

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Бакалаврська кваліфікаційна робота
на тему: «Порівняльний аналіз вимірювань метеорологічних величин
датчиками R.M Young 5202 і R.M Young 03002»

Виконала студентка IV року навчання
групи МКА-41
спеціальності 103 Науки про Землю
Заїкіна Ольга Віталіївна

Керівник к. геогр. н., доцент
Волошина Олена Вікторівна

Рецензент к. геогр. н., доцент
Коваленко Людмила Борисівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти бакалавр
Спеціальність 103 Науки про Землю
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
метеорології та кліматології

Прокоф'єв О.М.

“ 27 ” квітня 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Заїкіній Ользі Віталіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Порівняльний аналіз вимірювань метеорологічних величин датчиками R.M Young 5202 і R.M Young 03002

керівник роботи Волошина Олена Вікторівна, к.геогр.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “17” квітня 2020 року № 40-с

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 02 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

Дані новітніх датчиків R.M Young 5202 та R.M Young 03002 встановлених на агрометеорологічній станції Херсон №33902 в Інституті зрошуваного землеробства НААН»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Провести порівняльний аналіз показників датчиків R.M Young 5202 та R.M Young 03002 з показаннями приладів встановлених на метеорологічній станції за міжнародними стандартами. Зробити економічні розрахунки на підставі отриманих результатів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Побудувати графіки відхилень показань метеорологічних величин. Знайти статистичні характеристики метеорологічних величин і представити їх у вигляді таблиць і графіків.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи	27 квітня – 30 квітня 2020 р.	80	добре
2.	Підготовка даних метеорологічних спостережень до обробки	1 травня – 3 травня 2020 р.	80	добре
3.	Обробка даних метеорологічних спостережень за допомогою графічно-розрахункового пакету «EXCEL»	4 травня – 6 травня 2020 р.	80	добре
4.	Отримання статистичних характеристик метеорологічних даних датчиків <i>R.M Young 5202 i R.M Young 03002</i> . Побудова графіків.	7 травня – 9 травня 2020 р.	80	добре
5.	Провести економічні розрахунки пріоритету використання сучасних датчиків <i>R.M Young 5202 i R.M Young 03002</i> .	10 травня – 12 травня 2020 р.	80	добре
6.	Рубіжна атестація	13 травня -18 травня 2020 р.	80	добре
7.	Аналіз отриманих результатів	14 травня – 16 травня 2020 р.	80	добре
8.	Оформлення бакалаврської роботи	18 травня - 28 травня 2020 р.	80	добре
9.	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту бакалаврської роботи	1 червня – 5 червня 2020 р.	80	
10.	Попередній захист бакалаврської роботи	11 червня 2020 р.		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80	

Студент _____ Заїкіна О. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Волошина О.В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	6
1. МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ ВИСОКОГО РІВНЯ.....	8
1.1 Автоматичні метеостанції.....	8
1.2 Системи грозового оповіщення.....	17
1.3 Приклад метеорологічного моніторингу.....	19
1.4 Характеристика приладів R.M Young 5202 і R.M Young 03002.....	21
2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОМЕТЕОСТАНЦІЇ ХЕРСОН №33902.....	24
3. АНАЛІЗ ВИМІРЮВАНЬ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ ПРИЛАДОМ R.M YOUNG 5202 ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРУ ПРИЛАДОМ R.M YOUNG 03002.....	30
3.1 Порівняння отриманих даних приладами для вимірювання кількості опадів R.M Young 5202 та O-1.....	30
3.2 Порівняння отриманих даних приладами R.M Young 03002 та штатного приладу ЛЮФТ для вимірювань характеристик вітру.....	39
4. ЕКОНОМІЧНА ВИГІДНІСТЬ АВТОМАТИЧНИХ СТАНЦІЙ.....	57
ВИСНОВКИ.....	61
ЛІТЕРАТУРА.....	63
ДОДАТКИ	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

R.M Young 5202 – опадомір з підігрівом.

R.M Young 03002 – комплекс для вимірювання характеристик вітру.

NWP – чисельний прогноз погоди.

IP – мережева адреса вузла в комп'ютерній мережі.

TCP – основний протокол передачі даних інтернету.

NOAA - національне управління океанічних і атмосферних досліджень.

WRCC / DRI – науково дослідний інститут пустель, західний регіональний кліматичний центр.

НААН - Національна академія аграрних наук України.

АХерсон – агрометеорологічна станція Херсон №33902.

А – агрометеорологічна станція.

М – метеорологічна станція.

ГТК – гідротермічний коефіцієнт.

ВСТУП

Визначення основних метеорологічних параметрів проводиться в спеціалізованих установах – метеорологічних станціях і постах. До основних метеорологічних параметрів відносять температуру повітря та ґрунту, вологість повітря, хмарність, кількість опадів, кількість сонячної радіації, атмосферний тиск і характеристики вітру.

На перевагу спеціалізованим метеомайданчикам в Україні поступово з'являються автоматичні метеорологічні станції, що відрізняються своєю компактністю, спеціально розробленої як для стаціонарної так автономної роботи у віддалених районах, для чого потрібна висока надійність, низьке енергоспоживання і збільшена ємність резервного акумулятора.

Автоматичні метеостанції потребують значно менше догляду, а розмір одержуваної з неї інформації залежить від кількості датчиків і налаштувань обладнання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Повністю автоматизована робота електроніки та її енергонезалежність, забезпечена сонячними батареями, виключає втручання людини, і найголовніше – це точне й актуальне вимірювання метеорологічних параметрів.

Метою дипломного проекту є проведення порівняльного аналізу вимірювань датчиками R.M Young 5202 і R.M Young 03002 з даними отриманими на агрометеорологічної станції Херсон №33902.

Актуальність даної теми полягає в наступному: дослідження аналогів заміни приладів та компонентів стаціонарного метеомайданчику високоточними приладами та датчиками, для забезпечення більшої точності отриманих даних для подальшого прогнозування стану погоди та дослідження характеристик клімату.

Район дослідження – інститут зрошувального землеробства НААН України. Автоматична станція за досліджуваний період з середини вересня по кінець квітня виконала 18 144 000 вимірів. Для побудови графіків було

використано 30 240 записів у той час, коли на метеорологічному посту за той же час було виконано 1680 вимірів.

Дипломний проект включає 4 розділи, 6 рисунків, 24 графіки та 21 таблицю.

Дипломний проект виконаний на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Волошиної О. В.

1 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ ВИСОКОГО РІВНЯ

1.1 Автоматичні метеостанції

Клімат помітно впливає на різні галузі народного господарства - на сільське і лісове господарство, на промисловість і транспорт. Особливо великий вплив клімату в рослинництві та авіації.

З давніх часів людина прагнула навчитися передбачати погоду. З'являлися і закріплювалися "народні" прикмети про погоду, не завжди правильні, але цілком задовільні на тому рівні розвитку. З розвитком науково-технічного прогресу передбачення погоди переросло в науку - метеорологію. Характерною рисою сучасної метеорології є застосування новітніх досягнень науки і техніки та прогнози, складені із застосуванням цих технологій, стають все точніше.

Виникнення науки метеорології датується XVII століттям. В час винайдення Галілео Галілеєм та Еванджеліста Торрічеллі термометра і ртутного барометра відповідно. Пізніше в XVII столітті з'явилися гігрометр, опадомір, анемометр та флюгер.

Перші мережі метеорологічних спостережень виникли в Європі в 1654 році. Збирання та накопичення інформації здійснювалось до 1667 року Академією дель Чіменто у Флоренції [1].

У Російській імперії, на відміну від Європи, тільки в кінці XVII століття почали проводитись регулярні спостереження за погодою. За наказом Петра I в кінці XVII століття почалися постійні спостереження за станом погоди [1].

Василь Назарович Каразін відкрив першу метеостанцію в Україні в 1809 году в селі Кручик на території Харківської області [1].

Метеостанція – спеціальний заклад, на якому розташований спеціалізований метеомайданчик, що задовольняє певним вимогам, на ньому встановлені стандартні прилади для безперервних метеорологічних вимірювань (спостережень за погодою і кліматом) у встановлені терміни за

єдиною методикою в певній послідовності, і передачі зібраних даних в Гідрометцентр [2].

В даний час для моніторингу погоди застосовуються автоматичні метеостанції, які включають в себе сукупність різних приладів для метеорологічних вимірів – термометр, гігрометр, анемометр, барометр, вимірювач опадів, вимірювач сонячної радіації.

Сучасна автоматична метеостанція майже не вимагає догляду, а розмір одержуваної з неї інформації залежить від кількості датчиків і налаштувань обладнання. Повністю автоматизована робота електроніки та її енергонезалежність, забезпечена сонячними батареями, виключає втручання людини, і найголовніше – це точне й актуальне вимірювання метеорологічних параметрів в конкретному місці, «тут і зараз».

Центром метеостанції є електронний блок, який обробляє показники датчиків і дає за допомогою вбудованої програми обробки даних, свій прогноз погоди. І ось цей комп'ютер, а також додаткове програмне забезпечення, кардинально розширюють можливості метеостанції. Адже просте вимірювання параметрів мало що дасть. Потрібно їх грамотно обробити і подати в зрозумілі вигляді. І тут сучасні метеостанції конкурують тільки з провідними прогнозу погоди на телебаченні. Дані з датчиків зберігаються в пам'яті досить довго (при наявності персонального комп'ютера необмежено довго), що дає відмінну ретроспективу вимірів.

На даний момент метеорологічні станції та прилади для дослідження і моніторингу за кліматом виготовляються трьома провідними компаніями світу. Такими як Vaisala, Lufft та Campbell Scientific.

Vaisala - фірма з Фінляндії, яка виробляє прилади для вимірювання в сфері екології та клімату. Офіси та представництва компанії відкриті в багатьох країнах Європи, Америки, Азії та в Австралії [3].

Німецька компанія Lufft займається виготовленням компактних метеостанцій та приладів, авіаційних систем, морських датчиків [4].

Американська компанія Campbell Scientific є провідним розробником і виробником реєстраторів даних, систем збору даних, а також продуктів вимірювання і контролю, що використовуються у всьому світі в різних областях, пов'язаних з погодою, водою, енергією, потоками газу і турбулентністю, інфраструктурою і ґрунтом. Спеціалізується на надійних системах з низьким енергоспоживанням для довгострокового автономного моніторингу та управління [5].

Необхідність використання автоматичних метеорологічних станцій викладені нижче.

Для дослідження клімату та кліматичні зміни. Кліматологічні метеорологічні спостереження служать для довгострокових наукових цілей і надають важливі вихідні дані для створення складних кліматичних моделей і проведення досліджень з проблем зміни клімату. Основною вимогою до кліматологічних системам спостереження є забезпечення безперервних, однорідних і високоякісних результатів вимірювань протягом тривалого періоду часу.

Для оптимізації виробництва гідроелектроенергії. Гідроенергетика є природно доступним, екологічно чистим і поновлюваним джерелом енергії. Багато країн прагнуть використовувати цей практично нерозкритий потенціал для нарощування енергетичних потужностей до необхідного рівня. Оптимізація виробництва гідроелектроенергії, управління водосховищами і протиаводковий захист є ключовими факторами для забезпечення ефективної роботи гідроелектростанцій.

Для виявлення блискавок. Наслідки блискавок можуть виявитися досить серйозними і поставити під загрозу активи і майно, господарську діяльність, можливість пересування і навіть проходження вільного часу.

Для чисельного прогнозу погоди. Чисельний прогноз погоди (NWP) став значущим ресурсом для прогнозування погоди, систем підтримки прийняття рішень та інших областей застосування, залежать від метеорологічної інформації.

Для прогнозування небезпечних метеорологічних явищ. Більшість стихійних лих мають відношення до таких явищ важкі погодні умови, як грози, урагани, зливи з градом, торнадо, рясні опади, повені та руйнівні вітри, які часто призводять до людських жертв і матеріальних збитків.

Сфера розповсюдження метеорологічних станцій від цих компаній така: метеостанції компанії Campbell Scientific найбільш розповсюджені на території північної та південної Америки, компанія Lufft - на території Європи, метеостанції компанії Vaisala - використовуються по всьому світу.

Автоматичні метеостанції дозволяють проводити вимірювання багатьох метеорологічних параметрів, таких як температура (повітря, вода, ґрунт), сонячне випромінювання, відносна вологість, кількість опадів, глибина снігового покриву, напрямок вітру, швидкість вітру, барометричний тиск, вологість ґрунту.

Вимірювання проводиться спеціальними датчиками, які взаємодіють безпосередньо з реєстраторами даних. При необхідності виконання спеціалізованих вимірів аналогові, імпульсні і цифрові входи реєстраторів даних сумісні з датчиками, пропонованими більшістю виробників.

Швидкість вітру: чашкові, пропелерні або акустичні анемометри.

Напрямок вітру: флюгери, що містять прецизійні потенціометри або акустичні анемометри. Один датчик в зборі здатний вимірювати швидкість і напрям вітру.

Сонячне випромінювання: піранометра з кремнієвим або термоелементом, квантові датчики або радіометри чистого потоку.

Температура (повітря, води, ґрунту): термістори, термопари або термометри опору.

Відносна вологість: ємнісні датчики з функцією обробки сигналу. Датчики відносної вологості і температури повітря, як правило, знаходяться в одному корпусі.

Кількість опадів: дощомір з перекидним посудиною або вагові опадоміри. Також в асортименті представлені адаптери для вимірювання

кількості опадів у вигляді снігу, що використовують незамерзаючий склад або підігрівач.

Глибина снігового покриву: ультразвукові датчики відстані.

Барометричний тиск: перетворювачі тиску з датчиком місткості або тензодатчиком.

Вологість ґрунту: блоки вимірювання вологості, тензіометри з аналоговим виходом або рефлектометри.

Основою метеостанцій є програмований реєстратор даних, що здійснює опитування датчиків і збереження даних в обраних одиницях виміру (наприклад, швидкість вітру в миль/год, м/с, вузлах). Результати вимірювань датчиків часто обробляються у вигляді погодинних і щоденних масивів (наприклад, максимальні, мінімальні, середні значення). Реєстратор даних також підтримує додаткову обробку вихідних даних, наприклад, визначення інтенсивності опадів у вигляді дощу.

Для програмування реєстратора даних, вилучення даних і створення звітів передбачено комп'ютерне програмне забезпечення. Воно дає можливість в будь-який час скласти програму для різних конфігурацій датчиків і вимог до обробки даних.

Реєстратор даних має програмовані інтервали роботи, вбудовані інструкції для часто використовуваних датчиків, а також відповідні вхідні канали для всіх стандартних конфігурацій датчиків. Використання вимірювальних і управляючих периферійних пристроїв допоможе розширити можливості реєстраторів даних.

Блок живлення метеорологічних станцій складається з комплекту лужних батарейок або герметичного акумулятора, що перезаряджається; для акумулятора передбачена можливість підзарядки від сонячної панелі або напруги змінного струму.

Метеостанції з периферійним обладнанням, споживають велику кількість струму (супутникові або мобільні телефони) можуть потребувати використання акумуляторів підвищеної ємності.

Реєстратор даних, блок живлення, периферійні пристрої для отримання даних і барометр розміщені у захисному корпусі. Корпуси забезпечують захист від пилу, вологи, опадів, сонячного світла і атмосферних забруднень та витримують ультрафіолетове випромінювання. Корпуси можуть бути адаптовані для кабельних вводів або монтажних кронштейнів для ваших штативів або стійок.

Можливі наступні варіанти зв'язку: ближня зв'язок, телефонний зв'язок (наземна, з синтезом голосу, мобільна), радіочастотна, багатоточкова, Інтернет / IP і супутниковий зв'язок. У число власних опцій входить модуль для зберігання даних, дисплей і ноутбук.

Метеостанції загального призначення вимірюють такі метеорологічні параметри: швидкість вітру, напрямок вітру, температура повітря, відносна вологість, барометричний тиск, кількість опадів, сонячне випромінювання – випромінювання сонця і неба.

Малопотужна портативна метеостанція високого рівня, виконує загальні метеорологічні вимірювання з гнучкими можливостями адаптації до широкого спектру кліматичних систем. На рис. 1.1.1 зображена портативна метеостанція з щоглою, що допускає установку під кутом [6].

Дана станція виконує базові метеорологічні вимірювання і може розраховувати безліч метеорологічних параметрів, таких як сумарне випаровування, кількість градусо-днів зростання, температура з урахуванням вітру, точка роси і багато іншого.

Можливість розширення такої системи дозволяє додавати датчики, вузли знаходяться і функції зв'язку для вдосконалення існуючого дослідницького проекту або адаптації відповідно до потребами нового проекту.



Рис. 1.1. – Автоматична портативна метеостанція «Weather station» [6]

Особливості автоматичної портативної метеостанції «Weather station» викладені нижче.

- Містить реєстратор даних Campbell Scientific CR1000, виконує вимірювання і управління.
- Високоточні датчики, які добре зарекомендували себе в галузі.
- Дозволяє створити модульну, програмовану і настраюється систему. Містить систему аварійних акумуляторів, яка дозволяє виконувати збір даних під час відключення електроенергії і збоїв в мережі.
- Відповідає вимогам протоколів Modbus і PakBus.
- Підтримує практично всі комунікаційні технології, такі як RS-485, оптоволоконний зв'язок, TCP / IP, мобільна або супутниковий зв'язок.

Портативна метеостанція з щоглами, що допускають установку під кутом [6].

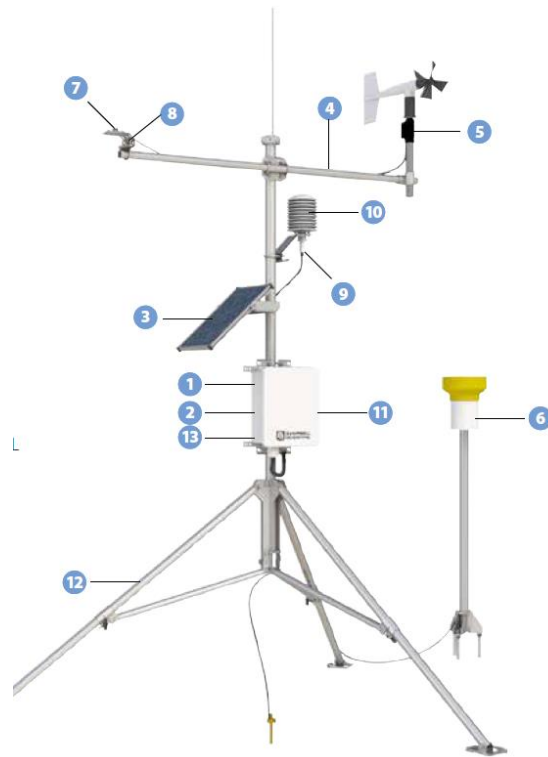


Рис. 1.2. – Компоненти автоматичної портативної метеостанції
«Weather station» [6]

Більш детально розглянемо компоненти автоматичної портативної метеостанції.

- 1) реєстратор даних CR1000, що виконує вимірювання і управління;
- 2) блок живлення PS100;
- 3) сонячна панель SP10 10W;
- 4) хрестовина CM204 4 фути;
- 5) монітор початку вітру 05103-L;
- 6) TE525WS Перекидна посудина з тумбовим кріпленням CM300;
- 7) піранометр LI200X з основним вирівнюючим пристосуванням LI2003S;
- 8) стойка для установки сонячного датчика CM225;
- 9) датчик температури і відносної вологості HC2S3-L;
- 10) екран для захисту від випромінювання, 10 пластин, 41003-5;
- 11) датчик барометричного тиску CS106;

- 12) штатив з нержавіючої сталі, 10 футів, CM110;
- 13) корпус ENC12 / 14, 12 x 14 дюймів [6].

Автоматизована станція для застосування в сільському господарстві, плануванні зрошувальних заходів і метеорологічних системах.

Застосовується як станція моніторингу сумарного випаровування.



Рис. 1.3. - Автоматизована станція для сільського господарства
«AgroMet» [6]

Автоматизована метеостанція для сільського господарства вимірює такі метеорологічні параметри: швидкість вітру, напрямок вітру, температура повітря, відносна вологість, кількість опадів, сонячне випромінювання – випромінювання сонця і неба.

Станція ET107 виробництва Campbell Scientific представляє собою автоматизовану систему, призначену для застосування в сільському господарстві і плануванні зрошувальних заходів. Станція обчислює потенційне сумарне випаровування, яке являє собою суму втрат води з ґрунту в результаті випаровування і споживання рослинами. Обчислення швидкості випаровування для посівів може бути корисним при розробці графіка

іригаційних заходів, який забезпечує надходження достатньої кількості води для посівів, без перезволоження.

Особливості автоматизованої станція для сільського господарства «AgroMet»:

- Система на основі CR1000Поширений набір датчиків, що підтримують безліч областей застосування.
- Водонепроникний корпус захищає електронні компоненти і забезпечує тривалу надійність.
- Низьке споживання енергії.
- Вузкий вертикальний профіль забезпечує привабливий зовнішній вигляд.
- Проста інтегрована конструкція прискорює установку [6].

1.2 Системи грозового оповіщення

Гроза діяльність утворюється в результаті нестійкості атмосфери. Супроводжується утворенням потужних купчастих і купчасто-дошових хмар при виникненні значних вертикальних рухів дуже вологого повітря і великих градієнтах температури.

Гроза є найбільш небезпечним явищем погоди, з нею пов'язані сильні електричні розряди, інтенсивні зливові опади, град, шквалисте посилення вітру, що впливає на діяльність усіх галузей народного господарства.

Станція LW110 забезпечує безперервний моніторинг локального електричного поля і подає попередження при небезпеки появи блискавки. Оскільки попередження засновані на вимірах електричного поля, а не

попередніх ударів, система здатна виявляти небезпеку виникнення блискавки, навіть якщо інших ударів не було [6].

Вимірюючи електричне поле в місці установки, LW110 надає надійні результати, дозволяючи приймати найважливіші рішення:

- 1) коли шукати укриття при наближенні грози;
- 2) коли можна відновити роботу після закінчення грози.

Станція LW110 дає можливість вимірювати параметри такі як: електричне поле, удари блискавки, температура та відносна вологість, швидкість і напрямок вітру, сонячне випромінювання, синхронізація з часом GPS, барометричний тиск, кількість опадів [6].



Рис. 1.4. - Автоматизована станція для грозового оповіщення
«LW110» [6]

Особливості метеорологічної станції LW110 для грозового оповіщення представлені нижче.

Дана метеорологічна станція передає попередження про перший удар блискавки, тобто виконує визначення ймовірності виникнення блискавки, а також передає повідомлення після усунення загрози блискавки. Радіус виявлення блискавок до 7 миль (11 км) [6].

Дана станція обладнана спеціальними візуальними і звуковими сигналами для оповіщення про грози. Передача таких сигналів можлива на комп'ютер,

через Інтернет і по електронній пошті при використанні функції обміну даними.

Станція може бути розширена іншими метеорологічними датчиками для розширеного метеорологічного моніторингу та реєстрації даних.

Для створення комплексної системи аналізу та виміру загрози блискавок може бути доданий модуль SG000, який виявляє удари блискавок в радіусі 20 миль (32 км).

1.3 Приклад метеорологічного моніторингу

Розширений метеорологічний моніторинг на прикладі штату Каліфорнія. Галузь застосування: Мережі WRCC в Каліфорнії.

Місцезнаходження: Каліфорнія, США.

Підрядні організації: національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA), Каліфорнія. Департамент водних ресурсів, Каліфорнія Центр зміни клімату в м. Скріпс.

Використовувані прилади: CR1000.

Учасники: Девід Сімерал, науково дослідний інститут пустель, Західний регіональний кліматичний центр (WRCC / DRI).

Вимірювані параметри: Швидкість вітру, напрямок вітру, температура, відносна вологість, кількість опадів, сонячне випромінювання, глибина снігу, температура ґрунту.

Клімат і його зміни, по оцінках, впливають в розмірі 10-20 відсотків на економіку штату Каліфорнія, масштаби якої налічують трильйони доларів. Зміни клімату, як видається, відбуваються на далекому Заході, при цьому в минулому в цьому регіоні раніше не існувало системи моніторингу, спеціально призначеної для виявлення та повідомлення про такі зміни в міру їх виникнення [6].

Західний регіональний кліматичний центр Науково дослідного інституту пустель, за підтримки штату Каліфорнія і Національного управління

океанічних і атмосферних досліджень (NOAA), приступили до проекту виявлення недоліків в контролі клімату Каліфорнії з метою забезпечити поліпшення знань про клімат штату і поширити інформацію в громадських, політичних і технічних цілях.

Ця діяльність почалася з оцінки реєстратори даних Campbell Scientific в складі мережевих метеостанцій в Каліфорнії існуючих джерел даних, метеостанцій, а також якості і типу інформації.

Цей етап також передбачає консультацію з державними і федеральними організаціями, а також з суспільством по дослідженню клімату. У число істотних партнерів входить Департамент Каліфорнії по водних ресурсів і Каліфорнійський центр зміни клімату в м. Скріпс.

У цьому великому штаті з таким різноманітним кліматом обраний підхід припускав концентрацію на певних кластерах і секторах дослідження, з особливим акцентом на регіонах з великими просторовими змінами клімату і не контрольованими географічними параметрами.

В першу чергу метеостанції були встановлені в горах і на узбережжі. Було визначено сектор дослідження, який простягався від центральної берегової лінії до річки Норт-Форк (North Fork River) і східній частині Сьєрра-Хрест (Sierra Crest), включаючи показану тут станцію Пойнт-Рейес (Point Reyes). Особливе перевага віддавалася місцях, в яких не передбачалося зміна характеристик місцевості (таких як рослинність і використання земель). [6]

Протягом декількох десятиліть, що свідчить про стабільному землекористуванні. Ще одним пріоритетом була відповідна відкритість впливів. Усе ділянки мають засоби зв'язку, а всі дані розміщені в мережі Інтернеті і знаходяться у вільному доступі [7].

Метеостанції створені на основі CR1000 Campbell Scientific. В число вимірюваних параметрів, як правило, входять температура, кількість опадів, швидкість і напрямок вітру, відносна вологість, сонячне випромінювання, висота снігового покриву і температура ґрунту, при цьому датчик розташований на стійці висотою, як правило, 10 м.

1.4 Характеристика приладів R.M Young 5202 і датчику R.M Young 03002

Атмосферні опади можуть бути представлені у вигляді дощу, переохолодженого дощу, льодяного дощу, снігу та дощу зі снігом [8]. Вимірювання атмосферних опадів зумовлене визначенням трьох основних характеристик: інтенсивністю опадів, кількістю опадів та тривалістю.

На метеорологічних станціях вимірювання кількості опадів проводиться за допомогою приладу опадомір О-1 (опадомір Третьякова). Він являє собою комплект різних приладів і установок: 2 опадосбірних посудини; 2 воронки; кришка; таган (місце для установки опадосбірних посудин); вітровий захист; 2 вимірювальні склянки [9].

Автоматичним аналогом опадоміру О-1 є прилад R.M Young 5202.

R.M Young 5202 – це опадомір з електричним підігрівом, що дозволяє проводити вимірювання, як рідких, так і твердих опадів. Площа водозбору 200 см². Точність приладу 0,1 мм відповідає рекомендаціям Всесвітньої метеорологічної організації. Тип датчика – перекидна посудина з герконом. Діаметр діафрагми – 16 см. Точність (кількість опадів у вигляді дощу на вимірювальний наконечник) – 0,1 мм. Похибка 2 % до 25 мм/час, 3 % до 50 мм/ч. Робоча температура від -20 ° до + 50 ° С.

Вітер – потік повітря, який рухається вздовж земної поверхні з області підвищеного тиску в область низького тиску [8]. На метеорологічних майданчиках визначення характеристик вітру, а саме: напрямку та швидкості вітру проводиться за допомогою приладу Марк. На агрометеорологічній станції Херсон №33902 (АХерсон) штатним приладом для вимірювання характеристик вітру є ультразвуковий прилад ЛЮФТ.

Штатний прилад ЛЮФТ представляє собою ультразвуковий прилад швидкості і напрямку вітру.



Рис. 1.5. – Штатний датчик вимірювання швидкості та напрямку вітру [4]

Підходить для AWOS, сертифікований Державною авіаційною службою України. Призначений для вимірювання швидкості і напрямку вітру, а також розрахунок акустичної віртуальної температури.

Ультразвуковий датчик вітру розроблений без механічних частин. Допустима робоча температура від -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Вимірювання напрямку вітру від 0 до 360° з точністю $< 3^{\circ}$ (при швидкості $> 1\text{ м/с}$). Вимірювання швидкості вітру від 0 до 90 м/с з точністю $\pm 0,3\text{ м/с}$ або 3% при швидкості $0-35\text{ м/с}$. Аналогом цього приладу є R.M Young 03002.

Метеорологічний прилад R.M Young 03002 представляє собою поєднаний комплекс для вимірювання швидкості і напрямку вітру за допомогою три-чашкового анемометра та вітрової лопатки, встановленої на невеликій перекладині. Він взаємодіє безпосередньо з реєстраторами даних Campbell Scientific, тому кондиціонування сигналу не потрібно.



Рис. 1.6.. – Прилад для вимірювання швидкості вітру R.M Young 03002. [5]

Для вимірювання швидкості вітру R.M Young 03002 використовує вузол із скляним колесом. Обертання чашки колеса виробляє зміну хвилі, прямо пропорційну швидкості вітру. Частота сигналу змінного струму вимірюється каналом лічильника імпульсів реєстратора даних, потім перетворюється на інженерні одиниці (миль / год, м / с, вузли). У версії Campbell Scientific використовуються екрановані підшипники, що знижує поріг анемометра.

Напрямок вітру відчувається потенціометром. З напругою збудження точності збудника даних, що подається на елемент потенціометра, вихідний сигнал є аналоговою напругою, прямо пропорційною кута азимуту напрямку вітру. Діапазон робочих температур від -50° до $+50^{\circ}$ C (за умови, що не є рамками).

Швидкість вітру (анемометр): діапазон від 0 до 50 м / с (від 0 до 112 миль / год). Фіксація поривів до 60 м / с (134 миль / год). Точність $\pm 0,5$ м / с (1,1 миль / год).

Напрямок вітру (лобовий) вимірюється в діапазоні від 0 до 360° . Точність $\pm 5^{\circ}$. Початковий поріг 0,8 м / с (1,8 миль / год) зі зміщенням 10° та 1,8 м / с (4 миль / год) зі зміщенням 5° . Похибка на вимірювання швидкості вітру $\pm 0,5$ м/с. Похибка на вимірювання напрямку вітру $\pm 5^{\circ}$.

2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОМЕТЕОСТАНЦІЇ ХЕРСОН №33902

Агрометеорологічна станція Херсон №33902 (АХерсон) знаходиться в Інституті зрошуваного землеробства НААН у м. Херсон. Який розташований на півдні України в межах степової зони помірного географічного поясу Євразії. Із заходу на схід територія області простягається на 258 км (крайні точки – $31^{\circ} 46'$ та $35^{\circ} 09'$ східної довготи), з півдня на північ на 180 км (крайні точки – $45^{\circ} 58'$ та $47^{\circ} 05'$ північної широти).

Площа області – 28,6 тис. км². Херсонська область межує на заході з Миколаївською областю, на півночі – з Дніпропетровською, на північному сході – із Запорізькою, на півдні області омивається Чорним і Азовським морями та межує з Автономною Республікою Крим.

Клімат на досліджуваній території помірно-континентальний із порівняно м'якою зимою та жарким і довгим літом. Середня температура повітря за рік по області становить 9,8-10,8 °С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить мінус 0,8-2,2 °С, середня температура липня (найтеплішого місяця) – 22,9-23,9 °С.

Найнижча температура повітря по області відмічалася у січні 1997 року (М Асканія-Нова) і становила 26,0 °С морозу. За весь період спостережень абсолютний мінімум температури повітря зафіксований у січні 1950 року (М Нижні Сірогози) та в лютому 1954 року (М Асканія-Нова) і становив 30,9 °С морозу. Абсолютний максимум зафіксований у липні 2002 року і становив 40,5 °С тепла (М Херсон).

Зимовий період на Херсонщині триває 62-77 днів – з 6-14 грудня до 14-22 лютого, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С у бік потепління та починається весна.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15 °С і вище), триває в області 132-142 дні – з 11-17 травня до 24-30 вересня. Сума позитивних температур повітря вище 15 °С за цей період змінюється від

2585 °С на півночі до 2735 °С в центрі області, в приморських районах – від 2801 °С до 2828 °С.

Херсонська область – найбільш засушлива область України. Переважна кількість опадів випадає в літній період у вигляді злив. Сніговий покрив нестійкий і існує кілька десятків днів, а в прибережній частині області ще менше – близько 15 днів.

Середня кількість опадів по області за рік становить 444 мм, змінюючись по території від 368 до 503 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 239 до 969 мм. Близько 64 % від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Клімату Херсонщини притаманні літні суховії – сильні вітри (з швидкістю більше 5 м/с) при низькій вологості повітря (менше 30%) та високих температурах повітря (вище 25 °С). Вони негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, що призводить до істотного зниження їх урожайності. У вегетаційний період на території області (крім приморських районів) спостерігається від 15 до 33 днів із суховіями різної інтенсивності. Впродовж вегетаційного періоду 1986 року відмічалось 52 дні із суховієм.

Серед інших несприятливих для с.-г. культур явищ погоди на території області у вегетаційний період спостерігається град, дуже сильний дощ, зливи, сильний вітер та пилові бурі.

Сувора атмосферна засуха, яка часто поєднується із ґрунтовою у період активної вегетації сільськогосподарських культур (ГТК менше 0,7), має ймовірність 90% на більшій частині території області.

Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень–жовтень) по області коливається від 59 % влітку до 80 % весною та восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30 % та менше за цей період становить 27-51 день, у приморських районах – 4-5 днів.

За сукупністю показників агрокліматичних ресурсів у період активної вегетації сільськогосподарських культур (суми позитивних температур повітря, кількості опадів та гідротермічного коефіцієнта) територію

Херсонської області поділено на два агрокліматичних райони (високого рівня теплозабезпечення посушливого та високого рівня теплозабезпечення дуже посушливого).

Перші осінні заморозки в повітрі спостерігаються в третій декаді вересня, у приморських районах – в другій декаді жовтня, останні весняні – у першій декаді травня, у приморських районах – у другій декаді квітня.

Найпізніший весняний заморозок у повітрі зафіксовано 25 травня 1990 року, а на ґрунті – 29 травня 1997 року.

Найбільш ранній осінній заморозок у повітрі спостерігався 22 вересня 1993 року, у приморських районах – 14 жовтня 1992 року, а на ґрунті – 14 вересня 1989 року, у приморських районах – 29 вересня 1986 року.

Середня тривалість беззаморозкового періоду по області в повітрі становить 170–191 днів, у приморських та прибережних районах – 204–216 днів, на поверхні ґрунту – 153–166 днів, у приморських та прибережних районах – 182–189 днів.

Сніговий покрив залягає протягом січня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить в окремих районах області від 3 до 13 днів, середня висота снігу за зиму – 3–4 см, тоді як максимальна висота в окремі роки досягає 21–44 см. В останні десятиріччя досить часто спостерігаються роки без сталого снігового покриву або взагалі безсніжні зими.

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 19 см до 29 см. Максимальне промерзання – 100 см спостерігалось у 1987р.

Середня із мінімальних температур ґрунту на глибині 3 см по області за зиму, залежно від типу ґрунту, становить мінус 1,7-2,9 °С. Найнижча температура ґрунту на глибині 3 см спостерігалася в 1994 р. і становила мінус 16,0 °С.

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень – лютий по області коливається від 58 до 67. Відлиги, які

тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин.

Після тривалих відлиг за наявності снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворенню льодяної кірки на полях. Небезпечна для посівів льодяна кірка товщиною 10 мм і більше та тривалістю залягання три декади і більше спостерігається в 10 % років (один раз за 10 років) [7].

Результати отриманих даних по кількості опадів в період з 2014 по 2017 роки за даними А Херсон представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість опадів в роки проведення досліджень за даними А Херсон [7]

Рік	Місяць											
	серпень	вересень	жовтень	листопад	Грудень	Січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
2014-15	20,7	43,0	34,2	21,5	26,5	39,8	47,4	55,7	68,8	86,9	38,3	104,6
2015-16	12,1	4,6	18,6	44,2	2,1	67,3	30,9	19,5	56,8	71,7	43,0	46,3
2016-17	26,7	33,2	74,4	34,2	26,3	27,5	20,3	5,1	87,9	25,6	10,3	39,8
Середнє	19,8	26,9	42,4	33,3	18,3	44,9	32,9	26,8	71,2	61,4	30,5	63,9

Середня кількість опадів за рік на метеорологічній станції А Херсон складає 472 мм. Максимальні значення середньомісячної кількості опадів спостерігаються в жовтні і становлять в середньому 42,4 мм, в січні 44,9 мм та з квітня по травень (71,2 мм та 61,4 мм). Мінімальні значення середньомісячної кількості опадів спостерігаються в серпні і складає 19,8 мм та в грудні 18,3 мм.

Результати отриманих даних середньомісячної температури повітря в період з 2014 по 2017 роки за даними А Херсон представлені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Середньомісячна температура повітря в роки проведення досліджень за даними А Херсон [7]

Рік	Місяць											
	серпень	Вересень	жовтень	листопад	Грудень	Січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
2014-15	24,5	18,4	9,3	3,3	-0,2	-0,4	0,8	5,2	9,3	17,0	20,9	23,4
2015-16	24,2	20,9	9,4	7,3	2,3	-3,6	4,0	6,3	12,6	16,2	22,1	24,4
2016-17	24,7	18,0	8,4	4,0	-1,2	-4,7	-0,8	7,0	9,3	16,3	22,0	23,4
Середнє	24,5	19,1	9,0	4,9	0,3	-2,9	1,3	6,2	10,4	16,5	21,7	23,7

Середньорічна температура повітря на метеорологічній станції А Херсон складає 11,2°C. Максимальне значення середньомісячної температури повітря спостерігаються в серпні і становить в середньому 24,5 °С. Мінімальне значення середньомісячної температури повітря спостерігаються в січні і складає -2,9°C.

Результати отриманих даних середньої відносної вологості повітря в період з 2014 по 2017 роки за даними А Херсон представлені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Середня відносна вологість повітря в роки проведення досліджень за даними А Херсон [7]

Рік	Місяць											
	серпень	вересень	жовтень	листопад	Грудень	Січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень
2014-15	52	57	71	88	92	92	85	78	75	69	67	69
2015-16	49	60	70	86	86	89	85	78	71	76	69	58
2016-17	59	63	80	87	86	85	84	73	72	64	61	60
Середнє	53	60	74	87	88	89	85	76	73	70	66	62

Максимальні значення середньої відносної вологості повітря спостерігаються в зимові місяці і становлять в середньому 88-89%. Мінімальні

значення середньої відносної вологості повітря спостерігаються в серпні і складає близько 53%.

Результати отриманих даних по кількості днів з суховіями в період з 2014 по 2017 роки за даними А Херсон представлені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Кількість днів з суховіями в роки проведення досліджень за даними А Херсон [7]

Рік	Місяць											
	серпень	вересень	Жовтень	листопад	Грудень	Січень	лютий	Березень	Квітень	травень	червень	Липень
2014-15	18	6	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1
2015-16	18	6	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4
2016-17	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4
Середнє	14	6	1	0	0	0	0	0	0	1	3	3

Суховії найчастіше спостерігаються з червня по вересень. В деякі посушливі роки можуть починатися з травня і закінчуватись у жовтні. Місяць з найбільшою повторюваністю днів з суховіями – серпень.

Дослідження за метеорологічних даних продовжується і уточнюється новими автоматичними приладами та датчиками.

3 АНАЛІЗ ВИМІРЮВАНЬ КІЛЬКОСТІ ОПАДІВ ПРИЛАДОМ R.M YOUNG 5202 ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВІТРУ ПРИЛАДОМ R.M YOUNG 03002

На метеорологічній станції Херсон №33902 в Інституті зрошуваного землеробства НААН 1 травня 2019 року було встановлено автоматичну метеостанцію, яка складається з комплексу датчиків та приладів призначених для вимірювання метеорологічних показників.

3 травня місяця почався період паралельних спостережень. Показники, виміряні датчиками та приладами автоматичної метеостанції порівнювались з даними отриманими на метеорологічному майданчику.

Вимірювання на метеорологічному майданчику проводилися у стандартні строки спостережень, а автоматична метеостанція проводила вимірювання кожні 10 секунд. У гідрометеорологічний центр дання для дослідження з метеомайданчику та з автоматизованої метеостанції передавались кожні 3 години. У своєму проєкті для більш детального порівняння було прийнято рішення використовувати весь матеріал отриманий, не тільки за 3 години, а й кожні 1, 10 секунд.

3.1 Порівняння отриманих даних приладами вимірювання кількості опадів R.M Young 5202 та O-1

Вимірювання кількості опадів на метеомайданчику виконується приладом O-1(опадомір Третьякова) [9] та встановленим приладом R.M Young 5202 в строки 00, 06, 12, 18 за МСЧ. Результати вимірювання були зведені до таблиць порівняння результатів паралельних спостережень, які складались строком з 1 числа місяця по останнє число місяця. Кожен строк спостережень включає дані виміряні штатним приладом, дані за новим приладом та різниця між ними. Зразок таблиці результатів паралельних спостережень на станції

АХерсон Опадомір-Станція метеор з вересня 2019 року по травень 2020 року представлені в додатку А.

По таблиці за вересень 2019 року бачимо, що дощ спостерігався 4, 6, 20, 27 та 29 числа даного місяця.

У вересні місяці було зафіксовано 2 значні відмінності у значеннях автоматичної метеостанції 4 та 29 числа місяця, виділені червоним кольором. В зв'язку з тим, що на агрометеорологічній метеостанції АХерсон наявні певні порушення, щодо недотримання санітарної зони виникла ситуація при проведенні польових робіт в безпосередній близькості до метеомайданчику виникло забруднення приймальної частини опадоміра пилом від сільськогосподарських робіт. Ця ситуація була виправлена шляхом промивання приймаючої частини опадоміра 4 та 29 числа.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за вересень представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.
Вересень

Число місяця	4	6	20	27	29	Загальна
Сума штатним, мм	6,2	0	1,5	0,7	3,7	12,1
Сума новим, мм	6,2	0	1,9	0,4	3,8	12,3
Δ , мм	0	0	-0,4	0,3	-0,1	-0,2

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за вересень рис. 3.1.

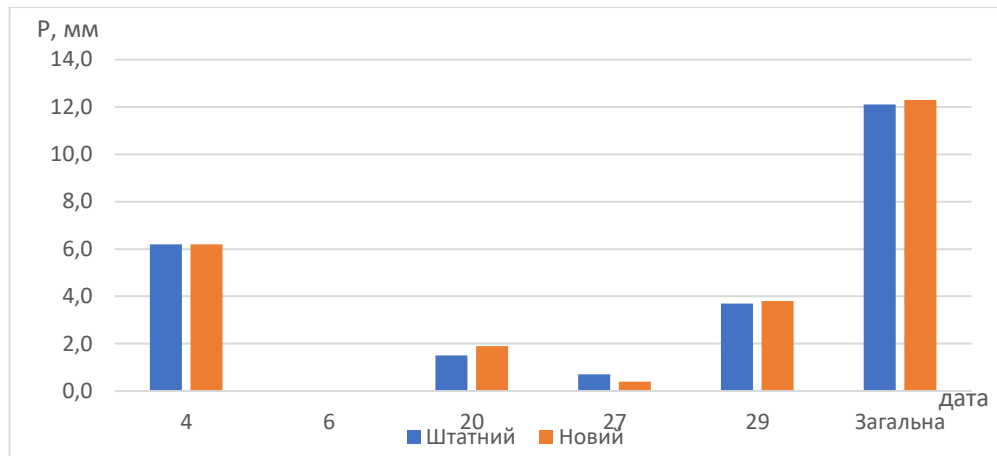


Рис. 3.1. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Вересень

У вересні штатним приладом, опадоміром Третякова, було виміряно суму опадів за місяць 12,1 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 12,3 мм, що може свідчити про те, що результати знаходяться у доступній розбіжності та скоріш за все вона викликана за рахунок випаровування з відкритої поверхні опадоміра Третякова.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за жовтень представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.
Жовтень

Число місяця	1	4	5	7	11	23	25	27	28	29	Загальна
Сума штатним, мм	1,8	7,0	30,1	17,2	4,6	1,1	0,3	0,4	0,4	0,0	62,9
Сума новим, мм	2,8	9,8	29,4	17,7	4,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	65,9
Δ, мм	-1,0	-2,8	0,7	-0,5	-0,1	-0,4	0,3	0,4	0,4	0,0	-3,0

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за жовтень рис. 3.2.

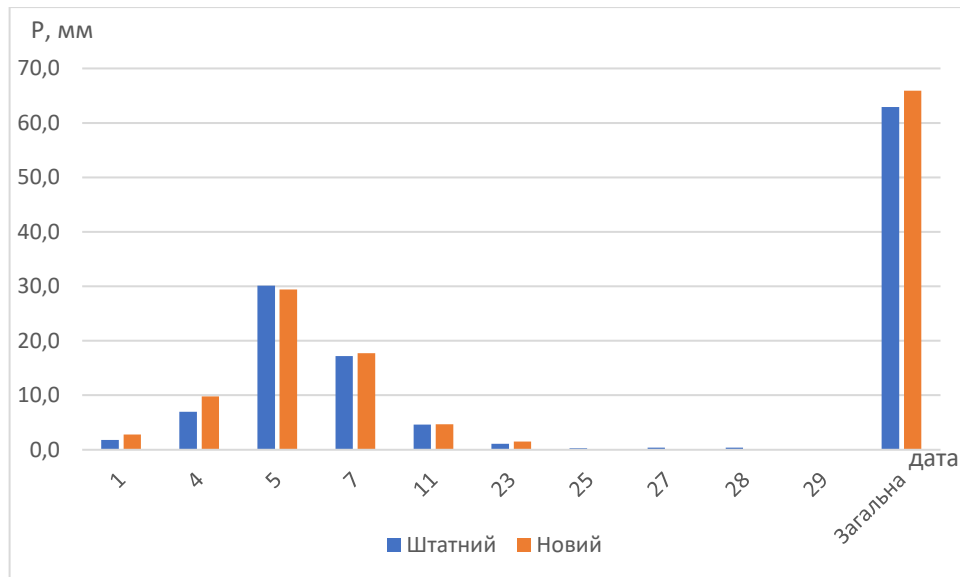


Рис. 3.2. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Жовтень

У жовтні штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 62,9 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 65,9 мм опадів, що на 3 мм більше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 4 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за листопад представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.

Листопад

Число місяця	5	6	12	18	27	28	29	Загальна
Сума штатним, мм	18,7	0,3	1,2	0,4	6,9	1,2	9,3	38,0
Сума новим, мм	19,1	0,1	0,1	0,0	6,1	0,6	8,6	34,6
Δ , мм	-0,4	0,2	1,1	0,4	0,8	0,6	0,7	3,40

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за листопад рис. 3.3.

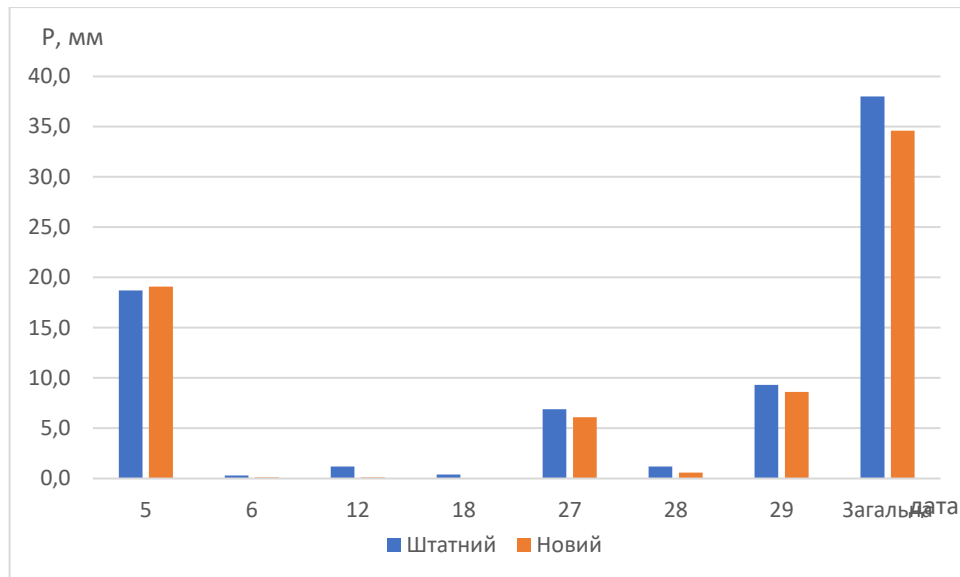


Рис. 3.3. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Листопад

У листопаді штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 38 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 34,6 мм опадів, що на 3,4 мм менше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 10 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за грудень представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.

Грудень

Число місяця	3	7	11	12	14	15	17	19	21	23	24	25	26	28	31	Загальна
Сума штатним, мм	7,3	0,3	0,1	0,1	1,6	3,7	0,3	0,3	0,0	2,4	3,3	5,9	0,3	0,3	0,0	25,9
Сума новим, мм	6,6	0,1	0,0	0,0	1,3	3,0	0,0	0,1	0,0	2,5	2,9	4,6	0,2	0,1	0,0	21,4
Δ, мм	0,7	0,2	0,1	0,1	0,3	0,7	0,3	0,2	0,0	-0,1	0,4	1,3	0,1	0,2	0,0	4,5

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за грудень рис. 3.4.

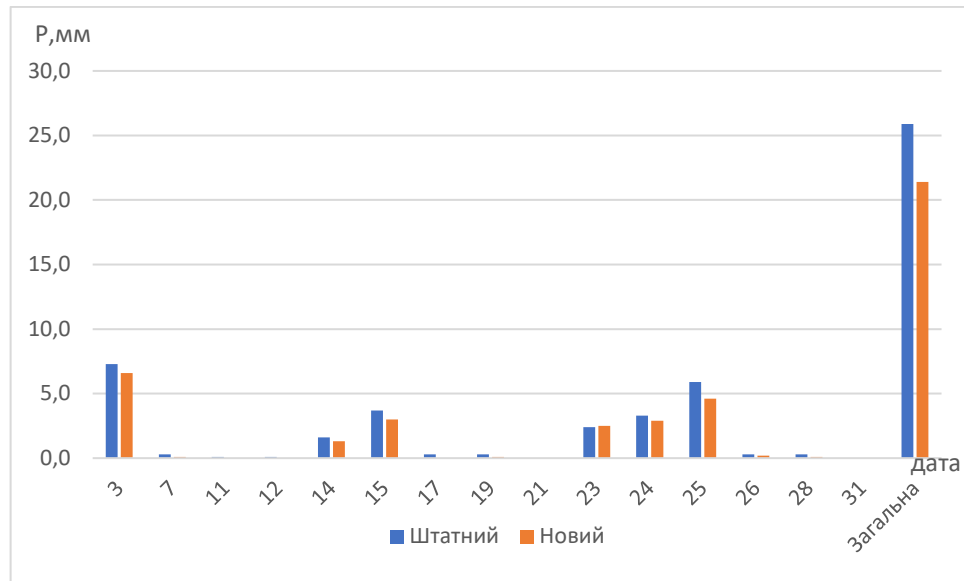


Рис. 3.4. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Грудень

У грудні штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 25,9 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 21,4 мм опадів, що на 4,5 мм менше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 20 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за січень представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.
Січень

Число місяця	1	5	11	17	18	20	28	29	30	Загальна
Сума штатним, мм	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	2,1	0,0	17,3
Сума новим, мм	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	12,4	2,1	0,0	15,6
Δ , мм	-0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	1,7

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за січень рис. 3.5.

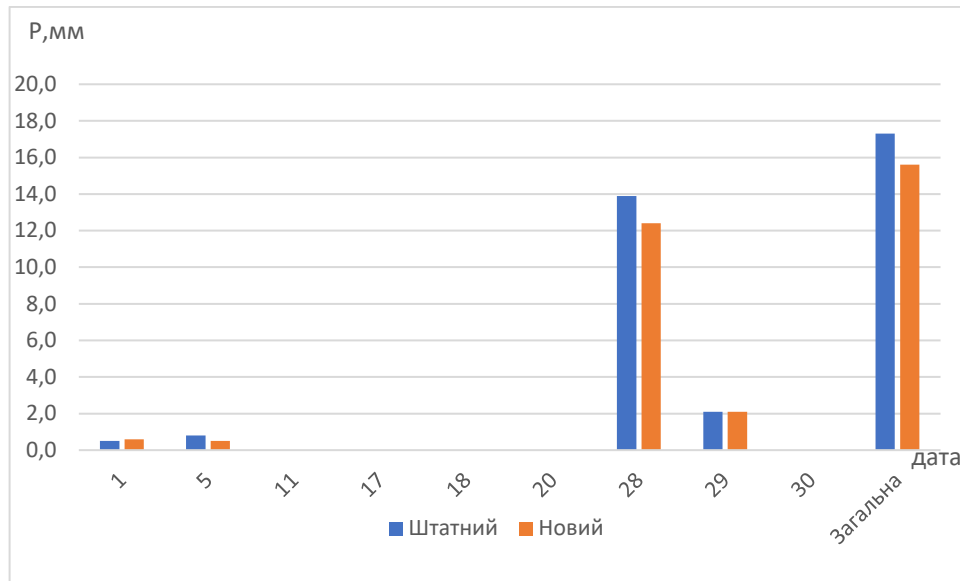


Рис. 3.5. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Січень

У січені штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 17,3 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 15,6 мм опадів, що на 1,7 мм менше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 10 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за лютий представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.
Лютий

Число місяця	1	2	3	5	6	7	11	12	13	18	24	27	28	29	Загальна
Сума штатним, мм	1,5	0,4	5,7	16,4	10,4	0,6	10,2	1,1	0,3	0,1	3,1	0,0	6,6	0,0	56,4
Сума новим, мм	1,2	0,2	6,0	14,6	9,0	0,2	10,2	0,8	0,0	0,0	2,9	0,1	5,7	0,0	50,9
Δ, мм	0,3	0,2	-0,3	1,8	1,4	0,4	0,0	0,3	0,3	0,1	0,2	-0,1	0,9	0,0	5,5

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за лютий рис. 3.6.

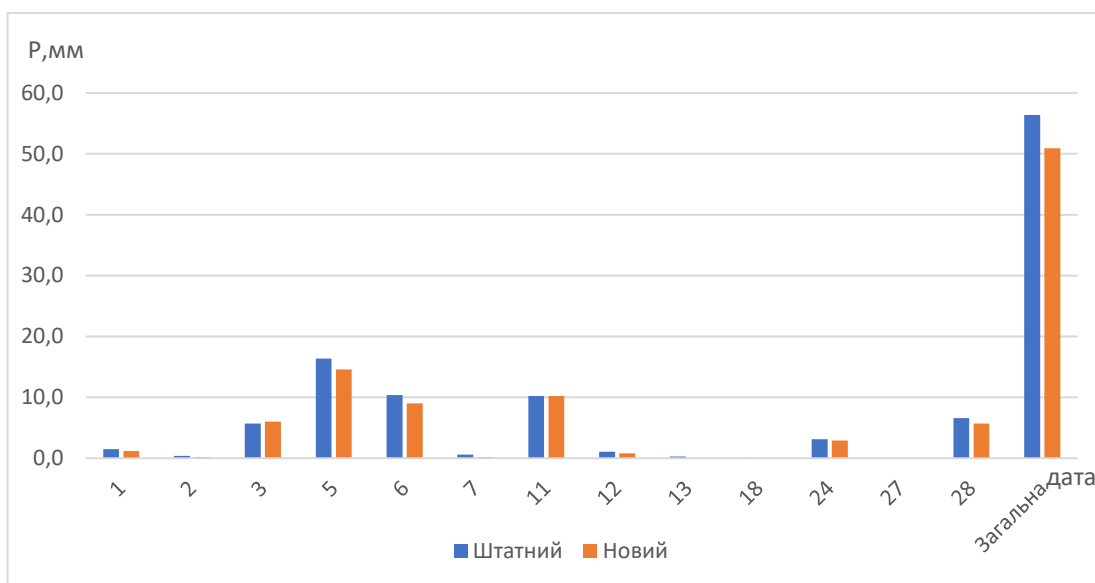


Рис. 3.6. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Лютий

У лютому штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 56,4 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 50,9 мм опадів, що на 5,5 мм більше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 10 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за березень представлені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.
Березень

Число місяця	3	12	14	21	22	29	30	31	Загальна
Сума штатним, мм	0,3	0,9	0,8	0,0	3,8	0,3	0,0	0,0	6,1
Сума новим, мм	0,2	0,6	0,8	0,0	3,6	0,2	0,1	0,0	5,5
Δ , мм	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,1	-0,1	0,0	0,6

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за березень рис. 3.7.

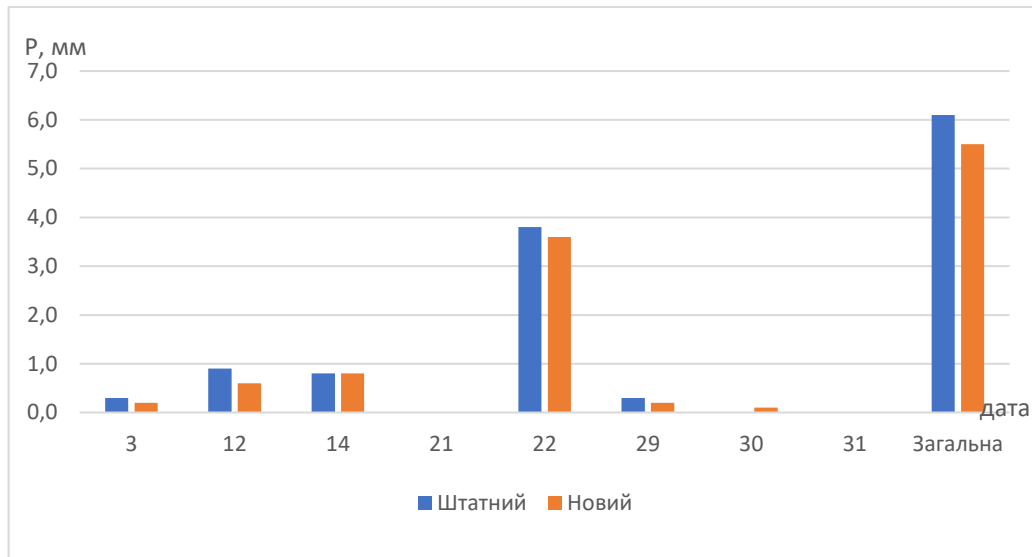


Рис. 3.7. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Березень

В березні штатним приладом, опадоміром Третьякова, було виміряно суму опадів за місяць 6,1 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 5,5 мм опадів, що на 0,7 мм менше від показань штатного приладу. У відсотковому співвідношенні різниця між сумою опадів складає приблизно 10 %.

Результати вимірювань суми опадів за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 5202 за квітень представлені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Отримані результати вимірювань кількості опадів.

Квітень

Число місяця	15	18	20	26	Загальна
Сума штатним, мм	1,4	0,6	0,0	0,8	2,8
Сума новим, мм	1,5	0,5	0,1	0,7	2,8
Δ , мм	-0,1	0,1	-0,1	0,1	-1,0

За результатами вимірювань суми опадів за місяць було побудовано графік добової кількості опадів за квітень рис. 3.8.

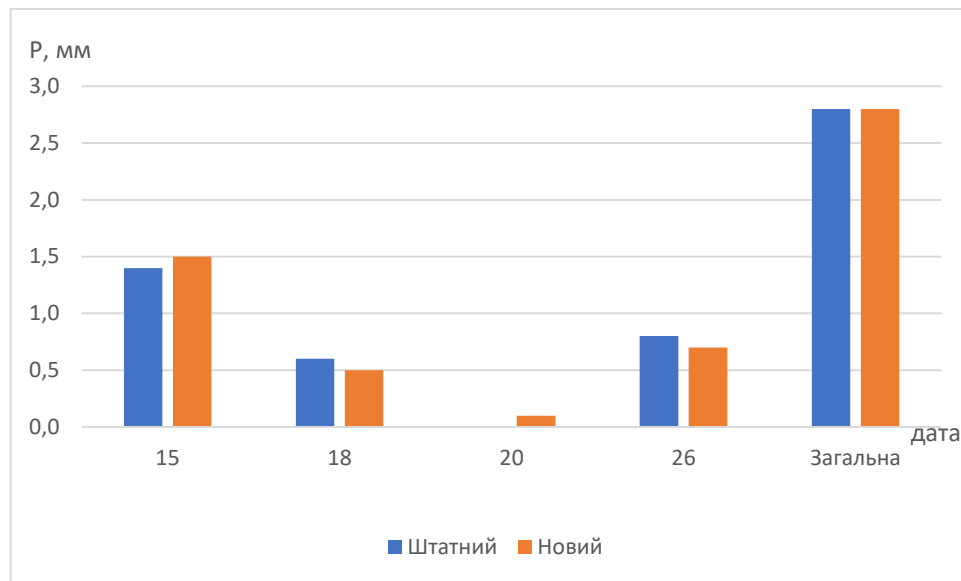


Рис. 3.8. – Графік добової кількості опадів для штатного приладу та опадоміра R.M Young 5202. Квітень

У квітні штатним приладом, опадоміром Третякова, було виміряно суму опадів за місяць 2,8 мм, а прилад R.M Young 5202 зафіксував 2,8 мм опадів. Кількість опадів за показанням штатного приладу О-1 та нового приладу опадоміра R.M Young 5202 за квітень співпадають.

3.2 Порівняння отриманих даних приладами R.M Young 03002 та штатного приладу ЛЮФТ для вимірювань характеристик вітру

Вимірювання характеристик вітру на метеомайданчику виконується приладом ЛЮФТ та встановленим приладом R.M Young 03002 в строки 00, 06, 12, 18 за МСЧ.

Результати вимірювання були зведені до таблиць порівняння результатів паралельних спостережень, які склалися строком з 1 числа місяця по останнє число місяця.

Кожен строк спостережень включає дані виміряні штатним приладом, дані за новим приладом та різниця між ними. Таблиці результатів паралельних спостережень на станції АХерсон Опадомір-Станція метеор з вересня 2019 року по травень 2020 року представлені в додатку Б.

Вимірювання характеристик вітру на метеомайданчику виконується ультразвуковим приладом ЛЮФТ та встановленим приладом R.M Young 03002 кожні 3 години в строки за МСЧ. Результати вимірювання були зведені до таблиць порівняння результатів паралельних спостережень, які склалися строком з 1 числа місяця по останнє число місяця.

Кожен строк спостережень включає дані виміряні штатним приладом, дані за новим приладом та різниця між ними. Таблиці результатів паралельних спостережень на станції АХерсон Люфт-Станція метеор з вересня 2019 року по травень 2020 року представлені в додатку Б.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за вересень представлені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Отримані результати вимірювань за вересень

Дата		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Напрямок, °	Люфт	290	327	213	258	250	262	293	296	229	214	68	87	101	126	259	213	179
	С	301	320	235	266	251	277	317	307	227	229	82	105	84	124	269	221	194
Швидкість, м/с	Люфт	4	4	3	2	4	3	2	4	4	3	2	2	2	3	3	2	3
	С	4	4	3	2	4	3	2	4	4	3	2	2	2	3	3	2	3

По таблиці за вересень 2019 року бачимо, що середньодобова швидкість вітру виміряна за допомогою ультразвукового приладу та нового приладу 03002 не відрізняється.

У вересні місяці було зафіксовано зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 24°. При відхиленнях більше 5° більш детально досліджували строкові вимірювання за день. Після проведення

дослідних робіт було виявлено, що такі відхилення були в результаті більш детального опитування нового приладу R.M Young 03002.

Новий прилад фіксує результати вимірювань кожну секунду і зводить до середнього значення у строк вимірювань. Штатний прилад Люфт був настроєний проводити вимірювання за 15 хв до строку спостережень. Що в результаті впливає на осереднений напрям вітру за строк спостережень.

За результатами спостережень у вересні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

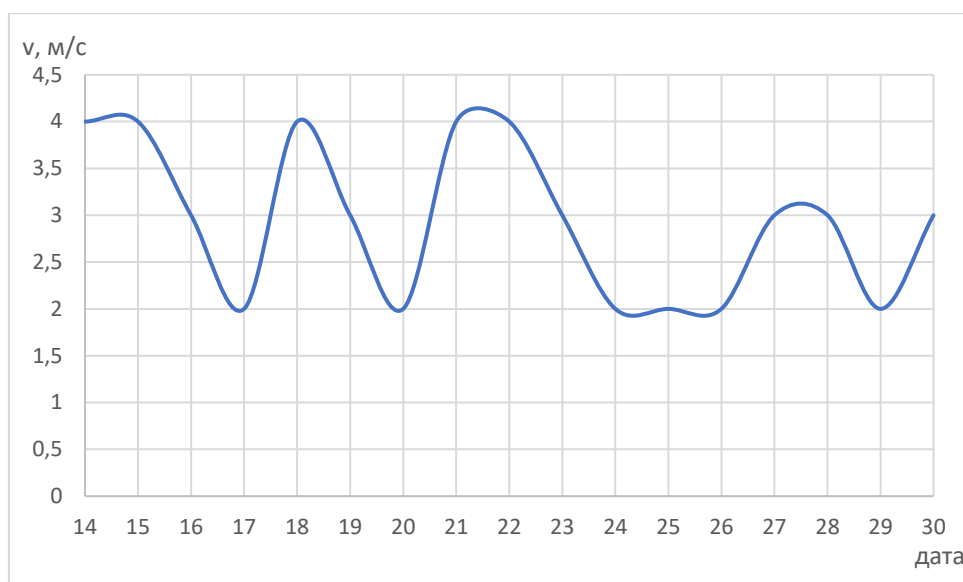


Рис. 3.9. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Вересень

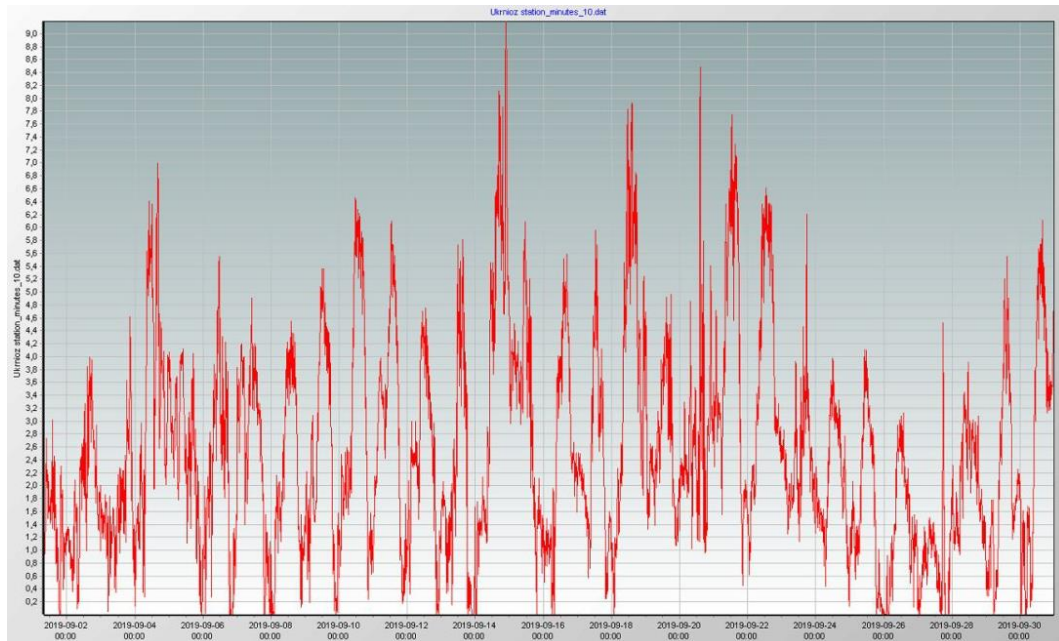


Рис. 3.10. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Вересень

З отриманих графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 видно значну різницю. Ця різниця полягає у кількості проведення вимірів для дослідження величини. Прилад ЛЮФТ проводить вимірювання швидкості за 15 хвилин до строку спостереження і видає осереднений результат. Прилад R.M Young 03002 за допомогою програмного забезпечення налаштований на проведення вимірювань кожну секунду і проводить осереднення за усі три години між строком спостереження.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за жовтень представлені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Отримані результати вимірювань за жовтень

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	259	123	124	207	254	308	145	304	159	156	290	214	181	176	143	62
	С	264	127	140	218	179	319	150	314	174	173	302	234	187	187	95	78
Швидкість, м/с	Люфт	3	1	2	2	5	4	4	2	3	3	3	2	3	1	1	1
	С	3	2	2	2	5	4	4	2	3	3	3	2	3	2	1	1
Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Напрямок, °	Люфт	56	98	107	59	104	226	236	168	64	317	221	223	294	318	113	
	С	71	104	121	66	118	235	74	166	73	335	230	235	133	334	114	
Швидкість, м/с	Люфт	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	4	2	
	С	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	2	1	2	3	2	

У жовтні місяці було зафіксовано зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 20°.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. Але 2, 14, 17, 25, 30 була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с.

Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірюваних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у жовтні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

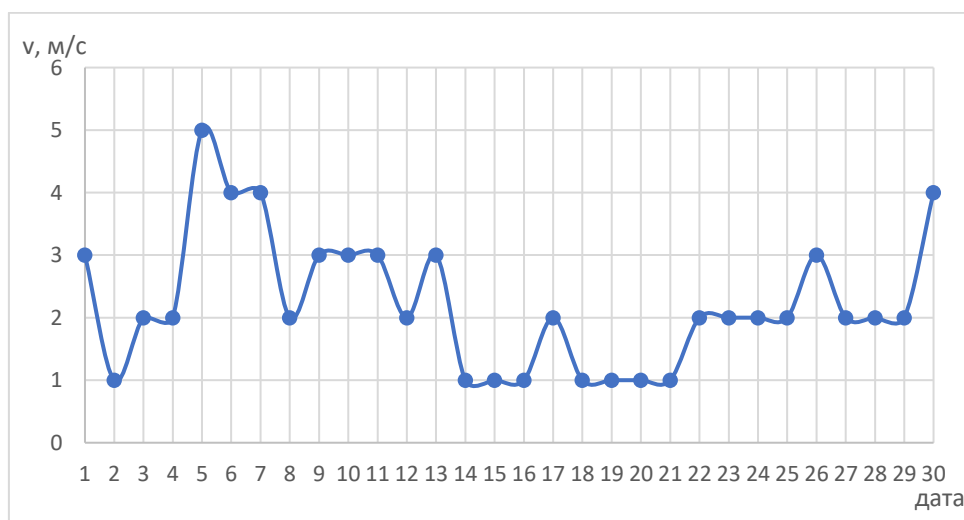


Рис. 3.11. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Жовтень

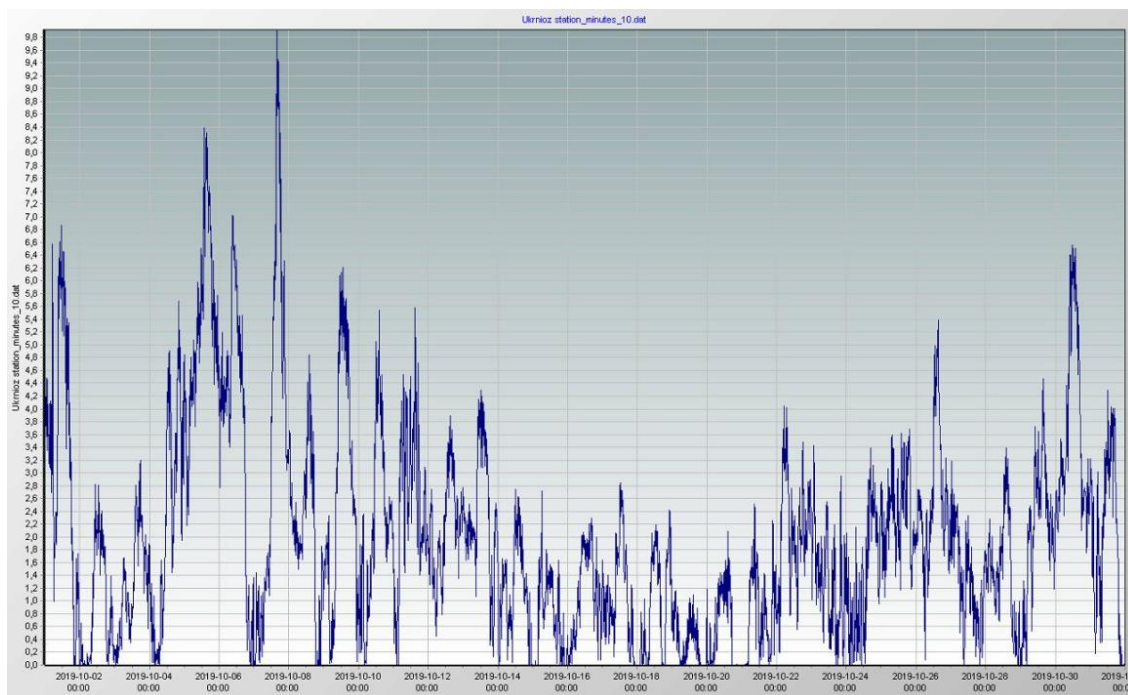


Рис. 3.12. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Жовтень

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за жовтень також є значна різниця.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за листопад представлені в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Отримані результати вимірювань за листопад

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	97	103	126	144	180	170	173	110	96	94	148	89	84	81	87	65
	С	99	113	143	163	187	190	185	127	114	109	162	108	105	93	106	87
Швидкість, м/с	Люфт	2	3	3	4	4	5	3	2	2	3	2	3	6	7	4	2
	С	2	2	3	4	4	4	3	2	2	3	2	2	6	6	4	2

Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Напрямок, °	Люфт	48	43	70	58	64	54	62	49	39	33	220	179	146	241		
	С	57	64	91	69	81	72	75	69	60	52	150	202	151	263		
Швидкість, м/с	Люфт	3	2	3	3	7	7	6	4	3	5	5	2	3	3		
	С	3	2	3	3	7	7	5	3	3	4	5	2	3	3		

По таблиці за листопад 2019 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 22°. Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с.

Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірювань приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у листопаді було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

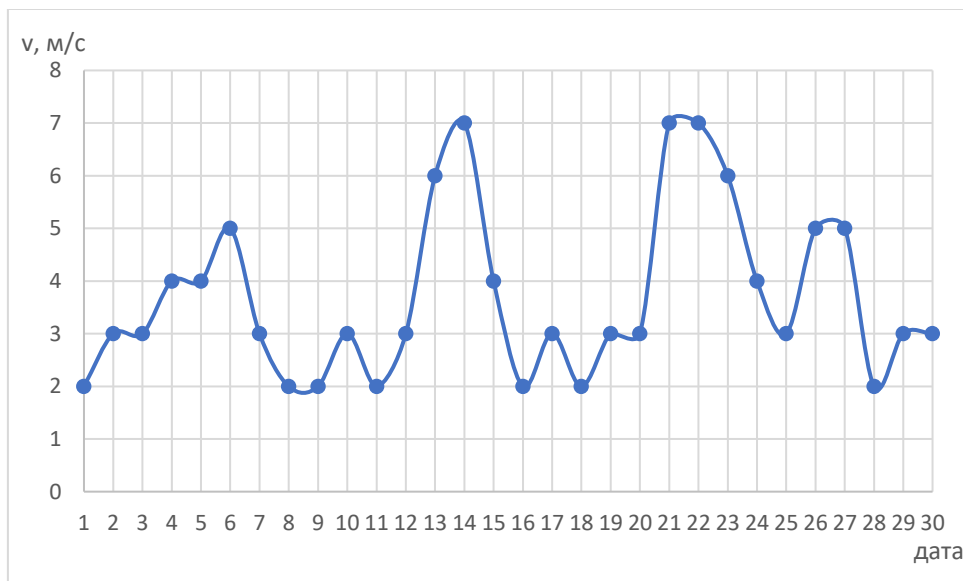


Рис. 3.13. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Листопад



Рис. 3.14. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Листопад

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за листопад також є значна різниця.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за грудень представлені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Отримані результати вимірювань за грудень

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	315	177	261	292	222	166	153	222	139	98	75	63	83	87	189	185
	С	325	191	278	299	239	191	169	233	161	115	91	75	91	106	209	199
Швидкість, м/с	Люфт	5	3	5	3	2	2	3	2	2	3	2	5	7	4	3	3
	С	5	3	4	3	2	2	3	2	2	3	2	5	7	4	3	3

Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Напрямок, °	Люфт	159	176	268	83	149	162	115	62	122	288	269	218	28	145	241
	С	176	192	243	108	163	172	134	76	133	301	283	234	33	108	259
Швидкість, м/с	Люфт	2	3	2	3	4	5	4	3	3	3	3	2	2	5	4
	С	2	3	2	3	4	5	4	3	3	3	3	2	2	5	4

По таблиці за грудень 2019 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 22°. Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с. Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірюваних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у грудні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

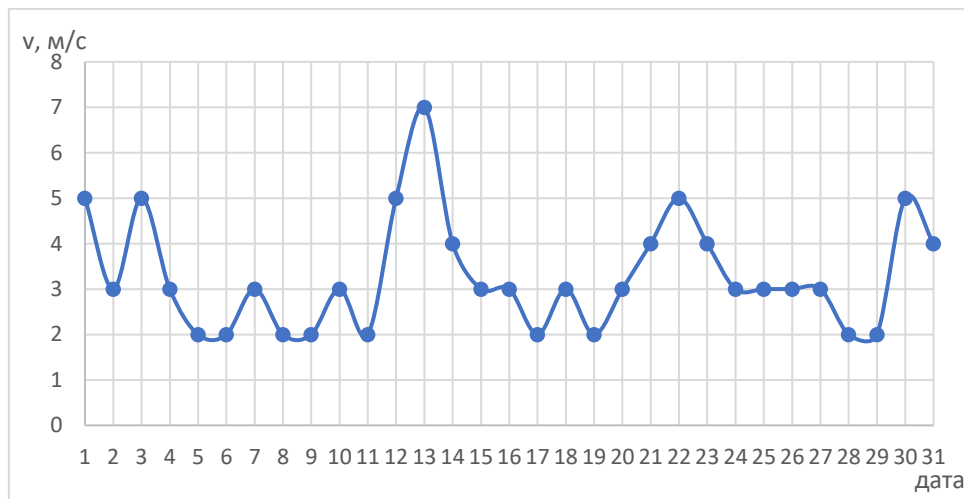


Рис. 3.15. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Грудень

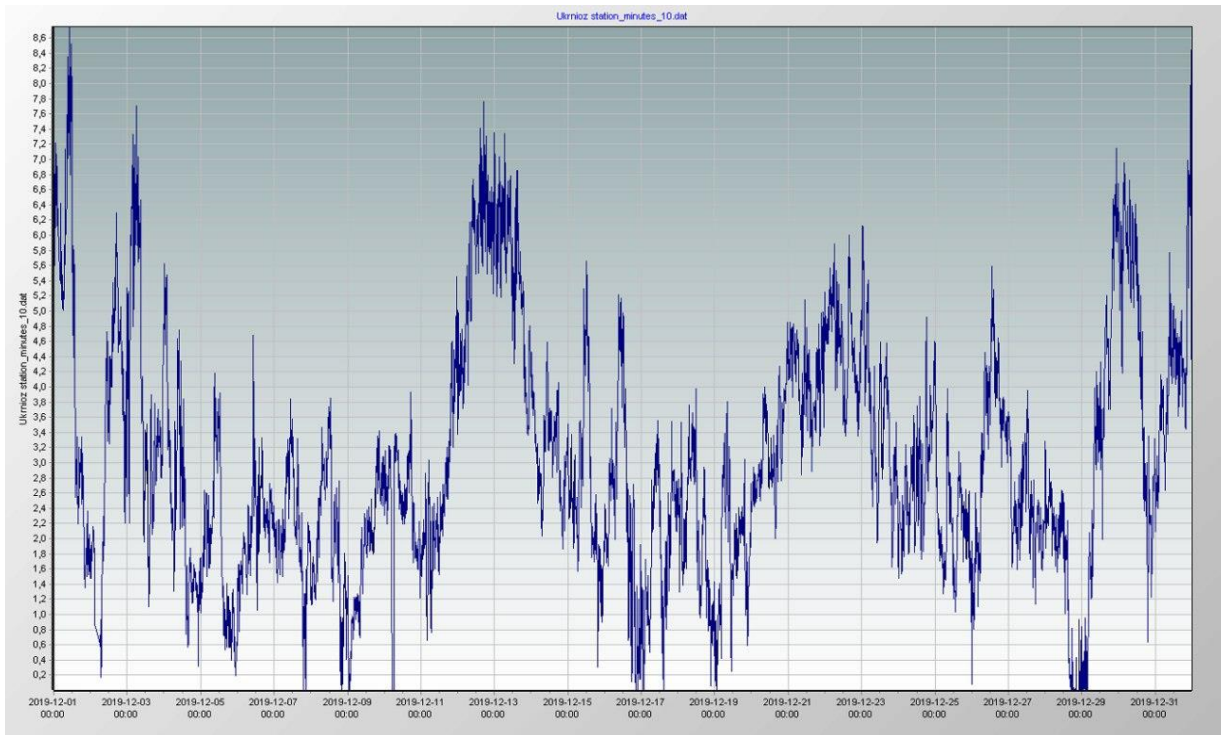


Рис. 3.16. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожену секунду спостережень. Грудень

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за грудень також є значна різниця.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за січень представлені в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Отримані результати вимірювань за січень

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок,	Люфт	293	271	270	176	288	312	308	345	229	223	205	309	210	155	101	126
	С	304	285	201	148	256	54	10	273	189	240	223	317	223	169	124	99
Швидкість, м/с	Люфт	6	3	2	2	2	6	6	5	2	1	2	6	2	1	2	2
	С	6	3	2	1	2	5	6	5	2	1	2	5	2	1	1	1

Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Напрямок, °	Люфт	213	191	48	306	283	255	296	243	229	250	106	84	214	226	218	
	С	181	159	71	135	295	261	312	248	231	259	121	103	221	240	231	
Швидкість, м/с	Люфт	2	2	3	5	4	4	7	4	3	2	1	3	3	3	3	
	С	2	2	3	5	3	4	7	4	3	2	1	2	4	3	4	

По таблиці за січень 2020 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 40°. Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с. Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у січні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

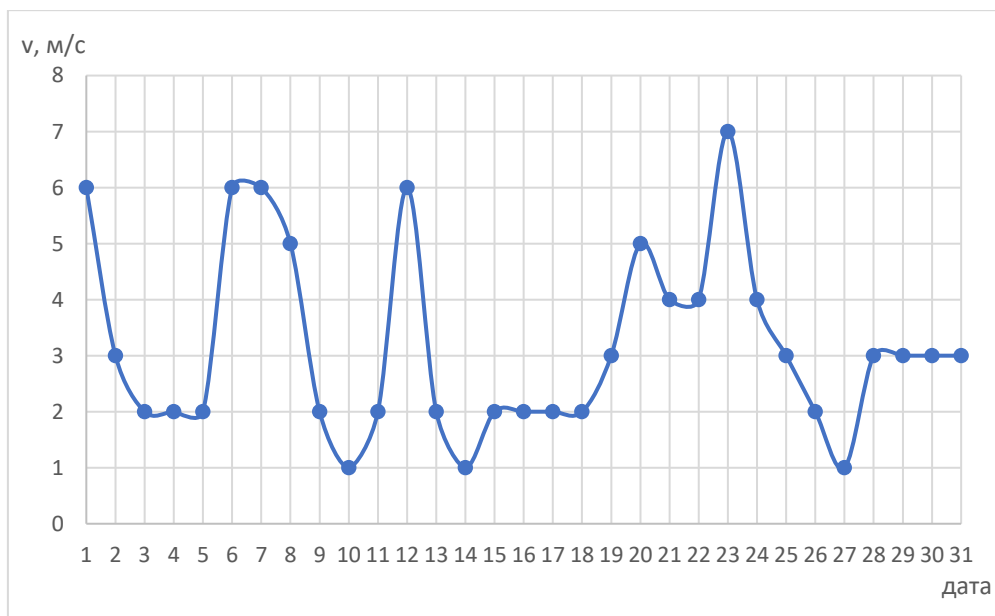


Рис. 3.17. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Січень

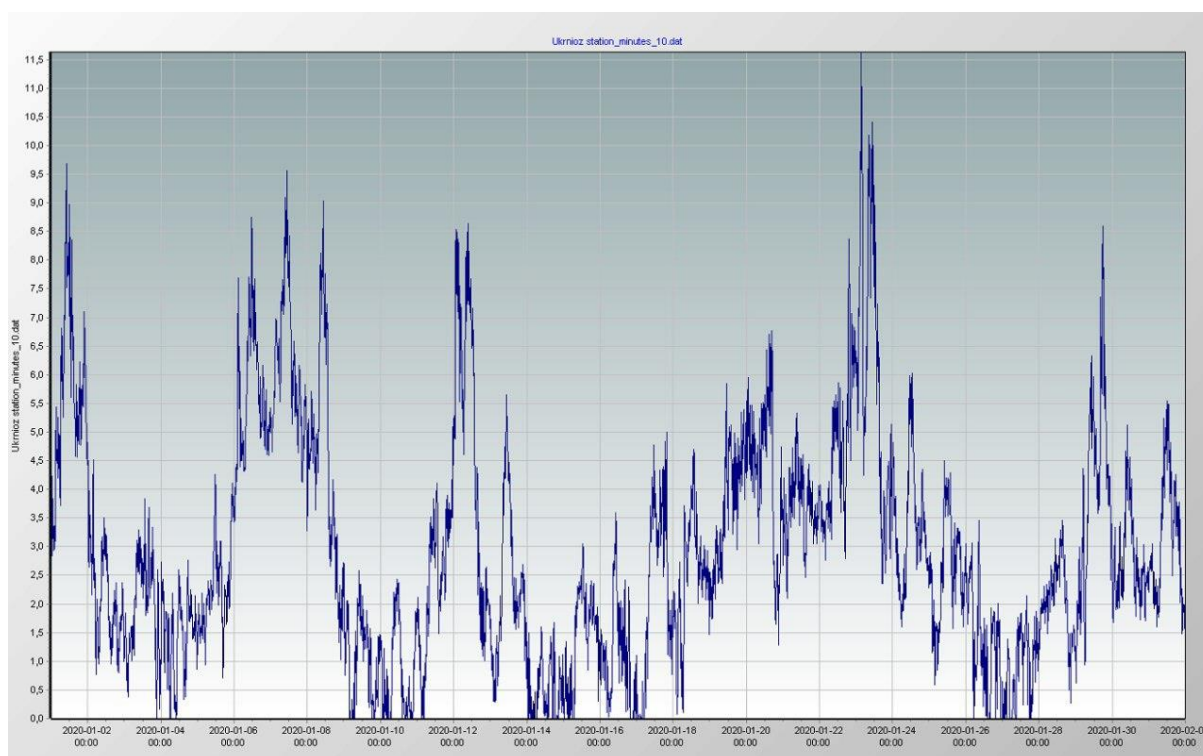


Рис. 3.18. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Січень

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за січень також є значна різниця.

Отримані результати вимірювань за лютий представлені нижче.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за лютий представлені в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Отримані результати вимірювань за лютий

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	233	196	238	221	114	178	303	305	157	138	180	253	249	166	63	71
	С	238	216	240	236	126	190	319	323	176	152	189	261	255	175	82	88
Швидкість, м/с	Люфт	3	3	4	3	4	12	7	5	2	5	4	5	3	4	3	2
	С	3	2	4	3	4	11	6	5	2	5	4	5	3	3	3	2

Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
Напрямок, °	Люфт	126	164	293	163	184	309	185	224	230	168	176	276	251			
	С	128	171	251	133	20	275	196	235	231	185	188	284	173			
Швидкість, м/с	Люфт	3	3	2	2	4	4	3	7	5	5	4	4	2			
	С	3	3	2	2	4	4	3	7	5	5	4	4	1			

По таблиці за лютий 2020 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 78°. Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с. Такий результат з'являється в результаті осереднення значень виміряних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у лютому було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

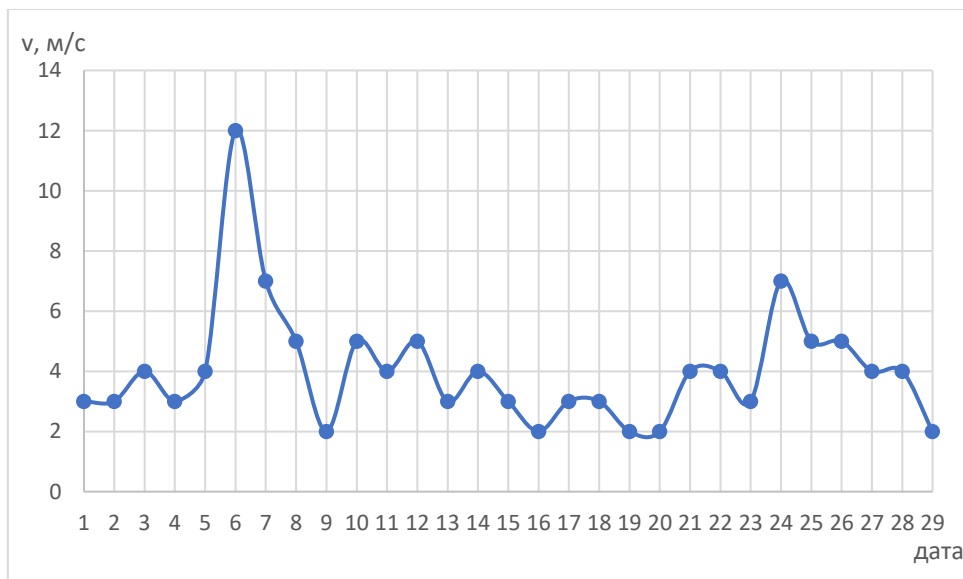


Рис. 3.19. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Лютий

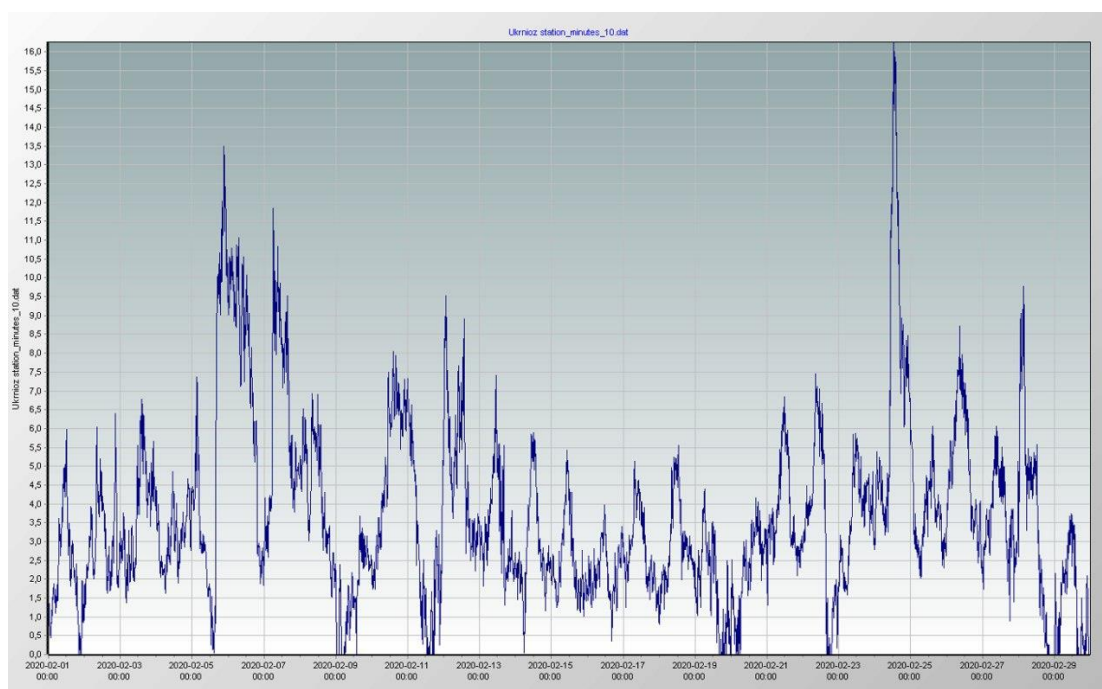


Рис. 3.20. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Лютий

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за лютий також є значна різниця.

Отримані результати вимірювань за березень представлені нижче.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за березень представлені в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Отримані результати вимірювань за березень

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	161	138	166	166	138	123	164	161	68	68	195	234	191	286	323	321
	С	173	153	182	174	155	132	185	171	81	74	207	243	197	299	338	285
Швидкість, м/с	Люфт	3	4	4	3	2	2	4	3	3	3	4	3	4	6	6	4
	С	3	4	4	3	2	2	4	3	3	4	4	3	4	6	5	3
Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	

Напрямок, °	Люфт	161	88	250	214	90	250	106	105	17	31	38	58	153	243	322	
	С	177	51	204	228	101	218	30	33	34	41	55	65	119	245	334	
Швидкість, м/с	Люфт	2	3	2	3	2	5	8	8	7	7	6	4	2	2	7	
	С	2	2	2	3	2	5	8	8	8	7	6	4	2	2	7	

По таблиці за березень 2020 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 76°. Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с. Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у березні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

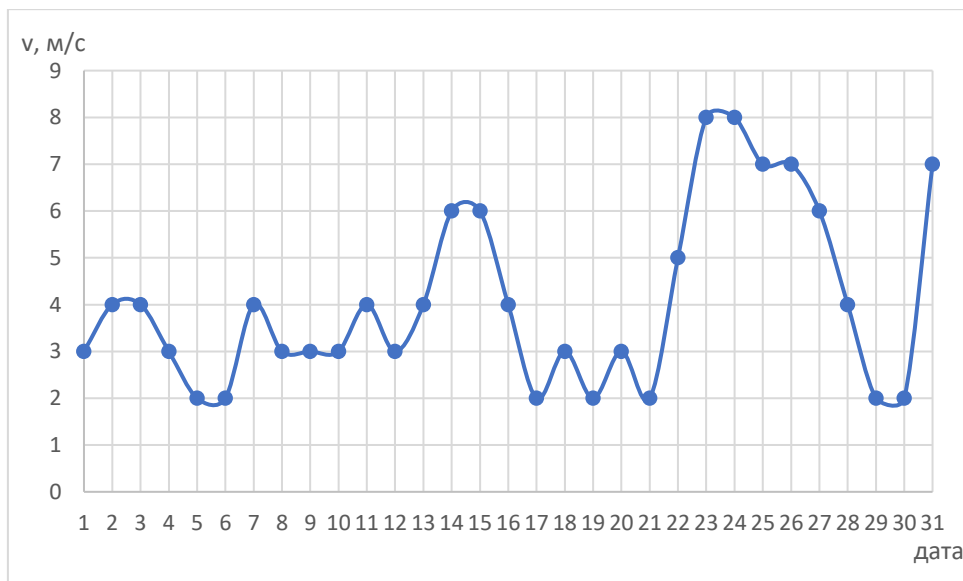


Рис. 3.21. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Березень

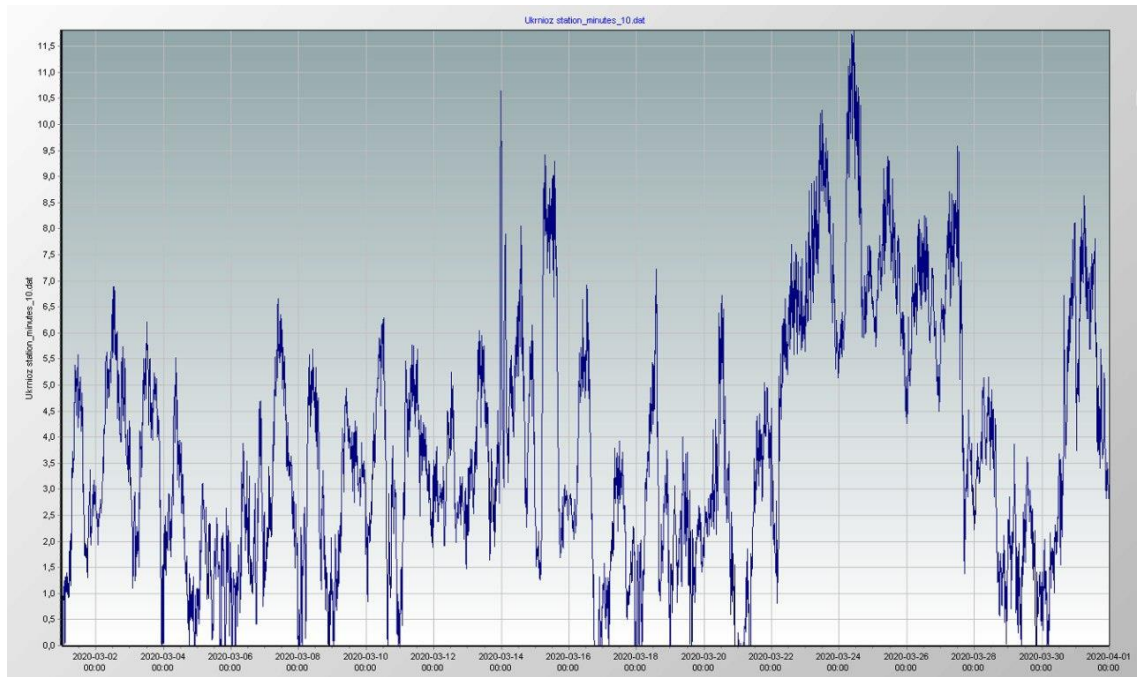


Рис. 3.22. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожен секунду спостережень. Березень

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за березень також є значна різниця.

Отримані результати вимірювань за квітень представлені нижче.

Результати вимірювань швидкості та напрямку вітру за результатами штатного приладу та нового приладу R.M Young 03002 за квітень представлені в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Отримані результати вимірювань за квітень

Дата		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Напрямок, °	Люфт	251	260	181	225	102	194	141	173	238	253	318	193	176	151	299	238
	С	257	269	200	232	69	76	115	135	159	272	330	153	194	168	312	244
Швидкість, м/с	Люфт	3	2	2	2	5	5	4	2	4	4	5	3	4	4	6	5
	С	3	2	2	2	5	5	3	2	4	4	5	3	3	4	6	5
Дата		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Напрямок, °	Люфт	220	151	201	338	324	312	266	216	191	234	281	216	165	159		
	С	238	158	191	296	333	326	283	227	197	250	285	225	178	169		
Швидкість, м/с	Люфт	3	2	1	5	3	4	3	4	5	6	4	3	4	3		
	С	3	2	2	4	1	4	4	4	5	5	4	3	4	3		

По таблиці за квітень 2020 року бачимо зміну середнього напрямку вітру, що коливається між відхиленнями від 1° до 79° . Відхилення напрямку вітру зустрічаються при зростанні швидкості вітру.

Швидкість вітру переважно співпадає у показаннях двох приладів. У 6 днях вимірювань була зафіксована різниця у показаннях приладів на ± 1 м/с. Такий результат з'являється в результаті осереднення значень вимірних приладами, та через біль частіший інтервал вимірювань.

За результатами спостережень у квітні було побудовано графіки місячного ходу спостережень за швидкістю вітру штатним приладом ЛЮФТ та нового приладу R.M Young 03002.

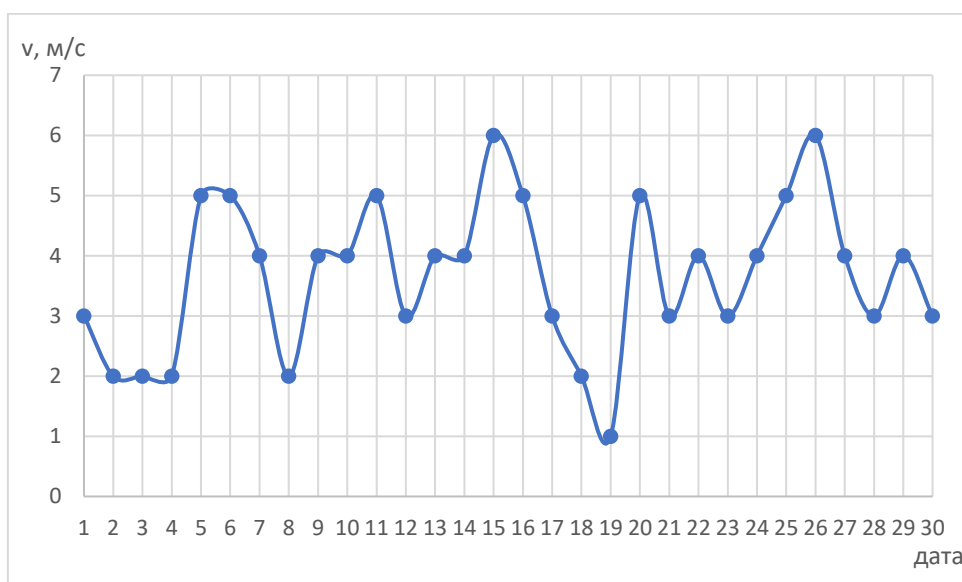


Рис. 3.23. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом ЛЮФТ у строк кожні 3 години. Квітень

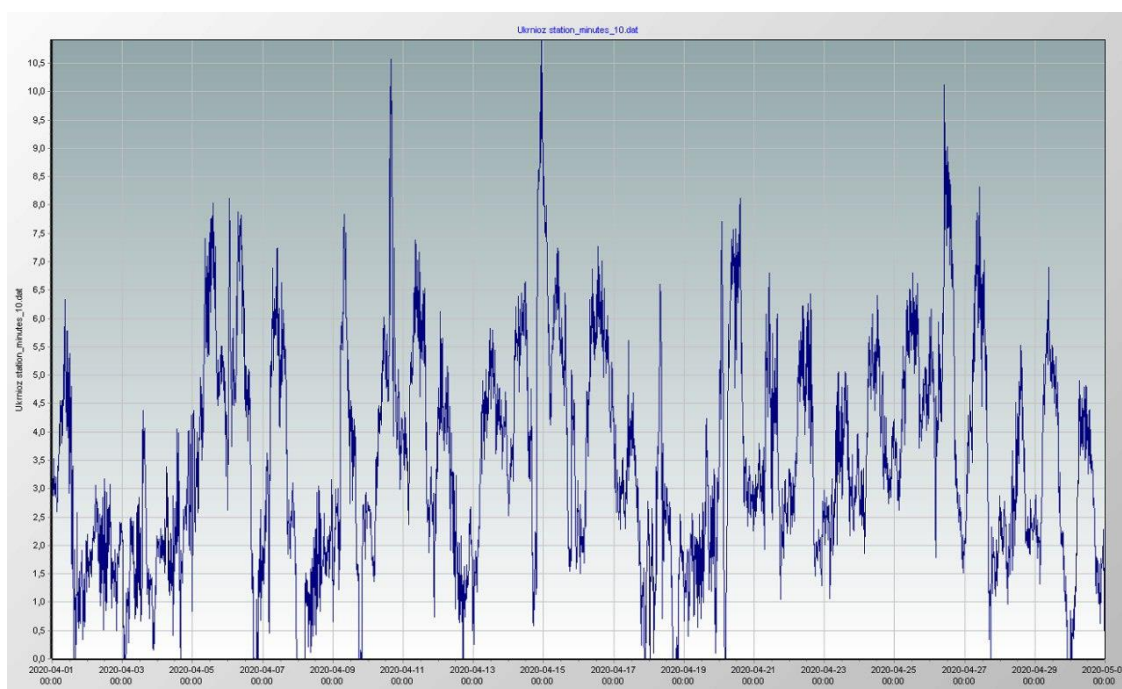


Рис. 3.24. – Графік вимірюваних значень швидкості приладом R.M Young 03002 за кожну секунду спостережень. Квітень

З графіків вимірюваних значень швидкості приладами ЛЮФТ та R.M Young 03002 за квітень також є значна різниця.

4 ЕКОНОМІЧНА ВИГІДНІСТЬ АВТОМАТИЧНИХ СТАНЦІЙ

Розрахункова ціна сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific знаходиться на рівні 7000-15000\$ в залежності від комплектації, умов використання та системами зв'язку [4]. В той же час лише 1 вітряний прилад Марк коштує більше 10 000\$, за даними публічних закупівель Prozoro.

За нашими підрахунками приблизна вартість агрометеорологічної станції Херсон №33902 доходить до 70 000\$ у сучасному еквіваленті, але придбати її компоненти неможливо. З 70 000\$ приблизно 30% - це прилади та 70% - це матеріальне забезпечення. В Україні заробітні плати техніка метеоролога дуже низькі, але навіть з низькими зарплатами отримуються великі витрати.

Для прикладу давайте порівняємо витрати сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific та витрати на агрометеорологічну станцію Херсон №33902.

Таблиця 4.1 – Витрати на метеорологічних станціях

Станція CampblellScientific	Агрометеорологічна станція Херсон №33902
1.Витрати на придбання обладнання	1.Витрати на придбання обладнання
15 000 (\$)	60 000(\$)
2.Витрати на обслуговування 1 рік	2.Витрати на обслуговування 1 рік
2.1 Витрати на замітники	2.1 Витрати на замітники
200(\$)	300(\$)
2.2 Витрати на спостереження	2.2 Витрати на спостереження

Станція CampbellScientific	Агrometeorологічна станція Херсон №33902
138(\$) + 10(\$)	8800(\$) + 556(\$) + 100(\$)
3.Загальні витрати в 1 рік	3.Загальні витрати в перший рік
15348(\$)	69 756(\$)
4.Витрати за наступний рік	4.Витрати за наступний рік
348(\$)	9456(\$)

В пункті 1 табл. 4.1 вказана приблизна вартість обладнання. В пункті 2.1 табл. 1 приведенні витрати на замінники. В пункті 2.2 табл. 1 приведенні витрати на заробітну плату, електроенергію, інтернет, згідно даних херсонського центру з гідрометеорології. Розберемо більш детально порівняння обох станцій.

Витрати на придбання сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific знаходяться в межах 15000\$, якщо робити повне порівняння по датчикам.

Агrometeorологічна станція Херсон №33902 коштує приблизно 60000\$, нажаль неможливо точно прорахувати, бо деякі прилади вже давно не продаються. Також маємо проблему з тим, що метеорологічні станції, якими оснащена Україна в даний момент, використовують прилади радянського зразку, такі прилади виготовляються лише на території Росії, що робить неможливим придбання приладів в наш час.

Витрати на обслуговування метеорологічної станції [10] складаються з 2 частин: замінників та витрат на електроенергію, інтернет, заробітну плату та інше.

Витрати на замінники для сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific складаються з того, що кожен рік для забезпечення найвищої якості вимірювання потрібно робити заміну чипу датчику вимірювання вологості повітря, це коштує приблизно 200\$.

Витрати на замітники для агрометеорологічної станції Херсон №33902 відсутні. Але прилади треба постійно відправляти на перевірки, що коштує значно більше. Для прикладу використали суму 300\$, за даними херсонського центру з гідрометеорології.

Витрати на спостереження сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific складаються з 2 частин.

1 частина – це витрати на електроенергію, яку вживає сервер для роботи.

Дуже важливо розуміти те, що потрібен лише 1 сервер для 100-200 станцій так, що цими затратами можливо знехтувати для великої мережі. Так як ми розглядаємо лише 1 станцію, то витрати на сервер на рік в нас приблизно такі: 138\$.

2 частина – це 10\$ - витрати на мобільний інтернет для передачі інформації на сервер з будь-якої частини країни.

Витрати на спостереження агрометеорологічної станції Херсон №33902 складаються з 3 частин.

1 частина – та найбільш витратна частина – це заробітна плата. В Україні заробітна плата дуже низька, але навіть низька заробітна плата робить великі витрати на утримання 1 метеорологічної станції. На метеорологічній станції працюють в середньому 5 чоловік. Заробітна плата техника метеоролога на сьогодні складає 3700 гривень з чого отримуємо 18500 гривень та 8800\$ на рік, за даними 2019 року.

2 частина – це електроенергія агрометеорологічна станція Херсон №33902 в середньому за рік споживає 2 кВт електроенергії на годину, з чого маємо 556\$ на рік, за даними 2019 року.

3 частина витрат – це інтернет. Інтернет зазвичай коштує 200 гривень на місяць що приблизно дорівнює 100\$ на рік.

Сумарні витрати на спостереження агрометеорологічної станції Херсон №33902 складають:

$$8800\$ + 556\$ + 100\$ = 9456\$ \quad (4.1)$$

Загальні витрати сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific на 1 рік при придбанні станції дорівнюють 15348\$.

Загальні витрати агрометеорологічної станції Херсон №33902 на 1 рік при придбанні обладнання дорівнюють 69 756\$.

Загальні витрати на кожен наступний рік для сучасної метеорологічної станції Campbell Scientific не перевищує 348\$.

Загальні витрати на кожен наступний рік для агрометеорологічної станції Херсон №33902 в середньому дорівнюють 9456\$, згідно проведених розрахунків в пункті «Витрати на спостереження» ст. 28-29.

ВИСНОВКИ

Проведене паралельне дослідження метеорологічних приладів для вимірювання кількості опадів R.M Young 05002 та опадоміра Третякова О-1 та приладів R.M Young 03002 та ультразвукового приладу Люфт для вимірювання швидкості та напрямку вітру показало:

1. Опадомір R.M Young 05002 достатньо точно фіксував рідкі опади, але мав проблему у коректному фіксуванні значені змішаних та твердих опадів; даний тип опадоміру обладнаний підігрівальним елементом для розтоплення снігу та дощу зі снігом, але через перебої з електромережою на самій метеостанції функціонування в зимовий період було не достатньо коректним. Дана проблема може бути вирішена стаціонарним блоком живлення для опадоміра з підігрівом.
2. Прилад для визначення характеристик вітру R.M Young 03002 проводив у порівнянні із штатним ультразвуковим приладом показав більшу точність у вимірюванні напрямку та швидкості з більшою частістю вимірювань. Даний прилад відрізняється точністю, та це не вплинуло на результат. Його перевагою є менша ціна в порівнянні з ультразвуковим приладом Люфт та точність вимірювань, що вдалось досягти за допомогою програмного забезпечення.
3. Програмне забезпечення нової метеостанції дало можливість отримувати дані за нормативами Українського Гідрометеорологічного центру та покращити точність вимірювань, за рахунок проведення вимірів в інтервалі одної секунди.
4. Економічна вигідність використання автоматичного обладнання полягає у зменшенні витрат на обслуговування метеорологічних станцій, зважаючи на те, що метеорологічна станція Campbell Scientific витрачає 348\$ на рік, а агрометеорологічної станції Херсон №33902 на 1 рік становить 9456\$. Нові технології в гідрометеорології

не потребують людської роботи, що робить їх більш дешевими та більш надійними.

5. Використовуючи нові технології можна зробити велику гнучку систему, яка буде налічувати 1000 і більше станцій на всій території України, що в результаті призведе до покращення прогнозу погоди та точності вимірів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Смирнов М. И., История развития синоптической метеорологии, 2016 г.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, 4 изд., в. 3, Л., 1969. И. В. Кравченко.
3. Интернет-джерело: <https://www.vaisala.com/ru/lp>
4. Интернет-джерело: <https://data-lufft.com/p7026097-v200a-umb-datchik.html>
5. Интернет-джерело: <https://www.campbellsci.com/03002-wind-sentry>
6. Campbell Scientific, Inc., Meteorological and climatic equipment, 2014.
7. Интернет-джерело: https://studopedia.com.ua/1_161108_klimatichna-harakteristika-zoni.html
8. Школьный, С. П., Фізика атмосфери: підручник. КНТ, Київ, 2005.
9. Ходжаева Г. К. Метеорологические методы и приборы наблюдений: учебное пособие, ИНГУ., 2013 г.
10. Савицька Г. В., Аналіз господарської діяльності підприємства: ИНФРА-М., 2007 р.

ДОДАТКИ

ТАБЛИЦІ РЕЗУЛЬТАТІВ ПАРАЛЕЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Результати паралельних спостережень за Квітень 2020_ року

Число місяця	Назва метеорологічної величини _____ опади_____																				
	Строки за МСЧ												Середнє значення			Абсолютний максимум			Абсолютний мінімум		
	00			06			12			18											
	ш	н	Δ	ш	н	Δ	ш	н	Δ	ш	н	Δ	ш	н	Δ	ш	н	Δ	ш	н	Δ
15	0,8	1,7	0,9	0,6	0,8	0,2															
18				0,0	0,0	0,0	0,6	0,5	-0,1												
20	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0															
26				0,8	0,7	-0,1															
Сума	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
Середнє значення	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-									

Примітка. ш – дані за штатним приладом, н – дані за новим приладом, Δ - різниця.

Результати паралельних спостережень за Квітень 2020, АХерсон
по електроним датчикам Станції ам. та приладу ЛЮФТ, АХерсон

Число місяця	Вітер																							
	Строки за МСЧ																							
	21			0			3			6			9			12			15			18		
ЛЮФ	Т	С	Δ	ЛЮФ	Т	С	Δ	ЛЮФ	Т	С	Δ	ЛЮФ	Т	С	Δ	ЛЮФ	Т	С	Δ	ЛЮФ	Т	С	Δ	
1	8	8	0	6	6	0	4	5	1	6	7	1	10	11	1	10	10	0	9	9	0	6	5	-1
2	3	3	0	4	4	0	4	4	0	6	5	-1	6	6	0	6	6	0	6	6	0	5	5	0
3	3	3	0	4	4	0	3	3	0	4	4	0	5	5	0	6	6	0	10	10	0	8	8	0
4	4	4	0	4	4	0	5	5	0	4	4	0	6	6	0	8	9	1	8	8	0	5	5	0
5	5	5	0	6	6	0	6	6	0	6	7	1	12	12	0	12	12	0	14	15	1	11	10	-1
6	9	7	-2	7	7	0	9	10	1	9	10	1	13	13	0	16	16	0	11	11	0	9	9	0
7	2	2	0	4	4	0	5	5	0	8	8	0	11	11	0	13	13	0	11	11	0	8	8	0
8	5	5	0	4	4	0	2	2	0	3	3	0	4	4	0	6	5	-1	6	7	1	5	5	0
9	5	5	0	5	5	0	4	4	0	8	8	0	11	12	1	8	10	2	10	12	2	6	6	0
10	3	4	1	4	4	0	4	4	0	7	7	0	8	9	1	11	11	0	12	13	1	15	15	0
11	10	8	-2	6	5	-1	5	5	0	7	7	0	11	11	0	11	11	0	10	11	1	8	8	0
12	5	5	0	6	6	0	9	8	-1	8	8	0	9	9	0	7	7	0	5	5	0	4	4	0
13	3	3	0	5	4	-1	3	3	0	8	7	-1	10	11	1	11	11	0	10	11	1	10	10	0
14	10	9	-1	9	9	0	7	7	0	11	11	0	11	11	0	12	12	0	12	11	-1	8	8	0
15	11	12	1	14	16	2	11	12	1	8	9	1	11	12	1	12	12	0	11	11	0	10	8	-2
16	10	10	0	10	8	-2	5	4	-1	8	8	0	13	13	0	13	13	0	12	12	0	14	13	1
17	12	12	0	10	10	0	9	8	1	6	6	0	6	7	1	9	9	0	9	9	0	6	7	1

Результати паралельних спостережень за Квітень 2020, АХерсон
по електроним датчикам Станції ам. та приладу ЛЮФТ, АХерсон

Число місяця	Вітер																							
	Строки за МСЧ																							
	21			0			3			6			9			12			15			18		
ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	ЛЮФТ	С	Δ	
18	4	3	-1	5	5	0	5	5	0	5	5	0	9	9	0	6	5	-1	5	5	0	4	3	-1
19	3	3	0	4	4	0	3	3	0	4	4	0	4	5	1	4	5	1	6	6	0	4	6	2
20	6	5	-1	6	5	-1	11	10	-1	7	7	0	11	11	0	11	11	0	11	11	0	11	11	0
21	5	5	0	5	5	0	5	5	0	5	5	0	10			10			10			8		
22	4	4	0	5	5	0	5	5	0	7	7	0	10	10	0	10	10	0	9	11	2	9	7	-2
23	4	4	0	5	4	-1	5	4	-1	5	5	0	9	9	0	9	9	0	9	10	1	9	10	1
24	9	6	-3	7	7	0	6	6	0	8	8	0	11	11	0	11	11	0	11	11	0	10	10	0
25	8	8	0	8	8	0	8	8	0	10	9	-1	12	11	-1	13	13	0	12	11	-1	11	11	0
26	10	10	0	12	10	-2	13	12	-1	9	10	1	11	11	0	16	16	0	15	15	0	11	11	0
27	6	6	0	4	4	0	8	8	0	8	9	1	12	12	0	13	13	0	11	11	0	8	8	0
28	4	4	0	4	4	0	4	4	0	4	3	-1	8	8	0	9	10	1	10	10	0	10	10	0
29	5	5	0	6	5	-1	5	5	0	9	8	-1	11	12	1	11	12	1	10	10	0	9	9	0
30	5	4	-1	3	3	0	2	2	0	6	7	1	9	9	0	9	8	-1	8	8	0	7	6	-1