 9,5 ... 15,5 В пост. струму, 20 мА (без обігріву)
Джерело живлення нагрівача	9,5 ... 15,5 DC, 60 Вт
Діапазон робочих температур (з обігрівом вала)	-30 ... + 50 ° C
Передача даних	RS-232, RS-485

Цей комплекс вимірювання параметрів вітру відносно новий і позиціонується він як призначений для метеорологічних спостережень на метеостанціях гідрометеорологічної мережі України і для метеорологічного забезпечення авіації.

AW16 є оптоелектронним, швидкодіючим з низьким порогом початку руху анемометром. Вертушка складається з трьох легких конічних чашок, які забезпечують відмінну лінійність по всьому робочому діапазону.

Обертається вітром оптичний диск, встановлений на вал вертушки, дає бімпульсів за оборот. Елемент підігріву (встановлюється на вимогу замовника) охороняє підшипники від замерзання в холодному кліматі. Номінально забезпечується потужність обігріву - 40Вт. Термостатний перемикач в траверсі датчиків KW16 підтримує обігрів при температурі нижче + 4°C.

Також в робочі поверхні датчиків вбудована система обігріву, яка оберігає від намерзання льоду.

Флюгарки FW16 є магнітоелектронним, збалансованим пристроєм з низьким порогом початку руху. Переміщення флюгарки змінює положення магнітного диска слідом за зміною напрямку вітру. Чутливий елемент визначає зміну напрямку магнітного поля магнітного диска. Елемент підігріву (встановлюється на вимогу замовника) оберігає підшипники від замерзання в холодному кліматі. Номінальна забезпечується потужність обігріву - 40Вт. Термостатний перемикач в траверса датчиків KW16 підтримує обігрів при температурі нижче + 4°C. Також в флюгарка вбудована система обігріву, яка оберігає від намерзання льоду.

KW16 - траверса для кріплення датчиків Wind16 на щоглу, обладнана місцями для кріплення датчиків і контролера з кабелями. Контролер обробляє сигнали з датчиків, управляє обігрівом підшипників і передає дані використовуючи лінію зв'язку (RS232 / RS485). Для потреб авіації, коли видалення датчиків від пункту спостереження значне, рекомендується використовувати RS232 з модемом, встановленому в комутаційному боксі в підставі щогли. для метеорологічних спостережень на метеостанціях гідрометеорологічної мережі України, досить використовувати RS485 (до 1 км). У комплект траверси входять три кабелю. Два кабелі для підключення датчиків і один кабель для підключення комутаційного боксу в підставі щогли.

Не дивлячись на те, що комплекс виготовлений з використанням складових фінського виробника Vaisala, на сьогодні є зауваження до його роботи і у технічної служби і у методистів.

Зважаючи на те, що прилад відносно новий, то лише після усунення недоліків у його роботі та проходження програми паралельних спостережень він може бути впроваджений в роботу на мережі спостережень. Тільки тоді доцільно буде розглядати його як альтернативу існуючим аналогічним приладам.

Таблиця 4.5 – Дані паралельних спостережень на напрямом, середньою та максимальною швидкостями вітру на М Новоград-Волинський

Місяці	Напря́м вітру			
	серпень	вересень	жовтень	листопад
М-63				
Wind				
Різниця				
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	79	129	157	134
у відсотках (%)	32	54	63%	56%
Місяці	Середня швидкість вітру			
	серпень	вересень	жовтень	листопад
М-63	1,1	1,5	1,3	2,2
Wind	0,8	1,0	1,0	2,3
Різниця	0,3	0,5	0,3	0,1
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	1	20	6	8
у відсотках (%)	0%	8%	2%	3%
Місяці	Максимальна швидкість вітру			
	серпень	вересень	жовтень	листопад
М-63	11	12	11	11
Wind	16	16	15	12
Різниця	5	4	4	1
Кількість строків, різниці перевищують допустимі значення (12%)	7	9	3	0
у відсотках (%)	3%	4%	1%	0%

Датчик виміру напряму та швидкості вітру -Cs 03002 (рис.3.4). По даному приладу тільки починається процедура впровадження. Оформлюються необхідні папери на проведення паралельних спостережень. Тому розглядати його як альтернативу для переоснащення ще дуже рано. Але в подальшому, в гідрометслужбі він також буде розглянутий.

Технічні характеристики датчиків виміру напряму та швидкості вітру - Cs 03002 наведені в таблиці 4.6.



Рис. 4.6 – Датчик виміру напрямку та швидкості вітру -Cs 03002

Таблиця 4.6 – Технічні характеристики датчика виміру напрямку та швидкості вітру -Cs 03002

Діапазон робочих швидкостей	0– 50 м/с
Діапазон робочих температур	-50°C + 50 °C
Вихідна частота	1 цикл = 0.75 м/с
Точність вимірювання швидкості вітру	0.5 м/с
Початкова швидкість вимірювання	0.5 м/с
Діапазон робочих кутів	360
Точність виміру кута вітру	5%
Вага	286 Грам
Матеріал корпусу	Алюміній, пластмаса
Країна походження	Сполучені Штати Америки
Виробник	R.M. Young

Проаналізувавши дану інформацію, можна сказати наступне.

Найбільш оптимальним варіантом на сьогоднішній день для переоснащення є ультразвуковий датчик вітру V200A-UMВ виробництва G.Lufft Mess-und Regeltechnik GmbH, Німеччина. Це сучасний датчик в основі якого закладено принципи роботи без рухомих частин, що могли б вийти з ладу чи замерзнути. Даний прилад успішно пройшов випробування та рекомендований до впровадження в роботу. Сертифікований Державною авіаційною службою України, має сертифікат аеродромного обладнання. Орієнтовна його вартість 160 тис. грн. На ньому і зупинимося.

5 ВИМІРЮВАННЯ ВІТРУ НА МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГІДРОМЕТСЛУЖБИ

5.1 Забезпеченість мережі вітровимірювальними приладами

Як уже було зазначено, в даній роботі ми проведемо дослідження приладів для вимірювання характеристик вітру на мережі спостережень і визначимося з найоптимальнішим варіантом для переоснащення. У подальшому, подібним чином в УкрГМЦ будуть розроблені плани переоснащення і по інших видах спостережень.

На метеостанціях вимірюють тільки характеристики горизонтальної складової вітру — напрям і швидкість [18].

Згідно даних обліку, для вимірювання характеристик вітру, в період 1971-2019 рр., на мережу спостережень гідрометслужби придбано 433 одиниць вітровимірювальних приладів (без врахування флюгерів). Значна частина цього обладнання залишилась непідконтрольних нашої владі територіях. На сьогодні, згідно даних обліку, на мережі спостережень гідрометслужби використовується 306 одиниць вітровимірювальних приладів (без врахування флюгерів) (табл.5.1). В таблиці 5.2 наведено їх назви, кількість та роки придбання і введення в експлуатацію.

Таблиця 5.1 – Вітровимірювальні прилади на мережі спостережень

	МАРК-60	Тропосфера (Нордвест)	Vaisala	V-200A (LUFT)	М-63	Всього
Кількість, шт.	100	8	11	6	181	306
Кількість, %	32,7	2,6	3,6	2,0	60,1	100

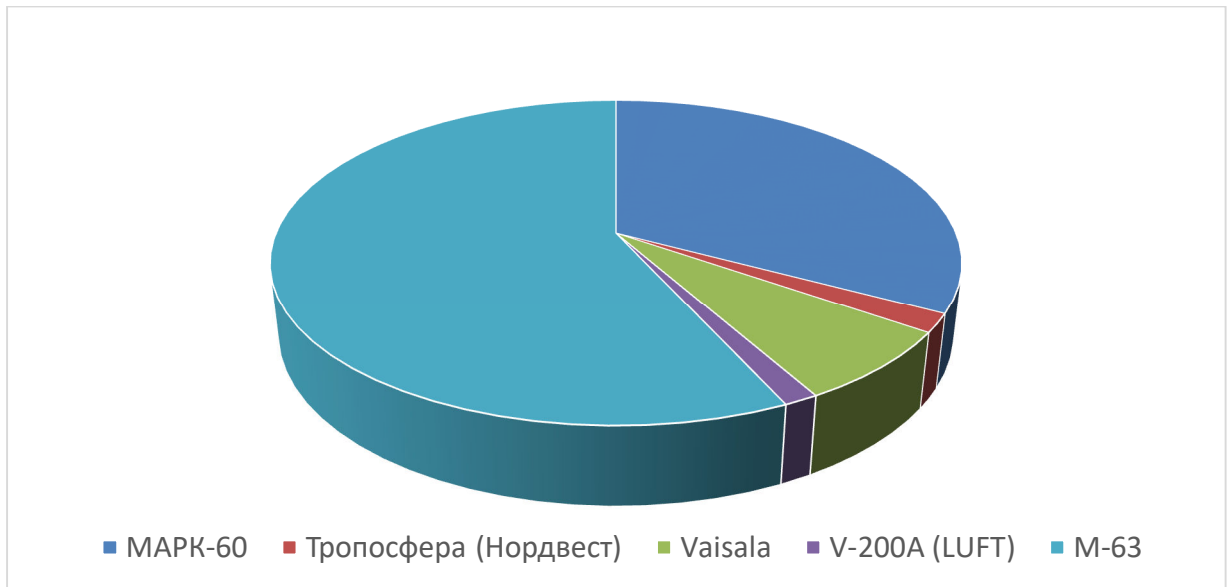


Рис. 5.1 – Порівняльна діаграма вітровимірювальних приладів на мережі гідрометслужби, у %



Рис. 5.2 Розподіл наявних вітровимірювальних приладів на мережі гідрометслужби

Таблиця 5.2 – Всі вітровимірювальні прилади, роки їх придбання і введення в експлуатацію

Рік	МАРК-60	Тропосфера (Нордвест)	Vaisala	V-200A (LUFT)	M-63
1971-1980					33
1981					7
1982					11
1983					6
1984					5
1985					29
1986					14
1987					28
1988					23
1989					20
1990					24
1991					18
1992					7
1993					
1994					
1995					
1996			1		
1997					
1998					
1999	10				
2000	7				3
2001	16				3
2002	2		2		7
2003	6				6
2004	3				2
2005	74				
2006	5				
2007			1		
2008	3	1	5		
2009	9	1			
2010			3		
2011	3		15		
2012					
2013		1	4		
2014					
2015					
2016	4	1		1	
2017		1		2	
2018		3		3	
Разом, шт.	142	8	31	6	246
Разом, %	32,8%	1,8%	7,2%	1,4%	56,8%

5.2 Порядок забезпечення технічного обслуговування в гідрометслужбі

Технічним обслуговуванням цього всього господарства займаються фахівці з Головного центру технічного обслуговування засобів вимірювання УкрГМЦ (далі – ГЦТО), а також фахівці із технічних підрозділів гідрометеорологічних організацій.

Наказом УкрГМЦ від 09.01.2018 року № 6 затверджено «Положення про розподіл зон технічного обслуговування та метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки»[24].

Даним документом розподілено між організаціями зони відповідальності з питань технічного обслуговування ЗВТ.

Згідно нього:

УкрГМЦ здійснює технічне обслуговування ЗВТ ЦГО, Житомирського ЦГМ, Чернігівського ЦГМ, Черкаського ЦГМ, Кіровоградського ЦГМ.

Харківський РЦГМ здійснює технічне обслуговування ЗВТ Харківського РЦГМ, Луганського ЦГМ.

Львівський РЦГМ здійснює технічне обслуговування ЗВТ Львівського РЦГМ, Закарпатського ЦГМ, Івано-Франківського ЦГМ, Чернівецького ЦГМ.

Запорізький ЦГМ здійснює технічне обслуговування ЗВТ Запорізького ЦГМ, Донецького РЦГМ, Херсонського ЦГМ.

Волинський ЦГМ здійснює технічне обслуговування ЗВТ Волинського ЦГМ, Рівненського ЦГМ, Тернопільського ЦГМ, Хмельницького ЦГМ.

ГМЦ ЧАМ здійснює технічне обслуговування ЗВТ ГМЦ ЧАМ та Дунайської ГМО.

Дніпропетровський РЦГМ, Вінницький ЦГМ, Миколаївський ЦГМ, Сумський ЦГМ, Полтавський ЦГМ технічне обслуговування ЗВТ здійснюють самостійно.

Подібним чином в даному документі розподілено і закріплено зони відповідальності з питань метрологічного забезпечення ЗВТ.

Як ми бачимо з таблиці 5.2, переважна більшість вітровимірювальних приладів експлуатується досить тривалий час. Більшості понад 15 років. З кожним роком кількість виходу з ладу такого обладнання зростає. І це створює ризик переривання багаторічних рядів спостережень, а також створює додаткові фінансові витрати на відрядження фахівців що ремонтують обладнання, або на транспортування цього обладнання в підрозділи по ремонту, на запасні частини до цього обладнання, а також на метрологічні операції після ремонту.

У 2019 році фахівці ГЦТО здійснили 64 відрядження, на які було витрачено 36 тис. 200 грн. В цілому ж, усіма технічними підрозділами гідрометеорологічних організацій за рік лише на відрядження витрачається понад 250 тис. грн. І це при тому, що через брак кваліфікованих кадрів, ремонт відбуваються не одразу, а є свого роду черга. З таким технічним станом обладнання існує гостра додаткова потреба в кваліфікованих технічних фахівцях і при заповненні вакантних посад, хоч і підвищиться ефективність даного напрямку роботи, витрати також збільшаться.

Тож, за допомогою технічного переоснащення мережі спостережень, можна оптимізувати штат фахівців, що здійснюють ремонт і калібрування приладів і таким чином, в подальшому, економити бюджетні кошти.

6 ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРЯДКУ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ

В основу нашого дослідження покладено метод порівняльного аналізу. Дослідження було розпочато зі збору даних про мережу спостережень та її забезпеченість приладами, які використовуються для вимірювань характеристик вітру.

Для візуалізації проблеми було використано геоінформаційну систему MapInfo та базовий набір тематичних шарів електронної карти України в міжнародній системі координат WGS-84.

Це дозволило об'єднати таблиці та відобразити на карті всі існуючі матеріали для аналізу та картографічного представлення інформації про стан забезпечення приладами для вимірювання характеристик вітру (див. рис. 5.2).

Зокрема розглянуто:

- перелік метеостанцій з їх назвами та географічними координатами;
- перелік реперних метеостанцій;
- перелік наявних приладів на кожній станції, їх назва та кількість.
- перелік пунктів спостереження, інформація з яких йде на міжнародний обмін.

Після цього було проаналізовано технічні характеристики приладів, що використовуються на мережі спостережень та тих, які могли б використовуватися, їх технічні характеристики, порядок впровадження в роботу нових типів приладів.

Отримано консультації та рекомендації до процесу переоснащення від технічної служби УкрГМЦ та методистів ЦГО, а також дані для роботи та рекомендації від Відділу системи спостережень та гідрометзабезпечення УкрГМЦ, Планово-економічного відділу УкрГМЦ, Відділу бухгалтерського обліку УкрГМЦ.

Також всебічно досліджено питання переоснащення шляхом аналізу документів і вивчення нормативно-правових актів.

Варто зазначити, що при сьогоднішньому рівні фінансування доцільно розглядати переоснащення лише опорної мережі (161 пункт спостережень).

6.1 Реперна кліматична мережа

Відповідно до наказу ДСНС від 12.08.2014 № 464 [23], частина пунктів спостережень віднесена до Переліку реперних кліматичних станцій ДСНС України.

Реперна (вікова) мережа – це сукупність реперних вікових пунктів спостережень для вивчення багаторічних тенденцій змін клімату, агрометеорологічного режиму, гідрологічного та гідрохімічного режимів водних об'єктів суші, морів і океанів, геофізичних процесів, стану забруднення навколишнього середовища під впливом зміни кліматичних умов та господарської діяльності.

Реперними кліматичними станціями (далі - РКС) є метеорологічні станції постійної дії з безперервним рядом однорідних спостережень не менше ніж 30 років, розташовані в місцях, де зміни навколишнього середовища, викликані діяльністю людини, мінімальні і призначені для встановлення вікових тенденцій змін клімату на висвітлю вальній ними території, а також для виявлення неоднорідності рядів спостережень на станціях основної мережі внаслідок зміни умов місцевості навколо станції.

Галузевим стандартом України «Реперні кліматичні станції» (ГСТУ 52.4.1.03-13) [24] сформульовано вимоги щодо отримання репрезентативних безперервних однорідних рядів метеорологічних спостережень, спів ставних зі спостереженнями інших країн – членів Всесвітньої метеорологічної організації, що забезпечує достовірну оцінку тенденцій зміни клімату на території України.

РКС є пріоритетними станціями і призначені вони для отримання в незмінних умовах безперервних, однорідних рядів метеорологічних спостережень, для виявлення випадків порушення однорідності рядів спостережень на станціях основної (опорної) мережі спостережень, оцінки глобальних та регіональних змін клімату.

РКС вибирають з переліку станцій основної (опорної) мережі спостережень України, що відповідають вимогам ВМО, мають довгі однорідні ряди спостережень і розташовані у всіх кліматичних зонах України.

Серед РКС виділяють станції, інформація яких використовується для моніторингу та міжнародного обміну в рамках Глобальної системи спостережень за кліматом.

Тож, зважаючи на важливість цих станцій, вони мають бути переобладнані в першу чергу. Розташування реперних кліматичних станцій ДСНС України наведено на рисунку 6.1.

Взагалі, що стосується вимірювань характеристик вітру на мережі спостережень, то варто зазначити що у Кліматичному кадастрі України [25] зазначається чим і на якій висоті вимірювалася швидкість. І якщо ми проаналізуємо даний документ, то побачимо, що практично всюди використано або звичайні флюгери, або флюгери і анеморумбометри М-63.

Таблиця 6.1 Витяг з Кліматичного Кадастру по М Київ

Середня швидкість вітру	Висота флюгера 10м; Висота М-63-10м												Рік
	Місяць року												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
	2,8	2,8	2,6	2,6	2,2	2,2	2,1	2,0	2,1	2,3	2,6	2,7	2,4

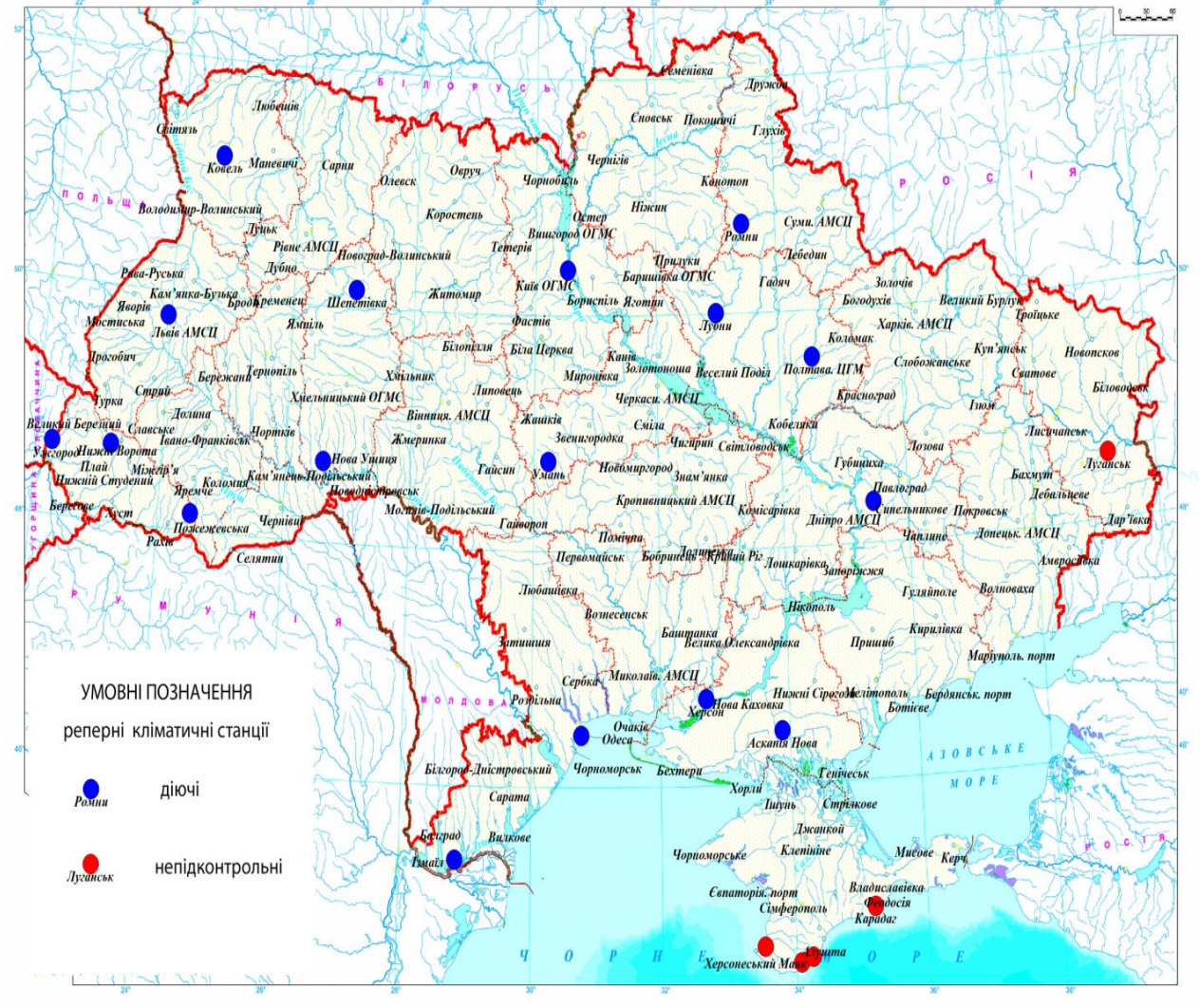


Рис. 6.1 – Розташування реперних кліматичних станцій ДСНС України

6.2 Переоснащення реперної кліматичної мережі

Тож як бачимо, переоснащення сучасними приладами спростить спостереження за характеристиками вітру і в той же час підвищить надійність роботи пункту спостереження. Адже отримана інформація, зокрема по вітру, в подальшому увійде до нового Кліматичного кадастру де буде така важлива інформація, як: повторюваність напрямку вітру та штилю; швидкість вітру; середня місячна швидкість вітру у строки спостережень; повторюваність швидкості вітру різних градаціях; максимальна швидкість вітру різної ймовірності рівна та вища вказаних значень; число днів із різною швидкістю вітру; число днів із швидкістю вітру 10 м/с і більше різної ймовірності рівне та вище вказаних значень; число днів із швидкістю вітру 15 м/с і більше різної ймовірності рівне та вище вказаних значень тощо. В табл. 6.2 наведено забезпеченість РКС приладами що вимірюють характеристики вітру

Таблиця 6.2 – Забезпеченість РКС вітровимірювальними приладами

№ з/п	Назва РКС	Марк-60	Тропо-сфера (Нордвест)	Vaisala	V200A-UMB (LUFT)	M-63м
1	МКовель	1				
2	АМСЦ Львів	4		6		
3	АеШепетівка	1				1
4	МКам'янець – Подільський					2
5	СлПожежевська					1
6	СлПлай					
7	АМСЦ Ужгород	4				4
8	ОГМСКиїв	1				
9	МУмань					2
10	Одеса (Обсерваторія)	2		1		2
11	Ізмаїл (Обсерваторія)					2
12	АХерсон				1	3
13	МАсканія Нова	1				1
14	МРомни					2
15	МЛубни					1
16	Полтава ЦГМ				1	1
17	М Синельникове		1			
18	ЛуганськЦГМ	–	–	–	–	–
19	Карадаг	–	–	–	–	–
20	Севастополь	–	–	–	–	–
21	Ай-Петрі	–	–	–	–	–
22	Нікітський сад	–	–	–	–	–

Як бачимо, реперних кліматичних станцій в Україні є 22, проте, фактично діючих 17, оскільки 5 станцій знаходяться на невідконтрольованих територіях і наразі ми їх переоснастити не зможемо.

На 6 станціях (АМСЦ Львів, Одеса (Сектор спостережень ГМЦ ЧАМ), А Херсон, Полтава ЦГМ, М Синельникове) із 17 уже стоять сучасні прилади, які не потребують негайної заміни. Тож заміні підлягає 12 приладів на реперній (віковій) мережі (табл.6.3).

Таблиця 6.3 - Пункти спостережень, які необхідно переоснастити в першу чергу

№ з/п	Назва пункту спостереження	№ з/п	Назва пункту спостереження
1	М Ковель	7	ОГМС Київ
2	Ае Шепетівка	8	М Умань
3	М Кам'янець - Подільський	9	Ізмаїл (Обсерваторія)
4	Сл Пожежевська	10	М Асканія Нова
5	Сл Плай	11	М Ромни
6	АМСЦ Ужгород	12	М Лубни

На відміну від звичайних станцій, на АМСЦ потрібна більша кількість датчиків. Відповідно до Авіаційних правил України Метеорологічне обслуговування цивільної авіації, вітрові прилади [16], окрім метеомайданчика, встановлюють з обох сторін злітно-посадкової смуги. А якщо аеродром призначений для точного заходу на посадку, то тоді дані прилади повинні мати ще й резерв. Отже на АМСЦ вітрових приладів має бути мінімум 3. В даному випадку для АМСЦ Ужгород необхідно 3 прилади. Тож на даному етапі необхідно 12 приладів для метеомайданчиків і 2 для ЗПС.

Після переоснащення звільниться 3 прилади МАРК-60. Ті що на АМСЦ забирати не доцільно, оскільки після того як аеропорт буде оснащений системами точного заходу на посадку, вони можуть бути використані як резервні. Також їх можна списувати і використовувати як запасні частини.

6.3 Переоснащення пунктів спостережень інформація з яких йде на міжнародний обмін

Відповідно до міжнародних зобов'язань України, інформація з деяких пунктів спостережень іде на міжнародний обмін. Директором УкрГМЦ щорічно затверджується План передавання метеорологічної інформації Головним центром телекомунікацій та обробки інформації УкрГМЦ до Глобальної системи телезв'язку. Станції інформація з яких іде на міжнародний обмін(табл.6.4), також мають бути також переоснащені невідкладно.

Таблиця 6.4 - Пункти спостереження, інформація з яких йде на міжнародний обмін

№ з/п	Пункт спостережень	№ з/п	Пункт спостережень
1	М Сарни	22	АМСЦ Ужгород
2	М Чернігів	23	АМСЦ Чернівці
3	М Володимир-Волинський	24	Сл Пожежевська
4	М Овруч	25	АМСЦ Кропивницький
5	М Конотоп	26	М Любашівка
6	АМСЦ Суми	27	АМСЦ Кривий Ріг
7	АМСЦ Рівне	28	ГМЦ ЧАМ
8	Ае Шепетівка	29	М Ізмаїл
9	М Житомир	30	А Херсон
10	ОГМС Київ	31	М Асканія Нова
11	АМЦ Бориспіль	32	М Ізюм
12	М Лубни	33	АМСЦ Дніпро
13	АМСЦ Львів	34	АМСЦ Запоріжжя
14	АМСЦ Тернопіль	35	М Пришиб
15	ОГМС Хмельницький	36	Маріупольська ГМО
16	А Миронівка	37	АМСЦ Харків
17	Полтавський ЦГМ	38	ВАС ГМЦ ЧАМ
18	АМСЦ Івано-Франківськ	39	ВАС Львівського РЦГМ
19	АМСЦ Вінниця	40	ВАС Харківського РЦГМ
20	М Умань	41	Ае Кривий Ріг
21	Світловодська ГМО	42	Українська антарктична станція «Академік Вернадський»



Рис. 6.2 – Розташування пунктів спостережень, метеорологічна інформація з яких йде на міжнародний обмін

Із 42 пунктів ми не здійснюємо переоснащення Української антарктичної станції «Академік Вернадський» та АМЦ Бориспіль, оскільки це підрозділи іншого підпорядкування.

12 з цих 42 є реперними, тож їх переоснащення уже розглянуто, 4 передають лише аерологічну інформацію, отже маємо 24 станції (рис. 6.3). Це – М Сарни, М Чернігів, М Володимир-Волинський, М Овруч, М Конотоп, АМЦ Суми, АМЦ Рівне, М Житомир, АМЦ Тернопіль, ОГМС Хмельницький, А Миронівка, АМЦ Івано-Франківськ, АМЦ Вінниця, Світловодська ГМО, АМЦ Чернівці, АМЦ Кропивницький, М Любашівка, АМЦ Кривий Ріг, М Ізюм, АМЦ Дніпро, АМЦ Запоріжжя, М Пришиб, Маріупольська ГМО, АМЦ Харків. З таблиці 6.5 бачимо, що на деяких станціях уже є сучасні прилади. АМЦ Харків забезпечений сучасними приладами повністю.



Рис. 6.3 – Пунктів спостережень, метеорологічна інформація з яких йде на міжнародний обмін і які необхідно переоснастити

Як бачимо, АМСЦ Дніпро забезпечений 1 сучасним приладом, тож потрібно ще 2, в резерв лишаємо МАРК-60.

АМСЦ Запоріжжя, АМСЦ Рівне, АМСЦ Івано-Франківськ, АМСЦ Вінниця, АМСЦ Чернівці, АМСЦ Кропивницький – потрібно по 3 прилади, в резерв лишаємо МАРК-60.

На АМСЦ Суми, АМСЦ Тернопіль, АМСЦ Кривий Ріг ставимо по 1 сучасному датчику, лише на метеомайданчик, через практично повну відсутність польотів, на ЗПС лишаємо МАРКи. Спільно на дані АМСЦ та звичайні метеостанції на даному етапі необхідно 36 приладів.

Таблиця 6.5 - Забезпеченість вітровимірювальними приладами пунктів спостереження, інформація з яких йде на міжнародний обмін

№ з/п	Назва станції	Марк-60	Тропо-сфера (нордвест)	Vaisala	V200A-UMB (LUFT)	M-63
1	М Сарни	1				
2	М Чернігів					1
3	М Володимир-Волинський	1				
4	М Овруч					2
5	М Конотоп	1				1
6	АМСЦ Суми	4				1
7	АМСЦ Рівне	5				
8	М Житомир	1				3
9	АМСЦ Тернопіль	2				2
10	ОГМС Хмельницький					2
11	А Миронівка	1				1
12	АМСЦ Івано-Франківськ	7				1
13	АМСЦ Вінниця	5				
14	Світловодська ГМО					3
15	АМСЦ Чернівці	4				2
16	АМСЦ Кропивницький	5				
17	М Любашівка	1				3
18	АМСЦ Кривий Ріг	5				
19	М Ізюм	1				
20	АМСЦ Дніпро	6	1			
21	АМСЦ Запоріжжя	5				
22	М Пришиб					2
23	Маріупольська ГМО	4				
24	АМСЦ Харків	7		4		

6.4 Пункти спостережень, оснащені анеморумбометрами М-63

Наступним етапом має бути переоснащення станцій, на яких використовується застарілий М-63. Таких станцій 69 (табл. 6.6) і розосереджені вони по всій країні. Приладів також для цих станцій необхідно 69 шт.

Таблиця 6.6 - Пункти спостережень, оснащені анеморумбометрами М-63

№ з/п	Пункт спостережень	№ з/п	Пункт спостережень
1	М Мостиська	36	Гайсин
2	М Дрогобич	37	Могилів-Подільський
3	МЯмпіль	38	М Липовець
4	МНова Ушиця	39	М Новомиргород
5	МДолина	40	М Знам'янка
6	Яремче	41	М Гайворон
7	М Коломия	42	М Помічна
8	М Великий Березний	43	М Бобринець
9	М Нижні Ворота	44	М Долинська
10	М Нижній Студений	45	М Білгород-Дністровський
11	Закарпатська В (Міжгір'я)	46	М Болград
12	М Хуст	47	М Вознесенськ
13	О Новодністровськ	48	М Баштанка
14	М Селятин	49	М Велика Олександрівка
15	М Семенівка	50	М Нижні Сірогози
16	М Сновськ	51	М Нова Каховка
17	М Покошичі	52	М Бехтери
18	М Остер	53	М Генічеськ
19	М Прилуки	54	М Хорли
20	М Олевск	55	М Стрілкове
21	М Коростень	56	М Дружба
22	М Новоград-Волинський	57	М Глухів
23	М Чорнобиль	58	М Лебедин
24	М Тетерів	59	М Гадяч
25	ОГМС Вишгород	60	М Веселий Поділ
26	ОГМС Барішівка	61	М Кобеляки
27	М Яготин	62	М Сватове
28	М Канів	63	М Губиниха
29	М Золотоноша	64	М Павлоград
30	М Жашків	65	М Чаплине
31	М Сміла	66	М Лошкарівка
32	М Звенигородка	67	М Нікополь
33	М Білопілля	68	М Гуляйполе
34	М Хмільник	69	М Ботієве
35	М Жмеринка		

6.5 Пункти спостережень, оснащені анеморумбометрами МАРК-60

Після заміни всіх анеморумбометрів М-63 потрібно було б приступати до заміни МАРК-60 (окрім резервних на АМСЦ). Пунктів спостережень оснащених таким типом приладів у нас 41 (табл. 6.7). Отже нових приладів нам потрібно також 41 шт. Через практично відсутність польотів в аеропортах Черкаси та Миколаїв, на ЗПС лишаємо прилади типу МАРК-60, новий прилад розміщуємо лише на метеомайданчику.

Таблиця 6.7 - Пункти спостережень, оснащені анеморумбометрами МАРК-60

№ з/п	Пункт спостережень	№ з/п	Пункт спостережень
1	М Любешів	22	М Затишшя
2	М Світязь	23	М Сербка
3	М Маневичі	24	М Роздільна
4	М Луцьк	25	М Сарата
5	М Дубно	26	М Вилкове
6	М Рава-Руська	27	Г Первомайськ
7	М Кам'янка-Бузька	28	АМСЦ Миколаїв
8	М Броди	29	М Очаків
9	М Яворів	30	М Золочів
10	М Стрий (Карпатська ГМО)	31	М Великий Бурлук
11	М Турка	32	М Коломак
12	М Славське	33	М Слобожанське
13	М Кременец	34	М Лозова
14	М Бережани	35	М Лисичанськ
15	Г Чортків	36	М Бахмут
16	М Рахів	37	М Покровськ
17	М Ніжин	38	М Волноваха
18	М Бориспіль	39	М Кирилівка
19	М Фастів	40	М Мелітополь
20	М Біла Церква	41	М Бердянськ. порт
21	АМСЦ Черкаси		

6.6 Станції що не потребують переоснащення

Дослідженням встановлено, що є станції, які не потребують переоснащення, оскільки на них стоять сучасні прилади. Таких станцій є 10(табл. 6.8).

Таблиця 6.8 - Пункти спостережень, що не потребують переоснащення

№ з/п	Назва станції	Марк-60	Тропо-сфера (нордвест)	Vaisala	V200A-UMB (LUFT)	M-63
1	М Берегове		1			
2	М Чигирин				1	1
3	М Чорноморськ			1		3
4	М Троїцьке		1			1
5	М Новопсков		1			1
6	М Біловодськ		1			1
7	М Комісарівка		1			1
8	М Богодухів				1	
9	М Куп'янськ				1	
10	М Красноград				1	

6.7 Розрахунок кількості та вартості приладів. Фінансові можливості

Як бачимо з п. 6.1-6.5, на мережі необхідно замінити 159 вітровимірювальні прилади. Вартість 1 анемометра ультразвукового V200A-UMB, за даними електронного майданчику закупівель «Прозорро», становить близько 160 тис. грн.

При орієнтовній вартості приладу близько 160 тис. грн. переоснащення обійдеться приблизно у 25 440 000 грн.

Сума дуже значна і виділити її та й освоїти в короткі терміни не можливо. Необхідно визначатися з етапами.

Відповідно до Інструкції щодо застосування економічної класифікації видатків бюджету, затвердженої наказом Міністерства фінансів України від 12.03.12р. № 333 [26], придбання виробничого обладнання та предметів

довгострокового користування здійснюється за КЕКВ 3110 «Придбання обладнання і предметів довгострокового користування».

Щорічно, по бюджетній програмі 1006060 «Гідрометеорологічна діяльність», кошторисом передбачаються видатки за КЕКВ 3110(табл..6.9).

Таблиця 6.9 Розмір видатків за КЕКВ 3110 в період 2016-2019 рр.

Рік	Видатки за загальним фондом	Видатки за спеціальним фондом
2016	7293,5	1500,0
2017	5485,0	1429,4
2018	5674,5	2380,0
2019	7003,7	2161,8

Тобто, як бачимо, щорічно по програмі на КЕКВ 3110 йде 6-9 млн. грн. Щорічно з цих коштів можна було б залучати 3-4 млн. на наше переоснащення.

В разі запровадження трьохрічного бюджетного планування, яке заплановано запровадити в Україні з 2021 року, можна було б одразу проводити тендер на більшу кількість приладів, що підвищило б ефективність закупівлі за рахунок економії коштів на оптовій партії та захистило б нас від постійного здорожчання.

До речі, такі дороговартісні придбання, відповідно до Закону України «Про публічні закупівлі», мають здійснюватися на електронному майданчику «Прозоро». Тож, продавець приладу, має запропонувати найнижчу ціну з усіх учасників тендеру.

6.8 Реалізація переоснащення

Залучаючи щорічно 4 мільйони, можна в рік придбавати 25 приладів. При такому підході, за 5 років можна переоснастити реперні кліматичні станції, станції що йдуть на міжнародний обмін та станції що оснащені застарілими приладами М-63. На переоснащення станцій оснащених МАРКАми необхідно шукати додаткові кошти. Проте проблема з МАРКАми не така критична як з М-63, вони більш-менш сучасні, їм можна проводити капітальний ремонт і ще використовувати.

Тож, виходячи з нашого дослідження, у 2020-2021 рр. можна було б повністю переоснастити реперну кліматичну мережу (14 приладів) і станції, які йдуть на міжнародний обмін (36 приладів).

А у 2022-2024 рр. переоснастити 69 станцій, що оснащені лише анеморумбометрами М-63 (табл. 6.6).

Також необхідно паралельно звертатися до ДСНС щодо збільшення видатків розвитку, аргументуючи необхідність якомога швидшого переоснащення мережі спостережень. В разі успіху, при виділенні додаткових коштів, переоснащення необхідно здійснювати у визначеному даною роботою порядку, проте у коротші терміни.

ВИСНОВКИ

Метою даної роботи було проведення дослідження для пошуку найоптимальнішого варіанту переоснащення засобів спостереження за характеристиками вітру на опорній мережі спостережень гідрометслужби.

Ми провели дослідження стосовно приладів, призначених для вимірювання характеристик вітру на існуючій мережі спостережень, їх технічного стану, визначились, якими сучасними приладами можна було б переоснастити мережу спостережень, розглянувши дані паралельних спостережень та орієнтовні терміни і вартість такого переоснащення.

Задля цього було проаналізовано:

- досвід проведення модернізації національних гідрометеорологічних служб сусідніх країн;

- стан виконання Державної програми науково-технічного переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень та базової мережі спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища у 2002 – 2006 роках;

- фінансування бюджетної програми КПКВ 1006060 «Гідрометеорологічна діяльність» протягом останніх 5 років;

- наявність приладів та їх технічний стан на мережі спостережень;

- побудовано графіки та карти для досліджень проблеми;

- можливості українських науково-дослідних установ і підприємств-виробників щодо виготовлення засобів виміральної техніки гідрометеорологічного призначення

- електронний майданчик «Прозорро» в частині вартості вітровимірвальних приладів, які реалізуються в Україні.

Досягнута мета всієї проведеної роботи - вибрано найоптимальніший варіант переоснащення засобів спостереження за характеристиками вітру на мережі спостережень гідрометслужби.

Найбільш підходящим є прилад LUFT- V200A-UBM з орієнтовною вартістю – 160 000 грн.

Потреба в приладах для опорної мережі спостережень – 159 шт.

Вартість такого переоснащення - 25 440 000 грн.

Дослідження показало, що поділивши станції в порядку пріоритетності та розглянувши прилади на цих станціях можна розробити порядок переоснащення. У нашому випадку, при наявних 4 млн. грн. в рік за КЕКВ 3110 «Придбання обладнання і предметів довгострокового користування», можна в рік придбавати 25 вищезазначених приладів. При

такому підході, за 5 років можна переоснастити реперні кліматичні станції, станції інформація з яких йде на міжнародний обмін та станції що оснащені застарілими приладами М-63.

Також дослідження показало, що на переоснащення станцій оснащених МАРКами, необхідно шукати додаткові кошти. Але проблема з МАРКами не така критична як з М-63, вони більш-менш сучасні, їм можна проводити капітальний ремонт і ще використовувати.

Виходячи з нашого дослідження, встановлено, що у 2020-2021 рр. можна було б повністю переоснастити реперну кліматичну мережу (14 приладів) і станції, які йдуть на міжнародний обмін (35 приладів).

А у 2022-2024 рр. переоснастити 69 станцій, що оснащені лише анеморумбометрами М-63 (табл. 6.6).

Подібна методика переоснащення може застосовуватися в гідрометслужбі для переоснащення і по інших видах спостережень.

При збільшенні видатків на модернізацію, переоснащення необхідно здійснювати у визначеному даною роботою порядку, проте у коротші терміни.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 травня 1996 р. N 579 «Про Державну програму науково-технічного переоснащення системи гідрометеорологічних спостережень та базової мережі спостережень за забрудненням навколишнього природного середовища [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
2. Аналітична довідка про підсумки діяльності ДСНС України в 2018 р. [Електронний ресурс] // URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/wp-content/uploads/delightful-downloads/2018/07/Основна-част-3.pdf>
3. Розпорядження Кабінету Міністрів України відвід 27 квітня 2011 р. N 368-р «Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2012-2016 роки» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/368-2011-p>
4. ЗВІТ про результати аудиту ефективності використання коштів державного бюджету, спрямованих на гідрометеорологічну діяльність ЗАТВЕРДЖЕНО рішенням Рахункової палати від 23.10.2018 № 27-3
5. «Обзор состояния гидрологических и метеорологических служб в государствах Кавказа и центральной Азии: Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Армения, Азербайджан, Грузия»
6. Закон України «Про державний бюджет на 2015 рік» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
7. Закон України «Про державний бюджет на 2016 рік» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
8. Закон України «Про державний бюджет на 2017 рік» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
9. Закон України «Про державний бюджет на 2018 рік» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
10. Закон України «Про державний бюджет на 2019 рік» [Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
11. Прозорро [Електронний ресурс] // URL: <https://prozorro.gov.ua>
12. Наказ УкрГМЦ від 20.12.2013 № 240 Про затвердження Порядку впровадження засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем
13. Наказ УкрГМЦ від 20.12.2013 р. № 241 Про затвердження Переліку дозволених до використання типів засобів вимірювальної техніки та вимірювальних інформаційних систем гідрометеорологічного призначення»

14. ВМО-№ 8. Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений
15. WMO/TD-859.WMO wind instrument intercomparison
16. Авіаційні правил України. Метеорологічне обслуговування цивільної авіації
17. Цивільний Кодексу України[Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua>
18. КД 52.4.8.03–11 Настанова гідрометеорологічним станціям і постам
19. Анеморумбометр МАРК 60.1. Руководство по эксплуатации.
20. Руководство по эксплуатации мобильного метеорологического комплекса ТРОПОСФЕРА[Електронний ресурс] // URL: http://dskiev.com.ua/oborudovanie_troposfera.html
21. Датаспектр [Електронний ресурс] // URL: <https://data-lufft.com/p7026097-v200a-umbdatchik-vetra.html>
22. КД 74.90.14-02572508-000:2015 “Паралельні метеорологічні спостереження на станціях”
23. «Комплекс измерения параметров ветра "Boeder Wind 16"» інструкція з експлуатації.
24. Наказ УкрГМЦ від 09.01.2018 р. № 6 «Про затвердження Положення про розподіл зон технічного обслуговування та метрологічного забезпечення засобів вимірювальної техніки»
22. КД 52.4.8.03–11 Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. «Метеорологічні спостереження на станціях» частина 1
23. Наказ ДСНС від 12.08.2014 № 464 «Про затвердження Переліку реперних кліматичних станцій ДСНС України»
24. ГСТУ 52.4.1.03-13 Галузевий стандарт України «Реперні кліматичні станції»
25. Кліматичний кадастр України
26. Інструкція щодо застосування економічної класифікації видатків бюджету, затверджена наказом Міністерства фінансів України від 12.03.12р. № 333[Електронний ресурс] // URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0456-12>

ДОДАТОК А