

УДК 551.509

## УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОРИСТУВАЧІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В. О. Манукало<sup>1</sup>, М. І. Кульбіда<sup>2</sup>, Б. О. Іванов<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Український гідрометеорологічний інститут,

03028, г. Київ, проспект Науки, 37, manukalo@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-3214-6229>

<sup>2</sup> Український гідрометеорологічний центр, 01601 г. Київ, вул. Золоторітська 6-Б

Поліпшення якості гідрометеорологічних продуктів та обслуговування різних категорій кінцевих користувачів наразі є найважливішим завданням гідрометеорологічної служби України. Впровадження цих заходів передбачає широке застосування сучасних технологій гідрометеорологічних вимірювань, а також інформаційно-обчислювальних технологій, таких як Інтернет речей, Великі дані, Хмарні обчислення. У статті розглянуто сучасний стан та перспективи застосування технологій Інтернету речей в гідрометеорологічній діяльності, зокрема, в роботі гідрометеорологічних організацій Державної служби України з питань надзвичайних ситуацій, з метою підвищення якості гідрометеорологічної продукції та послуг. Поява Інтернету речей стала новим кроком у застосуванні Інтернету та Веб-технологій і дозволило перейти від статичної мережі до динамічного набору пристроїв усіх типів і розмірів, які використовують електроніку, програмне забезпечення, датчики та мережеве з'єднання. Запропоновано рекомендації щодо посилення роботи з впровадження цієї перспективної інформаційної технології в практику проведення інструментальних спостережень, збору та оброблювання даних, а також обслуговування користувачів. Рекомендації передбачають вирішення низки технологічних, організаційних та правових питань. Перехід на нову технологію слід здійснювати поетапно у міру удосконалення елементної бази датчиків, збільшення швидкості та надійності каналів зв'язку. Найбільш оптимальним варіантом рішення може стати програмно-цільовий підхід, в основі якого лежатиме комплексна програма технологічного розвитку гідрометеорологічної служби на період до 5 років. Це дозволить розглядати розвиток інформаційних технологій в контексті з розвитком інших напрямків діяльності гідрометеорологічної служби: технічним переоснащенням мереж спостережень; удосконаленням управління служби в цілому та її окремих ланок; зміцненням її матеріально-технічної бази та кадрового потенціалу тощо.

**Ключові слова:** гідрометеорологічна інформація, спостереження, збирання даних, інформаційні технології, Інтернет речей, обслуговування користувачів, удосконалення.

### 1. ВСТУП

Світова практика свідчить про зростаючу роль гідрометеорологічної інформації, прогнозів та попереджень у сучасному суспільстві. Так, за даними Бюро зі зниження ризику стихійних лих ООН за період з 1995 по 2015 роки від стихійних лих, обумовлених погодними факторами, загинуло близько 606 тис. людей, а близько 4,1 млрд. людей втратили своє майно та отримали каліцтва. Економічні збитки (без врахування збитків, що понесли пам'ятники культури та природи) склали близько 1,89 трильйонів доларів США [1]. У щорічному звіті Всесвітньої метеорологічної організації (далі – ВМО) за 2016 рік [2] наведені дані, що 97 % природних стихійних лих, які відмічались в 2015 році, були обумовлені метеорологічними та гідрологічними

чинниками та призвели до матеріальних збитків (без врахування людських жертв) на суму близько 97 млрд. доларів США.

Несприятливі гідрометеорологічні явища (зливи, снігопади, шквали, засухи, річкові повені, різкі зміни погоди тощо) щорічно завдають значної шкоди галузям економіки та населенню України. Сільське, водне, лісове господарство, енергетика, всі види транспорту, будівництво та комунальне господарство, рекреаційна та туристична галузі, системи зв'язку і збройні сили не можуть нормально функціонувати без своєчасної та якісної інформації про фактичні та очікувані гідрометеорологічні умови в атмосфері та водному середовищі, яку надають гідрометеорологічні організації Державної служби України з надзвичайних ситуацій

(далі – ДСНС України).

Значимо, що чим розгалуженіша та складніша в організаційному та технологічному відношеннях інфраструктура погодо-залежних галузей економіки, чим більш інтегровані в сучасне інформаційне середовище пересічні громадяни, тим більші вимоги вони висувають до повноти, своєчасності, точності, а також зручності отримання інформації, прогнозів та попереджень від гідрометеорологічних організацій. Це зумовлює необхідність постійного удосконалення якості гідрометеорологічного обслуговування.

Актуальність цього напрямку діяльності національних гідрометеорологічних служб зафіксовано в Стратегії ВМО з надання обслуговування (далі – Стратегія), схваленої 16-ю сесією Всесвітнього метеорологічного конгресу в 2011 році та в Плані з імплементації зазначеної Стратегії (далі – План імплементації), схваленому в 2013 році 65-ю сесією Виконавчої ради ВМО [3]. Основною метою Стратегії задекларовано «...сприяння національним метеорологічним і гідрологічним службам у підвищенні стандартів в наданні продукції та обслуговування користувачам...». План імплементації вміщує методологію, яка дає можливість національним гідрометеорологічним службам оцінити існуючий рівень гідрометеорологічного обслуговування, а в разі необхідності, розробити та впровадити більш досконалі методи та технології обслуговування.

Удосконалення гідрометеорологічного обслуговування є першочерговим завданням гідрометеорологічних організацій ДСНС України. Заходи з цього напрямку діяльності можна поділити на організаційні (удосконалення нормативно-правової бази та управління гідрометеорологічною діяльністю, зміцнення кадрового потенціалу, забезпечення належного фінансування тощо) та науково-технологічні (впровадження досягнень сучасної науки та технологій в спостереження, передачу та оброблення даних, гідрометеорологічне прогнозування та представлення продукції кінцевим користувачам).

Цією статтею автори започатковують низку публікацій, в яких буде узагальнено сучасні світові тенденції в розвитку гідрометеорологічного обслуговування, які спираються на досягнення науки і технологій з метою розроблення рекомендацій щодо їх впровадження в практику роботи гідрометеорологічних організацій ДСНС України.

*Метою цієї статті є узагальнити сучасний стан та перспективи застосування в гідрометеорологічних службах, зокрема, в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України, концепції Інтернету речей, одного з напрямків інформаційних технологій, який стрімко розвивається в останньому десятиріччі і знаходить все більш широке застосування в гідрометеорології.*

Вибір цієї тематики для статті обумовлено наступним:

- розвиток методів гідрометеорологічних спостережень та прогнозування, а також розвиток комунікаційних та комп'ютерних технологій тісно пов'язані між собою і є запорукою створення ефективної системи управління ризиками надзвичайних ситуацій гідрометеорологічного походження, яка спирається на три базові принципи – раннє виявлення, раннє попередження та раннє реагування;

- за останні 10-15 років спостерігається стрімкий розвиток застосування інформаційних технологій в багатьох сферах діяльності суспільства;

- інформаційні технології є рушійним чинником, який впливає на всі напрямки діяльності гідрометеорологічних організацій: вимірювання гідрометеорологічних параметрів; передачу даних вимірювань в центри їх оброблення та прогнозування; управління великими обсягами інформації; прогнозування очікуваних гідрометеорологічних умов; доведення продукції до кінцевих користувачів;

- застосування сучасних інформаційних технологій є одним з найбільш «слабких» місць в роботі гідрометеорологічних організацій ДСНС України.

Питання застосування Інтернету речей в гідрометеорологічних службах в основному розглядається в публікаціях авторів із Західної Європи, США, Китаю, Австралії [4-9], тобто країн, де гідрометеорологічні служби характеризуються високим рівнем технологічного оснащення мереж спостережень, включаючи наявність розгалуженої мережі автоматичних гідрометеорологічних станцій. З вітчизняних публікацій відмітимо статтю [10], у якій розглянуто питання створення системи моніторингу забруднення атмосферного повітря міста на основі Інтернету речей.

Автори сподіваються, що стаття буде корисною для подальшого розроблення заходів з технологічного розвитку всіх ланок діяльності гідрометеорологічних організацій ДСНС України.

Статтю підготовлено за результатами:

- досліджень з питання: «Перспективні технологічні рішення в гідрометеорологічних спостереженнях, прогнозуванні та обслуговуванні», виконаних в Українському гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України (далі УкрГМІ) та Українському гідрометеорологічному центрі (далі – УкрГМЦ);

- аналізу відповідних матеріалів, розміщених на офіційному сайті ВМО, а також на сайтах ряду національних гідрометеорологічних служб;

- опрацювання низки публікацій, присвячених розгляду цього питання.

Перелік використаних бібліографічних джерел наведено у списку літератури.

## 2. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

### 2.1 Визначення терміну «гідрометеорологічне обслуговування»

У статті 1 «Терміни та визначення» Закону України «Про гідрометеорологічну діяльність» є два визначення діяльності з надання гідрометеорологічних послуг та продукції кінцевим користувачам [11].

Під терміном «гідрометеорологічне забезпечення» розуміють: «...діяльність органів національної гідрометеорологічної служби, спрямовану на обов'язкове і систематичне доведення гідрометеорологічної інформації загальною користування, а також термінової гідрометеорологічної інформації до органів державної влади, органів місцевого самоврядування та населення...». Термін «гідрометеорологічне обслуговування» закон України визначає як процес «...надання користувачам за плату на договірних засадах гідрометеорологічної та іншої інформації...».

У публікації ВМО [3] використано лише один термін – «обслуговування» (англійською мовою – «service»), під яким розуміють продукцію, яку надають, а також діяльність, яка пов'язана з людьми, процесами та інформаційними технологіями, необхідними для надання продукції, або діяльність (наприклад консультації), яку здійснюють щоб задовольнити потреби користувачів. Бачимо, що термін, наведений в публікаціях ВМО, «поглинає» обидва визначення процесу надання продукції та послуг як на безоплатній основі, так і у вигляді платних послуг.

У цій статті під «гідрометеорологічним обслуговуванням» (англійською мовою – «hydrometeorological service») ми розуміємо надання гідрометеорологічної продукції

(інформації, прогнозів, попереджень, результатів наукових досліджень тощо) кінцевим користувачам як безкоштовно, так і за плату на договірних засадах.

### 2.2 Інтернет речей та його застосування в гідрометеорології

Інтернет речей (англійською мовою – «Internet of things» або IoT) та можливості, які відкриває його застосування в різних сферах суспільного життя, зараз стали однією з найбільш «топових» тем публікацій не лише в царині інформаційних технологій, але й інших технологій, які передбачають проведення вимірювань засобами вимірювальної техніки (далі – датчиками), об'єднаними в мережу, обмін даними вимірювань та їх використання для задоволення потреб суспільства.

Автори не мали за мету зупинитись на історії формулювання та становлення концепції Інтернету речей та її впровадження в практику. Бажаючі можуть ознайомитись з цим у відповідній літературі, наприклад, в [12]. Ми лише обмежимося наданням інформації, яка допоможе більш предметно викласти основні задачі публікації, які пов'язані з удосконаленням гідрометеорологічного обслуговуванням користувачів в Україні.

Згідно найбільш розповсюджені формулюванню, Інтернет речей – це концепція обчислювальної мережі фізичних об'єктів (речей), які оснащені певними технологіями для взаємодії між собою. Тобто, це мережа фізичних об'єктів, які оснащені датчиками та засобами передачі інформації та підключені до Інтернету. Всі об'єкти з'єднані шляхом підключення до центрів контролю, управління та оброблювання інформації. Зауважимо, що кінцевою метою реалізації концепції Інтернету речей розглядають можливість функціонування об'єктів, об'єднаних в мережу, *без участі людини*. Саме останнє положення визначає відмінності між просто «мережею датчиків» та «мережею Інтернету речей», а також висуває вимоги до технологій, надійності та безпеки функціонування мережі Інтернету речей.

Гідрометеорологія як наука, так і практична діяльність, пов'язана із задоволенням потреб суспільства, з самого початку свого становлення спиралась на дані вимірювань, які проводять на мережах спостережень за допомогою датчиків – аналогових або цифрових. Створення інтегрованих мереж гідрометеорологічних датчиків пов'язано з появою автоматизованих

метеорологічних реєстраторів, які записували дані у визначені інтервали часу та вимагали обслуговування людини. Одним з найперших прикладів застосування аналогового автоматизованого реєстратора в гідрометеорології був паперовий самописець барометричного тиску [5].

Новий етап у гідрометеорологічних спостереженнях почався з появою автоматичних метеорологічних станцій, у складі яких функціонувало декілька датчиків, що вимірювали низку метеорологічних параметрів. У роботі [5] відмічають, що перша така станція була встановлена в 1939 році за підтримки Бюро авіації ВМФ США. Вона являла собою металевий ящик розміром 2 м x 2 м x 2 м, важила одну тону та споживала 1000 Вт електроенергії. Роботу станції забезпечував бензиновий генератор. Для передачі даних вимірювань використовували радіозв'язок.

Протягом 1970 – 1980-х років у національних гідрометеорологічних службах почали створювати мережі, які об'єднували автоматичні засоби вимірювальної техніки та забезпечували передачу даних вимірювань в центри збору та оброблення інформації. Зауважимо, що подібні інтегровані системи вимірювань та передачі інформації створювали також в інших сферах діяльності, пов'язаній з проведенням вимірювань параметрів, які характеризують стан навколишнього природного середовища. Це дало підставу в ряді публікацій назвати такі системи – «мережі датчиків навколишнього середовища» [5].

Система збору даних з мережі спостережень забезпечувала інтеграцію різноманітних каналів зв'язку, таких як радіоканали, комутовані та не комутовані телефонні лінії, супутникові та канали стільникового зв'язку. У 1990-і роки для передачі даних спостережень в районах з розвинутою телекомунікаційною системою, у тому числі, в Україні, почали використовувати мережу Інтернет з підключенням через мережі стільникового зв'язку або з використанням технологій «xDSL».

Таким чином, в загальному вигляді мережа датчиків навколишнього середовища функціонально складається з двох основних структурних частин: масиву вузлів датчиків та системи комунікації (рис. 1). Причому, можливі два варіанти передачі даних на сервер мережі: за командою, яка подається з центру збору даних на вузли датчиків; датчики передають дані в автономному режимі.

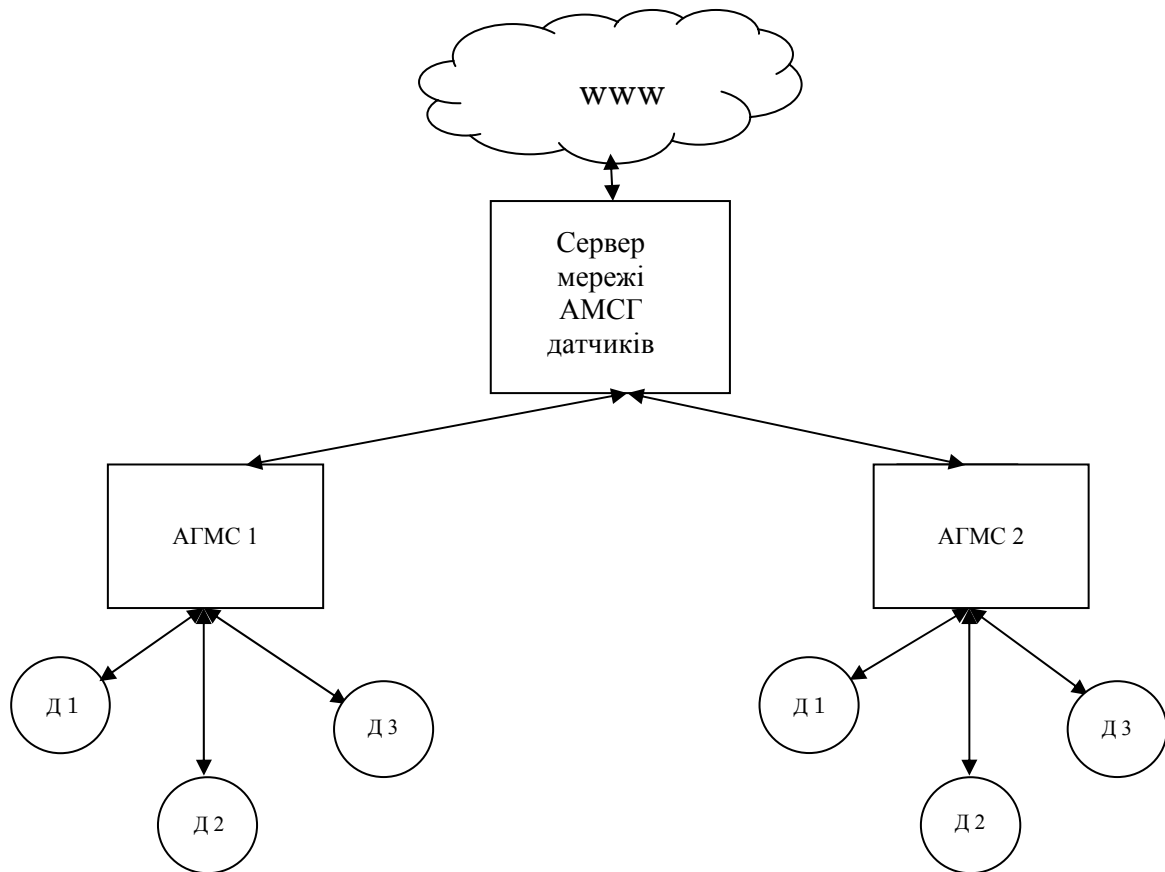
Інформацію, отриману з мережі спостережень гідрометеорологічної служби, дані, отримані з

інших джерел, а також гідрометеорологічну продукцію (прогнози, попередження тощо) розміщують на відповідних сайтах. Зокрема, в Україні це сайти Українського гідрометеорологічного центру, Центральної геофізичної обсерваторії та обласних центрів з гідрометеорології ДСНС України, а також комерційні гідрометеорологічні сайти. Споживачі за допомогою віддаленого доступу можуть отримати гідрометеорологічну інформацію про фактичні та очікувані гідрометеорологічні умови.

Описаний принцип побудови мережі датчиків навколишнього середовища досяг піку свого застосування в кінці 1990-х років, а функціональні специфікації такої мережі відповідали тогочасним технологічним досягненням в розробленні датчиків та використанні Інтернет – технологій. Цій мережі датчиків були властиві дві особливості: вона не могла функціонувати без участі людей (працівників гідрометеорологічної служби та розробників датчиків), які її будували, задавали алгоритми її функціонування, брали участь в процесі її управління; кінцевий користувач залишався пасивним споживачем даних і не брав участі у визначенні функціональних специфікацій мереж спостережень.

На початку 2000-х років стало зрозуміло, що існуючі на той час принципи проектування мереж датчиків вже не відповідали новим досягненням в гідрометеорологічному приладобудуванні та Інтернет-технологіях. Нові гідрометеорологічні датчики мали більш потужні обчислювальні можливості, при цьому вони стали значно менші за розміром та використовували менше електроенергії, тобто вони більше не були обмежені великим капітальним обладнанням та виробничою інфраструктурою. Більш того, прогрес в автоматизації спостережень показав можливість забезпечення функціонування мереж датчиків без, або з мінімальним втручанням людей. Нові технології вимірювань обумовили стрімке зростання об'єму отриманих гідрометеорологічних даних, формуванню так званих «Великих даних» (англ. - «Big Data»).

Іншим ключовим фактором, який стимулював впровадження нових принципів побудови мереж датчиків стало швидке розширення національного та міжнародного мобільного стільникового покриття, зменшення вартості та збільшення географічного покриття послуг, які надають комерційні супутникові провайдери.



**Рис. 1** – Схематичне зображення мережі датчиків навколишнього середовища: АГМС 1...2 – автоматичні гідрометеорологічні станції; Д 1...3 – датчики; www – Інтернет.

Різко зріс попит на інформаційні послуги, які надають на мобільні пристрої, наприклад в соціальних мережах, з додатками, орієнтованими на дані про навколишнє середовище, у тому числі, гідрометеорологію. Поява Інтернету, зокрема Web2-технології, значно розширило можливості гідрометеорологічних служб щодо збору в режимі реального часу первинної інформації з мереж спостережень, а також щодо можливостей надання гідрометеорологічних послуг різним групам користувачів, так як особливістю цієї технології є широке залучення користувачів до створення та використання контенту.

Поява ж Інтернету речей стало новим кроком у застосуванні можливостей Інтернету та Web-технологій, що дозволило перейти від мережі статичних комп'ютерів до динамічного масиву пристроїв усіх типів та розмірів, у якому вбудовано електроніку, програмне забезпечення, датчики та мережеве підключення. Це дало можливість цим пристроям збирати і

обмінюватись даними. Ці пристрої можуть без втручання людини приймати рішення, тобто стати компонентами процесу складного обслуговування.

Схематично такий ланцюжок збирання, оброблювання даних, створення гідрометеорологічної продукції та її доведення до кінцевого користувача зображено на рис. 2. У цьому випадку користувач вже не є пасивним споживачем гідрометеорологічної продукції, він разом з фахівцями гідрометеорологічної служби та розробниками приладів стає учасником всього процесу.

Розширення практичного застосування Інтернету речей в гідрометеорології пов'язують з двома ключовими чинниками: появою можливостей «Хмарних обчислень» та переходом Інтернету на протокол IPv6 з його майже не обмеженою пропускнуою здатністю. Це відкриває нові можливості в управлінні в режимі реального часу великими обсягами



на служба цієї країни складає близько 15000 повідомлень в день, збільшуючись до 40000 повідомлень в день під час формування та проходження екстремальних гідрометеорологічних явищ [9].

Безумовно, використання додаткової інформації в прогнозуванні метеорологічних умов вимагає наявності методів та програмних засобів для оцінювання репрезентативності цих даних, розроблюванню яких метеорологічні служби цих країн приділяють велику увагу.

Разом з тим, сам процес впровадження Інтернету речей в практичну роботу гідрометеорологічних служб, як показує досвід останніх, в цілому має не «революційний», а «еволюційний» характер, що обумовлено необхідністю поетапного вирішення низки організаційних та технологічних питань.

Це добре ілюструє стаття [4], у якій йде мова про досвід організації робіт із впровадження технології Інтернету речей в метеорологічній службі Австралії. Для цього Австралійське бюро метеорології створило мультидисциплінарну робочу групу з фахівців у галузі методів та технологій проведення вимірювань, телекомунікацій, управління даними, захисту інформації.

Робоча група запропонувала концепцію «економічно ефективного» впровадження та наступного застосування технології Інтернету речей, одним з ключових положень якої є висновок, що еволюційний характер розвитку цієї технології вимагає прийняття (особливо на ранніх етапах робіт) швидких та гнучких технічних рішень, які можна буде в наступному корегувати відповідно до нових вимог користувачів та переваг нових технологій.

На нашу думку, ці положення важливо врахувати при розроблюванні планів та програм розвитку технології Інтернету речей в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України.

### **2.3 Щодо впровадження концепції Інтернету речей в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України**

Як відмічалось вище, рівень застосування в гідрометеорологічних організаціях ДСНС України сучасних інформаційних технологій, який би відповідав концепції Інтернету речей, відстає від потреб сьогодення та практики технологічно розвинутих гідрометеорологічних служб інших країн. Зазначимо, що таке відставання характерне також для всієї системи гідрометеорологічних спостережень та обслуговування користувачів. Так, менш ніж 30 %

пунктів метеорологічних спостережень оснащені автоматизованими метеорологічними станціями, а рівень оснащення автоматизованими засобами вимірювальної техніки пунктів гідрологічних спостережень ще нижчий. Це зумовлює необхідність розгляду питання впровадження технології Інтернету речей разом з вирішенням питання технологічного розвитку гідрометеорологічної служби в цілому в рамках комплексної програми, яка передбачає скоординовані у часі технологічні та організаційні рішення.

Вирішити цю проблему можливо лише із залученням різнопрофільних фахівців, які мають досвід роботи з приладобудування, телекомунікацій, кодування, передачі та оброблювання великих обсягів даних, Інтернет технологій, зокрема, забезпечення безпеки функціонування мереж передачі даних. Важливою в сучасних умовах є здатність швидко оцінювати переваги та недоліки нових технологій та розроблювати прийнятні технологічні рішення без значних накладних витрат на проект. Зокрема, зважаючи на еволюційний характер проектів, запропоновані рішення повинні передбачати можливість вносити швидкі та гнучкі зміни впродовж пізніших етапів реалізації цих проектів.

Нижче автори висловлять своє бачення деяких ключових положень, які слід врахувати при створенні системи гідрометеорологічних спостережень і обслуговування користувачів, основаної на технології Інтернету речей. При цьому конкретні апаратні, програмні та комунікаційні рішення, які повинні забезпечити функціонування системи, не розглядатимуться. Вони повинні бути визначені на стадії формування технічного завдання на розроблювання системи.

У загальному вигляді система повинна відповідати таким вимогам:

- забезпечувати інтеграцію різних за характеристиками пристроїв, мереж та даних;
- надавати можливість опрацювати дані, які є різними за об'ємом, швидкістю надходження, мінливістю та достовірністю;
- забезпечувати надійну комунікацію між датчиками, технологічними вузлами у складі гідрометеорологічної служби та користувачами (пряму і зворотню), у тому числі, вирішення проблеми вразливості комунікацій «останньої милі»;
- забезпечувати масштабованість для роботи з великою кількістю пристроїв, великим б'ємом різних за характером даних, а також для вико-

нання складних обчислювань;

- здійснювати оброблювання та інтелектуальний аналіз великих об'ємів даних в «хмарних» системах;

- забезпечувати можливість надання гідрометеорологічної продукції кінцевому користувачеві на мобільні пристрої в режимі реального часу;

- забезпечувати збереження цілісності даних, їх безпеку та цільове використання;

- врахувати такі фактори як габарити датчиків, інших технічних пристроїв, їх вартість та енергоспоживання;

- мати можливість оперативно вносити зміни в апаратну та програмну частину системи, які враховують нові досягнення в технологіях вимірювань, збирання, оброблювання та представлення даних, а також зростаючі потреби користувачів з різних сфер суспільного життя. Причому, система повинна функціонувати в «перехідні» періоди, використовуючи як нові, так і існуючі технічні рішення. Перехід на нову технологію слід здійснювати поетапно у міру удосконалення елементної бази датчиків, збільшення швидкості та надійності каналів зв'язку. Схему побудови мережі спостережень

у перехідний період зображено на рис. 3, де датчики нижнього рівня матимуть можливість прямого «спілкування» з єдиною базою даних, а також отримувати команди через Інтернет.

Відзначимо, що саме в такому напрямку зараз проводять розроблювання метеорологічних датчиків для гідрометеорологічних організацій в Українському гідрометеорологічному інституті ДСНС України та НАН України.

Вимагатимуть опрацювання також правові питання щодо використання даних, зокрема:

- умови використання даних, які надходять від «третіх» сторін;

- авторські права на дані, які надходять з інших джерел, в тому числі із середовища «хмарних» обчислень;

- умови (у тому числі – фінансові) використання користувачами кінцевої гідрометеорологічної продукції, а також вклад «третіх» сторін в цю продукцію.

Найбільш оптимальним варіантом врахування зазначених положень може стати програмно-цільовий підхід, в основі якого лежатиме комплексна програма технологічного розвитку гідрометеорологічної служби на період до 5 років. Заходи із створення сучасної системи

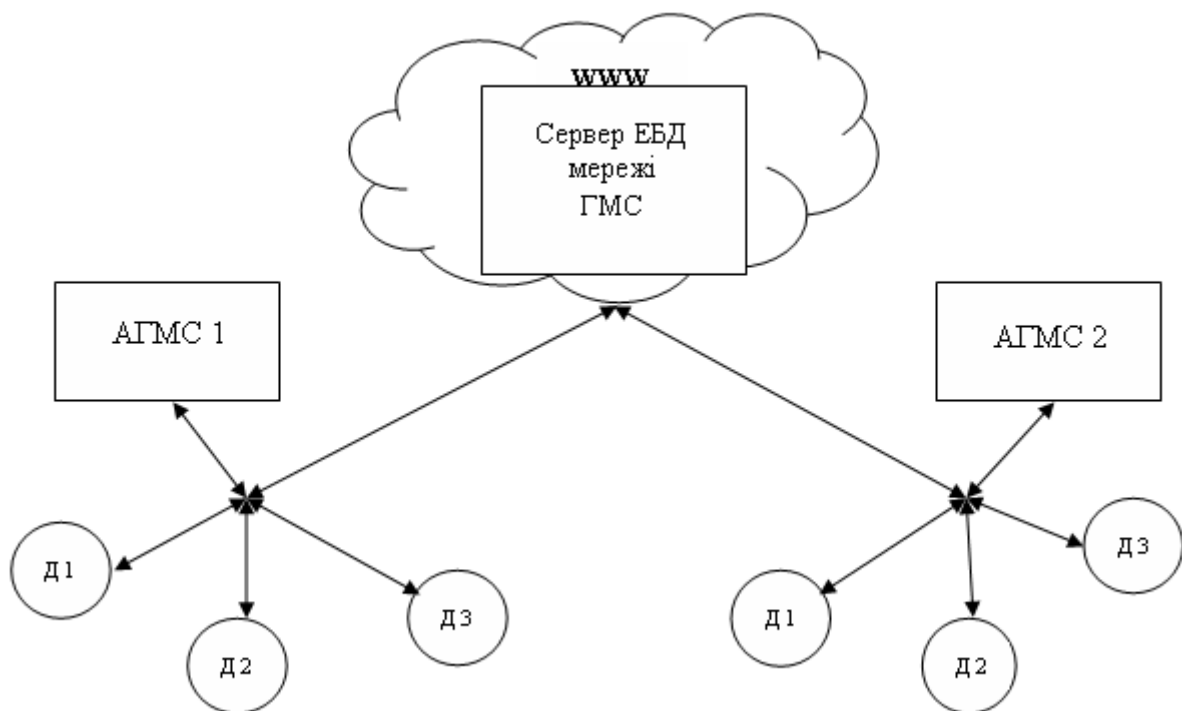


Рис. 3 – Схематичне зображення мережі датчиків навколишнього середовища у перехідний період: АГМС 1...2 – автоматичні гідрометеорологічні станції; Д 1...3 – датчики; www – Інтернет.



гідрометеорологічного обслуговування на основі концепції Інтернету речей повинні увійти до програми як один з її розділів. Програмно-цільовий підхід дозволить розглядати можливий розвиток інформаційних технологій в контексті з розвитком інших напрямків діяльності гідрометеорологічної служби: технічним переснащенням мереж спостережень; удосконаленням управління служби в цілому та її окремих ланок; зміцненням її матеріально-технічної бази та кадрового потенціалу тощо.

### 3. ВИСНОВКИ

Досягнення в розроблюванні засобів гідрометеорологічної вимірювальної техніки, а також у сфері застосування інформаційних технологій дозволяють значно підвищити ефективність гідрометеорологічного обслуговування користувачів за рахунок збільшення швидкості та підвищення зручності доступу користувачів до гідрометеорологічної продукції, а також розширення переліку та якості цієї продукції. Сучасні користувачі гідрометеорологічної продукції мають доступ до мобільних пристроїв, Інтернету, Google, Facebook, Twitter та ін. Щоб відповідати вимогам сьогодення гідрометеорологічні організації ДСНС України повинні це враховувати при розвитку мереж спостережень, систем збирання, оброблювання інформації та гідрометеорологічного обслуговування.

У статті показано необхідність інтенсифікації діяльності із впровадження концепції Інтернету речей в практику гідрометеорологічного обслуговування користувачів в рамках комплексної програми технологічного розвитку всієї системи гідрометеорологічних спостережень, збирання та оброблювання інформації, підготовки гідрометеорологічної продукції та обслуговування, орієнтованого на конкретні запити кінцевих споживачів. Розглянуто ключові положення, які необхідно бути вирішити в процесі впровадження концепції Інтернету речей в практику гідрометеорологічного обслуговування.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. The Human cost of weather-related disasters - 1995-2015 / UN Report. 2015. URL: <https://unisdr.org/archive/46793>. (Accessed 01.08.2018)
2. 2016 Highlights / WMO Annual Report. No 1190. 2017. URL: [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1129.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1129.pdf). (Accessed 01.08.2018)
3. WMO Strategy for service delivery and its implementation plan / WMO. No 1129. 2014. URL: [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1129.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1129.pdf). (Accessed 01.08.2018)

4. Vinluan B., Hodge B. Implementing fast-track methodologies in IoT-based technology development for the meteorological community: a multidisciplinary approach. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Madrid, Spain, 2016. URL: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/CIMO>. (Accessed 01.08.2018)
5. Hart J. F., Martinez K. Toward an environmental Internet of things. *AGU on-line Publications: Earth and Space Science*. 2015. 2. <https://www.doi.org/10.1002/2014EA000044>.
6. Molyneux M., Jones R. Concept development of an Internet of things surface. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Madrid, Spain, 2016. URL: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/CIMO>. (Accessed 01.08.2018)
7. Jianyum Ch., Yunfam S., Chunyam L. Research on application of automatic weather station based on IoT. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2017. 104. <https://www.doi.org/10.1088/1755/1315/104/1/01>.
8. Hongwei J., Ning L., Lixin S., Linxiang Yu. An IoT automatic station for gradient observation of microclimate in mountain profile. *Proc. WMO International Conference on Automatic Weather Stations*. Offenbach am Main, Germany. 2017. URL: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/AWS-conference>. (Accessed 21.02.2019)
9. Mallet É., Al Ali S., Lavanant M., Le Bloa G. Crowdsourcing and IoT at Meteo France. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Amsterdam, Netherlands. 2018. URL: [https://www.wmocimo.net/wp-content/uploads/P4\\_20\\_Mallet\\_abstract\\_CIMO-TECO\\_2018](https://www.wmocimo.net/wp-content/uploads/P4_20_Mallet_abstract_CIMO-TECO_2018). (Accessed 21.02.2019)
10. Створення інформаційної системи моніторингу забруднення атмосферного повітря міста на основі технології «Інтернет речей / Мокін В. Б. та ін. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2017. № 3. С. 49-58.
11. Закон України «Про гідрометеорологічну діяльність» від 18 лютого 1999 № 443-XIV (зі змінами, внесеними згідно із Законами від 19.01.2006 № 3370-IV, від 17.05.2012 № 4731 - VI, від 16.10.2012 № 5459 - VI, від 28.12.2014 № 77 - VIII, від 18.01.2018. № 2269 - VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 1999. №16. 95 с.
12. Ince D. A. A dictionary of the Internet. Third edition. Oxford University Press, 2013. URL: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/acref/9780191744150.001.0001>. (Accessed 01.08.2018)

### REFERENCES

1. UN Report. (2015). *The Human cost of weather-related disaster - 1995-2015*. Available at: <https://unisdr.org/archive/46793>. (Accessed 01.08.2018)
2. WMO Annual Report. No 1190. (2017). *2016 Highlights*. Available at: <https://library.wmo.int/opac/index.php>. (Accessed 01.05.2018)
3. WMO. No 1129. (2014). *WMO Strategy for service delivery and its implementation plan*. Available at: [https://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1129.pdf](https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1129.pdf). (Accessed 01.08.2018)
4. Vinluan, B. & Hodge, B. (2016). Implementing fast-track methodologies in IoT-based technology development for the meteorological community: a multidisciplinary approach. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Madrid, Spain. Available at: <https://www.wmo.int/>

- [pages/prog/www/CIMO](#). (Accessed 01.08.2018)
5. Hart, J.F. & Martinez, K. (2015). Toward an environmental internet of things. *AGU on-line Publications: Earth and Space Science*, 2. <https://www.doi.org/10.1002/2014EA000044>.
  6. Molyneux, M. & Jones, R. (2016). Concept development of an Internet. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Madrid, Spain. Available at: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/CIMO>. (Accessed 01.08.2018)
  7. Jianyum, Ch., Yunfam, S. & Chunyam, L. (2017). Research on application of automatic weather station based on IoT. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 104. <https://www.doi.org/10.1088/1755/1315/104/1/01>.
  8. Hongwei, J., Ning, L., Lixin, S. & Linxiang, Yu. (2017). An IoT automatic station for gradient observation of microclimate in mountain profile. *Proc. WMO International Conference on Automatic Weather Stations*. Offenbach am Main, Germany. Available at: <https://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/AWS-conference>.
  9. Mallet, É., Al Ali, S., Lavanant, M. & Le Bloa, G. (2018). Crowdsourcing and IoT at Meteo France. *Proc. WMO Technical Conference on Meteorological and Environmental Instruments and Methods of Observation*. Amsterdam, Netherlands. Available at: [https://www.wmocimo.net/wp-content/uploads/P4\\_20\\_Mallet\\_abstract\\_CIMO-TECO\\_2018](https://www.wmocimo.net/wp-content/uploads/P4_20_Mallet_abstract_CIMO-TECO_2018). (Accessed 21.02.2019).
  10. Mokin, V.B. et al. (2017). [Creation of the atmosphere air pollution monitoring information system on basis of IoT technology]. *Visnik Vinnits'kogo politehničnogo institutu [Bulletin of the Vinnitsa Politechnic Institute]*, 3, pp. 49-58. (in Ukr.)
  11. Zakon Ukrainy pro hidrometeorologičnu diialnist, 18.02.1999, no. 443-XIV [Law of Ukraine on Hydrometeorological Activity, 18.02.1999, no. 443- XIV]. (1999). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy [Bulletin of Supreme Council of Ukraine]*, 16.
  12. Ince, D. (2013). *A dictionary of the Internet. Third edition*. Available at: <https://www.oxfordreference.com/view/10.1099/acref/9780191744150.001.0001>. (Accessed 01.08.2018)

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Манукало В. А.<sup>1</sup>,  
Кульбида Н. И.<sup>2</sup>, Иванов Б. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Украинский гидрометеорологический институт,  
03028, м. Киев, проспект Науки, 37. [manukalo@ukr.net](mailto:manukalo@ukr.net)

<sup>2</sup> Украинский гидрометеорологический центр,  
01601, м. Киев, ул. Золотоворотская 6-Б

В статье рассмотрено современное состояние и перспективы использования технологии Интернета вещей в гидрометеорологической деятельности, в частности, в работе гидрометеорологических организаций ГСЧС Украины, с целью повышения качества гидрометеорологических продукции и услуг, которые предоставляются пользователям. Предложено рекомендации по усилению работы с внедрения этой перспективной информационной технологии в практику проведения инструментальных измерений, сбора и обработки данных, а также обслуживания пользователей. Переход на новую технологию следует осуществлять поэтапно по мере совершенствования элементной базы датчиков, увеличения скорости и надежности каналов связи. Оптимальным вариантом решения может стать программно-целевой подход, в основу которого будет положено комплексную программу развития гидрометеорологической службы. Это позволит рассматривать развитие информационных технологий вместе с развитием других направлений деятельности гидрометеорологической службы: техническим переоснащением сетей наблюдений, усовершенствованием управления службой в целом и отдельных ее звеньев, укреплением материально-технической базы и кадрового потенциала.

**Ключевые слова:** гидрометеорологическая информация, наблюдения, сбор данных, информационные технологии, Интернет вещей, обслуживание потребителей, усовершенствование.

## IMPROVING THE HYDROMETEOROLOGICAL SERVICE OF USERS BASED ON APPLICATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

Manukalo V. O.<sup>1</sup>, Kulbida M. I.<sup>2</sup>, Ivanov B. O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ukrainian Hydrometeorological Institute  
03028, Kyiv, Nauki av., 37, [manukalo@ukr.net](mailto:manukalo@ukr.net)

<sup>2</sup> Ukrainian Hydrometeorological Center  
01601, Kyiv, 6 Zolotovoritska str.

Improving the quality of hydrometeorological products and services for different categories of end users today is the most important task of the Hydrometeorological Service of Ukraine. Implementation of these measures involves a widespread use of modern technologies of hydrometeorological measurements as well as information and computing technologies such as Internet of Things, Big Data, Cloud Computing. The paper studies the current state and prospects of Internet of Things (IoT) application in hydrometeorological activities, particularly, in the work of hydrometeorological organizations of the State Emergency Service of Ukraine, in order to improve the quality of hydrometeorological products and services. Emergence of IoT became a new step in Internet and Web technologies use and ensured transition from static network to dynamic array of devices of all types and sizes employing electronics, software, sensors and network connectivity. It offers recommendations for intensifying the efforts aimed at implementation of this promising information technology into routine instrumental measurements, data collection and processing, as well as delivery of services to users. The recommendations present solutions to a number of technological, organizational and legal problems. Transition to a new technology should be carried out in stages and in the course of sensors and devices improvement, increase of speed and a reliability of communication channels. The most optimum solution may include a program-target approach based on a comprehensive program of development of the Hydrometeorological Service for the period of up to 5 years. This approach will make it possible to consider development of information technologies in a close relation with development of other activities of the Hydrometeorological Service: technical re-equipment of observation networks, improvement of the Hydrometeorological Service management as a whole and with regard to its separate units; strengthening its material and technical base, personnel potential etc.

**Key words:** hydrometeorological information, observations, data collection, information technologies, IoT, delivery of services to users, improvement.

Подання до редакції : 29. 11. 2018

Надходження остаточної версії : 13. 03. 2019

Публікація статті : 30. 05. 2019