

Анатолій Приступа¹, Анатолій Ревко², Вікторія Маргасова³, Катерина Новик⁴

¹кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: anatoliy.prystupa@stu.cn.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9412-2698>
ResearcherID: [F-5507-2014](https://orcid.org/0000-0001-9412-2698). **Scopus Author ID:** [57190807222](https://orcid.org/0000-0001-9412-2698)

²кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри електроніки, автоматики, робототехніки та мехатроніки
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: asrmeister@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6818-2961>
ResearcherID: [ABA-7094-2021](https://orcid.org/0000-0001-6818-2961). **Scopus Author ID:** [57188714850](https://orcid.org/0000-0001-6818-2961)

³доктор економічних наук, професор, проректор з наукової роботи
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: viktoriyamargasova@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8582-2158>
ResearcherID: [D-3198-2015](https://orcid.org/0000-0001-8582-2158). **Scopus Author ID:** [57202906268](https://orcid.org/0000-0001-8582-2158)

⁴аспірантка кафедри електричної інженерії та інформаційно-вимірювальних технологій
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)
E-mail: ekaterinanovik965@gmail.com. **Scopus Author ID:** [57848921200](https://orcid.org/0000-0001-8582-2158)

СИСТЕМА ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАНЦІЇ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

У роботі представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень авторів у вивченні особливостей створення системи енергозабезпечення станції, отриманих при виконанні НДП «THEOREMS-Dnipro. Transboundary Hydrometeorological and Environmental Monitoring System of Dnipro river», «Прикладна розробка організаційно-економічного механізму забезпечення екологічної безпеки водних ресурсів шляхом автоматизованого моніторингу», «Мультиагентна система захисту об'єктів критичної інфраструктури на основі рою мультикоптерних дронів».

На сьогоднішній день велика кількість публікацій пов'язана з підвищенням точності засобів вимірювальної техніки станцій спостереження, вдосконалення алгоритмів обробки та передачі інформації, а системам енергозабезпечення приділяється недостатня увага.

Проте точність і достовірність вимірної інформації, надійність роботи станції спостереження значною мірою буде залежати від якості джерела живлення обладнання станції. У світлі останніх подій, пов'язаних із воєнною агресією Російської Федерації, станції гідрометеорологічних спостережень можуть бути доповнені системами відеоспостереження та стати важливим елементом у системі забезпечення охорони певних територій. Ще більшої функціональності вони можуть набути, якщо будуть використовуватись як станції підзарядки дронів різних типів. Таке розширення функціоналу станцій не можливе без якісної системи енергозабезпечення.

У статті представлено огляд основних структурних схем станцій гідрометеорологічних спостережень. Розглянуто особливості використання кожної структурної схеми. Обґрунтовано необхідність впровадження системи моніторингу електричних та неелектричних параметрів блока живлення автономної та комбінованої станції спостережень. Наведено розрахунок зміни енергії акумуляторної батареї, на основі якого можна вибрати номінальну ємність акумуляторної батареї, необхідну для надійної та безперебійної роботи станції.

Ключові слова: система енергозабезпечення, блок живлення, акумуляторна батарея; структурна схема; моделювання.

Рис.: 4. Бібл.: 38.

Актуальність дослідження. Нині виникає дедалі більше завдань, які потребують постійного моніторингу певних параметрів. Зокрема це стосується моніторингу параметрів навколишнього середовища, контролю за станом водних об'єктів, радіаційного контролю, а також вирішення охоронних задач автоматизованого спостереження за певною територією. Розвиток сучасних технологій дає змогу використовувати на станціях моніторингу різноманітне вимірювальне обладнання, засоби відеоспостереження та зв'язку, інтелектуальні пристрої обробки та зберігання інформації. Ефективність роботи станції моніторингу значною мірою залежить від надійності системи енергозабезпечення станції. Тому вдосконалення підходів щодо проектування системи енергозабезпечення станції є актуальним завданням.

Постановка проблеми. Питанням автоматизованого моніторингу гідрологічних, метеорологічних та екологічних параметрів останнім часом приділяється дедалі більше уваги як з боку вітчизняних, так і закордонних учених [1-13]. Розвиток відновлювальних джерел енергії та напівпровідникових перетворювачів для її розподілу між споживачами в межах станції моніторингу дозволяє робити такі станції мобільними [2; 4; 6] або розміщувати у важкодоступних місцях [3; 5; 8].

Проте відсутність обґрунтованих критеріїв вибору параметрів елементів системи енергозабезпечення, насамперед встановленої потужності відновлювальних джерел енергії та ємності акумуляторних батарей, вносить значну надлишковість у станції спостережень, збільшуючи їхні габаритні розміри та вагу, що не завжди є допустимим. Обрання занижених значень потужності первинних перетворювачів енергії та ємності акумуляторних батарей призводить до відключення станції через дефіцит енергії в затяжні серії несприятливих погодних умов. Тому розробка прозорих підходів щодо проєктування системи енергозабезпечення станцій гідрометеорологічних спостережень є У задачею.

У цій роботі представлені результати теоретичних та експериментальних досліджень авторів у вивченні особливостей створення системи енергозабезпечення станції, отриманих при виконанні НДР “THEOREMS-Dnipro. Transboundary Hydrometeorological and Environmental Monitoring System of Dnipro river”, “Прикладна розробка організаційно-економічного механізму забезпечення екологічної безпеки водних ресурсів шляхом автоматизованого моніторингу”, “Мультиагентна система захисту об'єктів критичної інфраструктури на основі рою мультикоптерних дронів”.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні велика кількість публікацій пов'язана з підвищенням точності засобів вимірювальної техніки станцій спостереження [14-15], вдосконаленню алгоритмів обробки [16-17] та передачі інформації [18-20]. Проте системам енергозабезпечення приділяється недостатня увага. У [25] представлено обґрунтування вибору потужності фотоелектричних перетворювачів для станцій моніторингу.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Точність і достовірність вимірної інформації, надійність роботи станції спостереження в значній мірі буде залежати від якості джерела живлення обладнання станції. У світлі останніх подій, пов'язаних із військовою агресією російської федерації, станції гідрометеорологічних спостережень можуть бути доповнені системами відеоспостереження та стати важливим елементом в системі забезпечення охорони певних територій. Ще більшої функціональності вони можуть набути, якщо будуть використовуватись в якості станцій підзарядки дронів різних типів. Таке розширення функціоналу станцій не можливе без якісної системи енергозабезпечення, в тому числі модулю акумулявання енергії.

Мета дослідження полягає у аналізі типових структурних схем станцій гідрометеорологічних спостережень, дослідженню режимів роботи обладнання станцій та їх впливу на систему енергозабезпечення.

Виклад основного матеріалу. За типом електроживлення станції гідрометеорологічних спостережень можна підрозділити на три категорії:

Станції з мережевим живленням.

Мережеве живлення зазвичай використовується для стаціонарних пристроїв, що споживають значну потужність. Такі станції рідко переносяться з місця на місце і повністю залежать від стану електромережі (рис. 1). З іншого боку, подібні структури, зазвичай при нормальній ситуації, не мають обмежень з точки зору необхідної потужності, частота оновлення вимірних даних буде обмежуватись швидкістю датчиків, так само відсутні обмеження щодо кількості датчиків та їх взаємного віддаленого розміщення в

рамках однієї станції [21]. Дуже часто поряд з вимірювальним обладнанням на таких станціях розміщують додаткове обладнання, яке використовується для забезпечення допоміжних процесів. Суттєвим недоліком станцій з мережевим живленням є відмова у функціонуванні при знеструмленні внаслідок пошкоджень чи ненормальних режимів стаціонарної електричної мережі. Тому для найбільш відповідальних станцій під час проектування системи електропостачання передбачають 2 незалежних джерела, що в переважній більшості випадків забезпечує безперебійність енергозабезпечення станції. Однак, як показує досвід останніх подій, навіть такий підхід не дозволяє гарантувати енергозабезпечення станції при масовому руйнуванні електроенергетичних об'єктів та значному дефіциті активної потужності в енергосистемі.

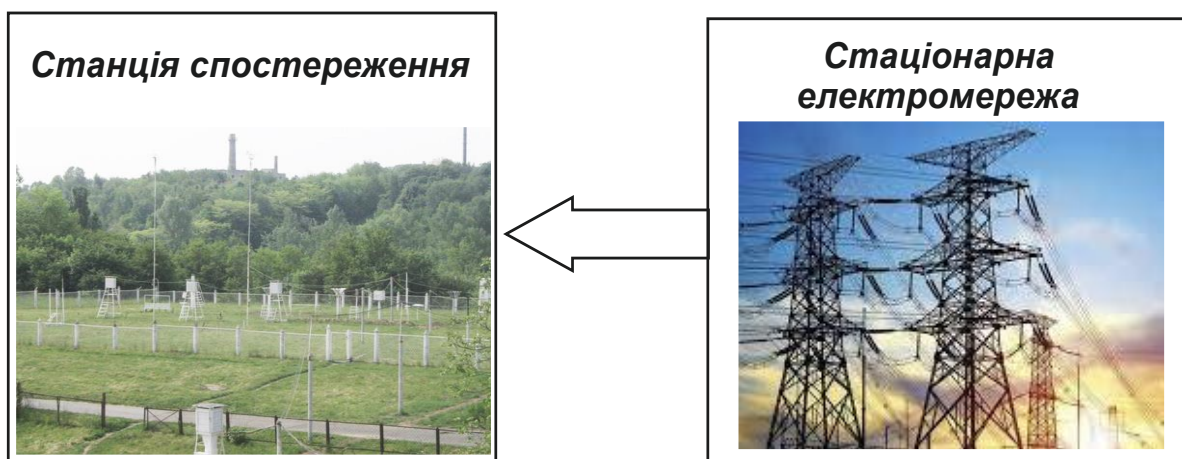


Рис. 1. Структурна схема станції спостереження з мережевим живленням [22]

Станція з автономним живленням.

Станції з автономним живленням зазвичай живляться від акумуляторних батарей. Також автономними джерелами живлення можуть виступати так звані альтернативні відновлювальні джерела енергії: вітрогенератори, сонячні батареї, міні гідроелектростанції та багато інших джерел енергії. (рис. 2). У цій структурі функціонування обладнання станції не залежить від стану стаціонарної енергосистеми, зокрема її нестійкої роботи або обмеження потужності при сильних зовнішніх збуреннях природного, техногенного або військового походження. З іншого боку, потужність системи енергозабезпечення станції повністю залежить від природних факторів: швидкості вітру, інтенсивності сонячного випромінювання тощо та рівня заряду акумуляторної батареї. Отже, для забезпечення надійної безперебійної роботи в подібних структурах необхідно обмежувати кількість вимірювальних датчиків та/або зменшувати кількість вимірювань та/або використовувати завищені параметри первинних перетворювачів енергії та ємності акумуляторної батареї.

Водночас використання структур з автономним живленням дозволяє виконувати такі станції мобільними – забезпечувати моніторинг визначених параметрів на певній території, вздовж визначеної траєкторії, що в певних ситуаціях дозволяє визначити реальну швидкість зміни контрольованого параметру та, при виникненні загрози екологічної катастрофи, попередити можливі наслідки завчасно.

Останнім часом дедалі більш популярним стало використання декількох різних типів відновлювальних джерел, наприклад сонячні панелі та вітрогенератор, разом для більшої енергонезалежності та зменшення залежності від затяжних періодів несприятливих погодних умов: тривалі серії похмурих днів, що характерні пізній осені в Україні та/або безвітряні серії, коли декілька днів поспіль швидкість вітру не перевищує 5 м/с.

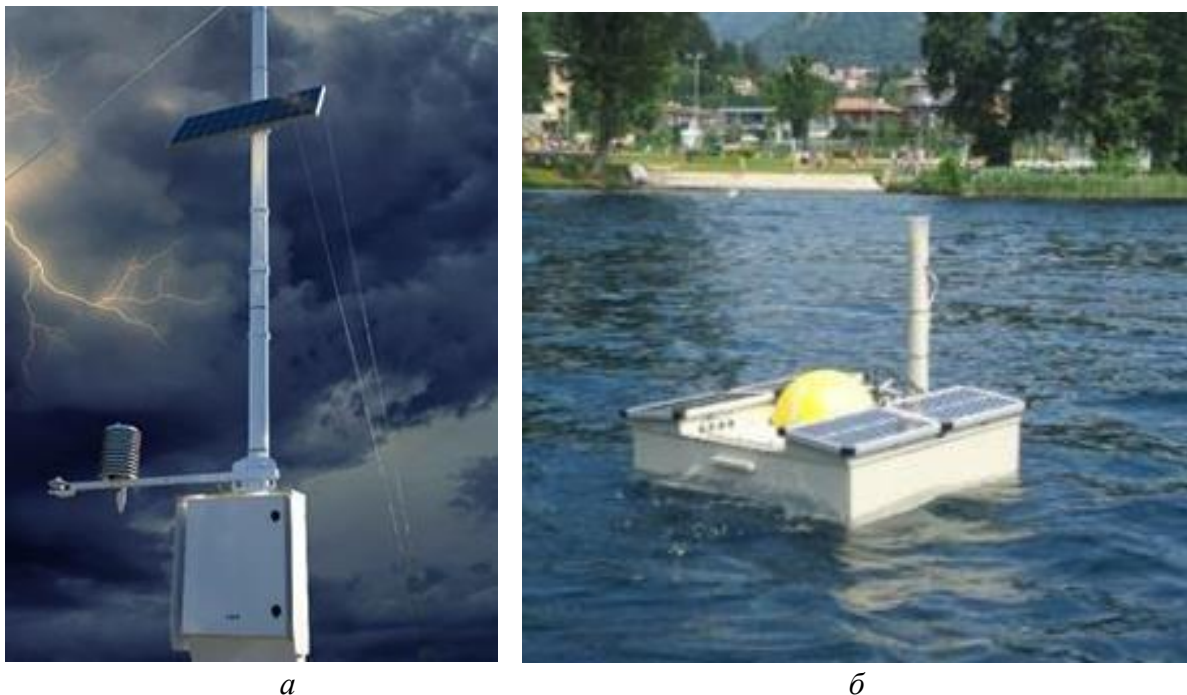


Рис. 2. Приклади реалізації станції спостереження з автономним живленням:
а – стаціонарна [23], б – мобільна [24]

Станції з комбінованим живленням.

Комбіноване живлення є найбільш зручним у використанні. Воно передбачає можливість живлення як від батарей, так і від стаціонарної електричної мережі змінного струму (рис. 3). Для збільшення надійності та енергонезалежності станції з комбінованим живленням можуть доповнюватись відновлювальними джерелами, які будуть віддавати енергію в енергосистему при нормальному режимі її роботи та забезпечувати енергозабезпечення станції при аварійних режимах в енергосистемі. Крім того, за потреби, коли енергосистема має суттєві пошкодження, що ми наглядно спостерігаємо в теперішній час активної фази російської військової агресії, енергія з таких станцій може бути спрямована для забезпечення електроживлення критично важливих об'єктів поза межами станції спостереження [21].

Для розподілу енергії між споживачами станції використовується окремий блок живлення. Розвиток компонентів силової електроніки дозволяє реалізувати його на основі напівпровідникових перетворювачів. Це дає змогу суттєво зменшити габаритні розміри та вагу блоку живлення, підвищити гнучкість управління та зменшити власне електроспоживання блоку живлення на процес формування необхідних рівнів напруг та струмів [25].

Різноманіття вимірювального та допоміжного обладнання ставить перед блоком живлення задачу забезпечення різних рівнів напруг для забезпечення стабільної роботи цього обладнання та отримання результатів спостережень відповідно до вимог як національних, так і міжнародних нормативних документів [26-33].

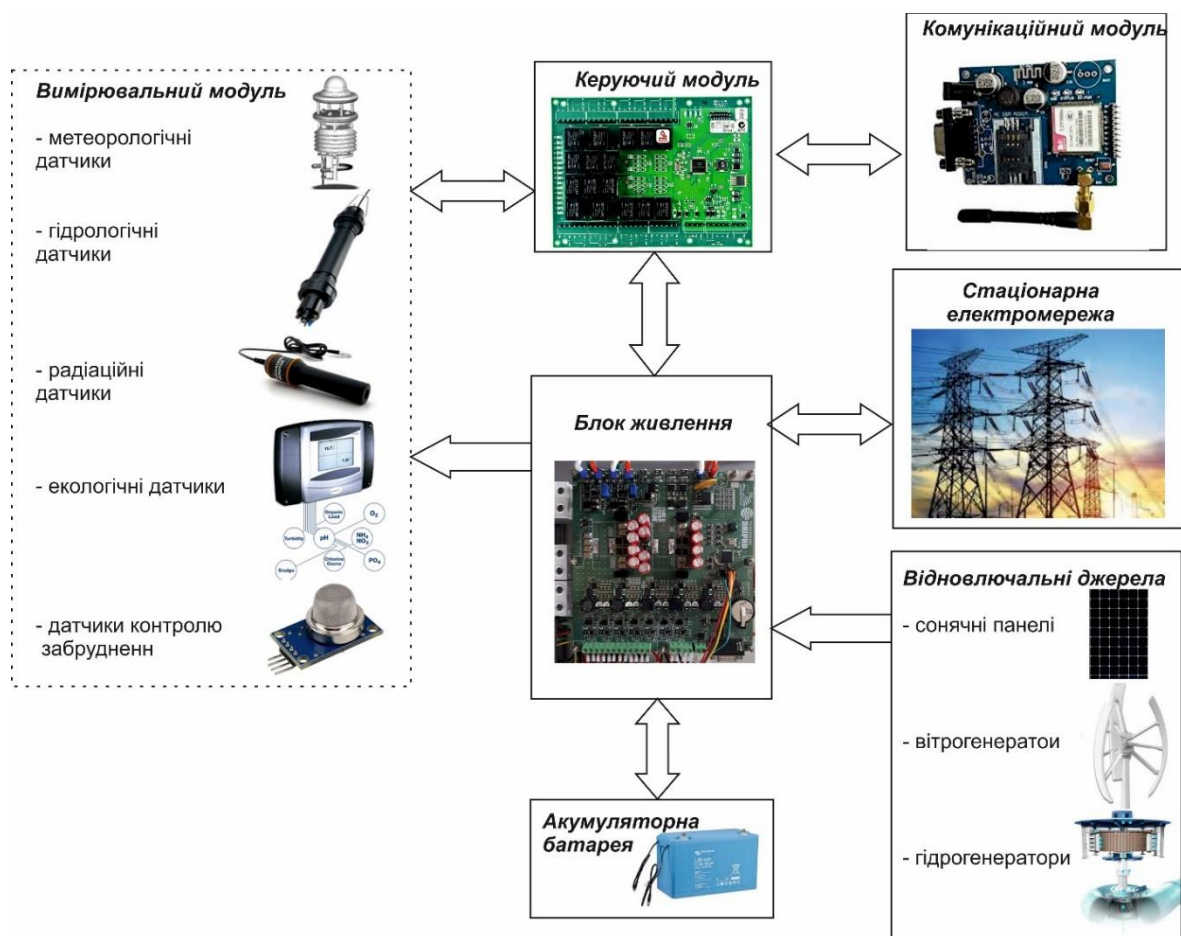


Рис. 3. Структурна схема станцій спостереження з комбінованим живленням

При роботі станцій спостереження з автономним або комбінованим живленням доцільно передбачити можливість управління живленням окремих споживачів у межах станції, щоб змінювати частоту вимірювань в залежності від запасів енергії в акумуляторах [34]. Для цього блок живлення потрібно виконати багатоканальним, забезпечивши можливість управління кожним каналом окремо.

Для того управління вихідними каналами в системі енергозабезпечення необхідно передбачити модуль управління та розгалужену систему моніторингу як електричних параметрів (струмів, напруг, ємності, опору), так і неелектричних (температури, відносної вологості, інтенсивності світла тощо).

Моніторинг струму в кожному електричному колі та напруги в контрольних точках дозволяють мати інформацію щодо реальних потужностей: споживання кожного каналу блоку живлення, генерації електроенергії від відновлювальних джерел; заряду-розряду акумуляторної батареї. Контроль поточного стану заряду акумуляторної батареї (її ємність) може бути використано для динамічного управління режимом роботи станції, дозволить уникати режимів глибокого розряду та перезаряду, що своєю чергою продовжить строк служби акумуляторів. Контроль опору вхідних/вихідних каналів дозволить контролювати цілісність електричних кіл, якість місць з'єднань. Збільшення опору може бути сигналом для оперативного обслуговування блоку живлення: очищення контактів, перевірки надійності підключення окремих модулів, тощо, що дозволить уникнути серйозним аваріям та тривалому виводу станції з роботи.

Надійність роботи електронного обладнання та акумуляторів значною мірою залежить від робочої температури даних пристроїв. На температуру пристрою буде впливати як температура навколишнього середовища, так і додатковий нагрів внаслідок протікання електричного струму. Для того щоб не допускати зниження надійності внаслідок перегріву в межах корпусу блока живлення, доцільно передбачити контроль температури та виконавчі механізми, що сприятимуть охолодженню: вентилятори у випадку повітряного охолодження та насоси при рідинному охолодженні. Також вентилятори у поєднанні з нагрівачами можуть використовуватись при підвищенні вологості всередині корпусу блока живлення. Підвищена вологість негативно впливає на провідники, підвищуючи ризик їх корозії, та зменшує діелектричну міцність ізоляції, підвищуючи ймовірність електричного пробою.

Окремої уваги потребує контроль температури акумуляторів [35]. Практично всі типи акумуляторів забезпечують найбільшу ефективність перетворення енергії в діапазоні температур $+10...+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ як зниження температури нижче $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, так і підвищення вище $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ негативно відображається на ємності акумулятора, знижуючи при цьому його ресурс. Тому питанню підтримання температури акумулятора у вищезазначених межах варто приділити значну увагу. Для зменшення впливу інших елементів блоку живлення акумулятори варто конструктивно розмістити в окремому блоці, забезпечивши термоізоляцію. Для нагрівання/охолодження доцільним вбачається використання елементів Пельтьє.

Для підключення/відключення споживачів станції спостереження модуль управління в залежності від поточного заряду акумуляторної батареї та даних системи моніторингу параметрів блоку живлення направляє відповідні керуючі сигнали на вихідні каскади напівпровідникового перетворювача.

Структурна схема блоку живлення представлена на рис. 4.

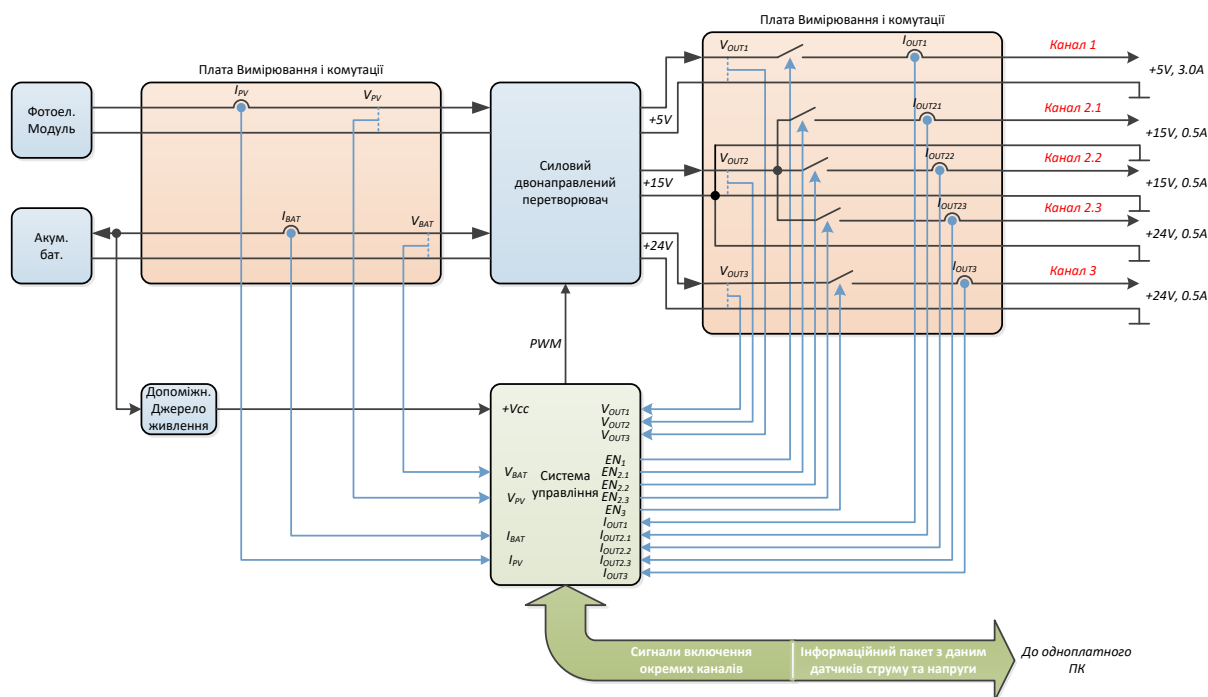


Рис. 4. Структурна схема системи живлення станції моніторингу з п'ятьма вихідними каналами

Для автономних та комбінованих станцій моніторингу надійність та ефективність роботи станції буде значною мірою визначатись надійною роботою акумуляторної батареї та коректністю вибору її номінальних параметрів.

Під час роботи станції акумуляторна батарея може перебувати в декількох станах:

Стан 1: Батарея повністю заряджена.

Батарея заряджена до максимуму, подальше накопичення енергії не відбувається. Сонячна енергія використовується для потреб станції на даний момент: для безперебійного живлення всіх елементів станції, а також, за потреби, для нагріву акумуляторних батарей, або шафи управління.

Стан 2: Акумуляторна батарея повністю розряджена.

При повній розрядці батареї станція вимикається через низький заряд акумуляторів. Для подовження строку служби акумуляторів не рекомендується вимикати станцію при повністю розрядженій батареї, бажано залишити близько 10% заряду, враховуючи затяжні серії похмурих днів в осінньо-зимовий період, коли протягом 5-10 діб може бути відсутня підзарядка батареї. Режим вимкненої станції триває до моменту, коли напруга на виході фотоелектричного перетворювача стане достатньою для початку зарядки акумулятора. У разі достатньої сонячної енергії станція моніторингу включається та починає працювати паралельно з процесом зарядження акумулятора (стан 3).

Для уникнення частих перервань роботи станції через нестабільну сонячну інсоляцію, рекомендується підключати електричне навантаження станції після досягнення акумулятором критично допустимого заряду (наприклад, 15 %).

Контроль за розподілом енергії між зарядкою акумулятора та живленням станції здійснюється контролером блоку живлення за заздалегідь встановленим алгоритмом.

Стан 3: Акумуляторна батарея частково розряджена.

Залишковий заряд акумулятора достатній для довготривалої роботи станції.

Станція працює в нормальному режимі, живлячись від акумулятора та фотоелектричного перетворювача.

Зарядка акумулятора може не відбуватися, якщо потужність від фотоелектричного перетворювача є меншою ніж сумарна потужність електричного навантаження станції.

При розрахунку накопичення енергії в акумуляторних батареях необхідно також враховувати ККД процесу заряду акумуляторних батарей (типове значення для свинцево-кислотного акумулятора – $\eta_{зар} = 0,75$) та ККД самого зарядного пристрою (у сучасних умовах він може бути досить високим, навіть $\eta_{ЗП} = 0,95$ і вище при використанні, наприклад, квазірезонансних перетворювачів зі спеціальним режимом роботи, наприклад, як це описано в [36]. Рекомендується використовувати значення ККД у діапазоні від 0,8 до 0,9 для більшості сучасних традиційних імпульсних зарядних пристроїв).

У [37] було показано, що перспективним бачиться застосування у складі автономних систем електроживлення літєвих АКБ, проте їх широке застосування стримується високою вартістю. У [38] було зазначено, що для отримання максимального терміну використання АКБ і відсутності його зниження критично важливо витримувати усі умови експлуатації АКБ (температурний режим, глибина розряду/заряду, струм заряду, умови зберігання, транспортування, обслуговування).

Для забезпечення живлення станції тільки від акумуляторів протягом заданої кількості діб необхідна ємність акумуляторної батареї розраховується за виразом [25]:

$$Q_{AB} \geq \frac{24 \cdot N \cdot P}{U}, \quad (1)$$

де Q_{AB} – ємність акумуляторної батареї, А·год;

P – максимальна потужність електроспоживання всіх елементів станції спостереження, Вт;

N – кількість днів безперервної роботи тільки від батареї. Як показує аналіз існуючих статистичних даних метеоспостережень, та досвід експлуатації автоматизованої станції Theorems Dnipro [34], кількість днів без підзарядки для півночі України в період листопад-березень може сягати 10 діб. Тож, при виборі N доцільно спочатку проаналізувати дані метеоспостережень для району, у якому планується встановлення автономної станції спостережень. У випадку комбінованої структури системи енергозабезпечення станції перерва в електропостачанні від стаціонарної мережі внаслідок аварії, як правило, не перевищує 1-2 діб. Тому в цьому випадку ємність акумуляторної батареї можна обирати значно меншу;

U – напруга акумуляторної батареї, В.

Максимальна кількість енергії, яку може зберігати акумуляторна батарея, знаходиться за формулою:

$$W_{\max} = \frac{U \cdot Q_{AB}}{1000}, \quad (2)$$

де W_{\max} – максимальна енергія акумулятора, кВт·год.

Для визначення добового залишку енергії в акумуляторі для кожного дня протягом року необхідно знайти різницю між енергією, виробленою сонячним фотоелектричним перетворювачем за добу, і споживанням енергії станцією за добу

$$\Delta W_i = W_i^{PV} - W_i, \quad (3)$$

де ΔW_i – добовий баланс енергії за i -ту добу, кВт·год;

W_i^{PV} – енергія, отримана від сонячної панелі в i -ту добу, кВт·год;

W_i – витрата енергії за i -ту добу, кВт·год.

Зміна енергії в акумуляторі виконується в залежності від знака й модуля добового балансу.

Можливі такі варіанти:

1) добовий баланс додатний – акумулятор заряджається. Необхідно додати до поточного значення рівня енергії в акумуляторі модуль добового балансу енергії з урахуванням ефективності процесу заряду акумулятора.

$$W_3 = \Delta W_i \cdot \eta_{зар} \cdot \eta_{ЗП}, \quad (4)$$

де W_3 – енергія заряду за i -ту добу, кВт·год;

ΔW_i – добовий баланс енергії за i -ту добу, кВт·год;

$\eta_{зар}$ – ККД процесу заряду акумулятора;

$\eta_{ЗП}$ – ККД зарядного пристрою.

Якщо сума більше, ніж W_{\max} , то це говорить про те, що в цей день акумулятор буде повністю заряджений;

2) добовий баланс дорівнює нулю – акумуляторна батарея перебуває в стані накопичення енергії (відбувається тільки саморозряд струмами витоку акумуляторної батареї та її зовнішніх ланцюгів);

3) добовий баланс від’ємний – акумуляторна батарея розряджається. Потрібно від поточного значення рівня енергії в модулі акумулятора відняти значення добового балансу енергії. Якщо в результаті отримуємо значення менше нуля, це означає, що акумулятор у цей день буде повністю розряджений і станція відключиться.

Розрахунок для кожного з наведених вище випадків наведено у виразі:

$$W_i^{AB} = \begin{cases} W_{i-1}^{AB} + W_3, & \text{якщо } \Delta W_i > 0 \text{ і } W_{i-1}^{AB} + W_3 < W_{\max}, \\ W_{\max}, & \text{якщо } \Delta W_i > 0 \text{ і } W_{i-1}^{AB} + W_3 \geq W_{\max}, \\ W_{i-1}^{AB}, & \text{якщо } \Delta W_i = 0, \\ W_{i-1}^{AB} - |\Delta W_i|, & \text{якщо } \Delta W_i < 0 \text{ і } W_{i-1}^{AB} - |\Delta W_i| > 0, \\ 0, & \text{якщо } \Delta W_i < 0 \text{ і } W_{i-1}^{AB} - |\Delta W_i| \leq 0, \end{cases} \quad (5)$$

де W_i^{AB} – енергія в акумуляторній батареї на кінець i -ої доби, кВт·год;

ΔW_i – добовий баланс енергії за i -ту добу, кВт·год;

W_{i-1}^{AB} – енергія в акумуляторній батареї на кінець попередньої доби, кВт·год;

W_{\max} – максимальна енергія в акумуляторній батареї, кВт·год.

Апробація описаних підходів щодо вибору ємності акумуляторної батареї та організації системи моніторингу була реалізована на діючій станції гідрометеорологічних спостережень Theorems Dnipro, у м. Любеч, Чернігівської області. Досвід експлуатації станції протягом 2020-2022 року показав справедливість описаних гіпотез. На жаль, воєнна агресія Російської Федерації зробила неможливими продовження експериментальних досліджень з системою енергозабезпечення станції на даному етапі. Проте після завершенню війни експериментальні дослідження з підвищення ефективності алгоритмів управління параметрами режимів роботи блока живлення будуть продовжені.

Висновки. У статті представлено огляд основних структурних схем станцій гідрометеорологічних спостережень. Розглянуто особливості використання кожної структурної схеми. Обґрунтовано необхідність впровадження системи моніторингу електричних та неелектричних параметрів блоку живлення автономної та комбінованої станції спостережень. Наведено розрахунок зміни енергії акумуляторної батареї, на основі якого можна вибрати номінальну ємність акумуляторної батареї, необхідну для надійної та безперебійної роботи станції.

Список використаних джерел

1. Operative Control Parameters of Water Environment / V. Pohrebennyk, O. Korostynska, A. Mason, M. Cygnar // 9th International conference on developments in esystems engineering (dese). – Liverpool, 2016. – P. 335-340.
2. Remote Water Quality Monitoring System using Wireless Sensors / S. N. Haron, K. M. Mahamad, A. I. Aziz, M. Mehat // 8th WSEAS International Conference on Electronics (Hardware, February 2009). – Hardware : Cambridge, 2009. – P. 148-154.
3. An autonomous water monitoring and sampling system for small-sized ASV operations / F. Fornai, F. Bartaloni, G. Ferri, A. Manzi, F. Ciuchi, C. Laschi // 2012 Oceans. – Hampton Roads, 2012. – Pp. 1-6.
4. GPS Water Level Buoy for Hydrographic Survey Applications / J. L. Riley, B. R. Murray, O. A. Hauser, D. B. Wolcott, R. M. Heitsenrether, S. K. Gill // Final Report: Proof-of-Concept 2014/ NWLON-Comparison Project. – Silver Spring, MD (NOAA).
5. Measuring sea level with GPS- Equipped Buoys: A multi-instruments experiment at Aix island / G. André, M. B. Miguez, V. Ballu, L. Testut, G. Wöppelmann // The International Hydrographic Review. – 2013. – № 10.
6. Water Quality Monitoring based on Small Satellite Technology / N. Gallah, O. Bahri, N. Lazreg, A. Chaouch, K. Besbes // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2017. – Vol. 8, No. 3. – P. 357-362.
7. Joshi, A. A. Water Quality Monitoring System Using Zig-Bee and Solar Power Supply / A. A. Joshi // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. – 2015. – Vol. 4, No. 10. – P. 8103-8109.

8. Yue, R. Novel Water Quality Monitoring System Solar Power Supply and Wireless Sensor Network / R. Yue, T. A. Ying // International Conference of Environmental Science and Engineering (Bali Island, Indonesia, 2012). – 2012. – Vol. 12, Part A. – P. 265-272.
9. GPRS-Based Low Energy Consumption Remote Terminal Unit for Aquaculture Water Quality Monitoring / D. Xu, D. Li, B. Fei, Y. Wang, F. A. Peng // Computer and Computing Technologies in Agriculture. – 2014. – VII. – P. 492-503.
10. Remote On-Line Automatic Monitoring System of Reservoir's Water Regimen Based on WSN and GPRS Network / W. Li, P. Pan, L. S. Tan, X. K. Luo // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Vol. 536, April. – P. 1223-1230.
11. Novel numerical and computational techniques for remote sensor based monitoring of freshwater quality / X. Zhu, Y. Yue, P. Wong, Y. Zhang, J. Meng // IEEE International Conference of Online Analysis and Computing Science (ICOACS) (Chongqing, 2016). – 2016. – P. 91-95.
12. Характеристики експлуатаційних параметрів систем моніторингу рівня води откритих водоемів / Я. І. Лепих, А. Л. Приступа, Ю. Я. Бунякова, В. І. Сантоній, Л. Н. Будиянська, В. І. Аверченков, Ю. В. Крышнев // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. – Київ : ВІКНУ, 2013. – Вип. 43. – С. 300-308.
13. Сучасні автономні гідрометеорологічні вимірювальні станції : монографія / А. Л. Приступа, В. М. Безручко, О. А. Велигорський, А. С. Ревко, Ю. В. Кришньов. – Чернігів : Видавець Брагинець О. В., 2019. – 180 с.
14. Оптико-електронні системи ближньої локації : монографія / Я. І. Лепіх, В. І. Сантоній, Л. М. Будиянська та ін. ; за ред. Я. І. Лепіха. – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 294 с.
15. Погребенник, В. Д. Підвищення точності ультразвукових інформаційновимірювальних систем для експрес-контролю параметрів рідин / В. Д. Погребенник, А. В. Романюк // Матеріали науково-технічної конференції до 40- річчя ДП ДНДІ «Система». – Львів : ДП ДНДІ «Система», 2008. – С. 109-112.
16. Wu, F. Real-time performance of a self-powered environmental IoT sensor network system. Sensors / F. Wu, C. Rüdiger, M. R. Yuce. – 2017. – Vol. 17, No 2. – P. 282.
17. A real-time flood monitoring system based on GIS and hydrological model // Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT) : 2010 International Conference (IEEE) (Wuhan, 17-18 July 2010). – 2010. – Vol. 1. – P. 605-608.
18. A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT) / K. Gulati, R. S. K. Boddu, D. Kapila, S. L. Bangare, N. Chandnani, G. Saravanan // Materials Today : Proceedings. – 2022. – № 51. – P. 161-165.
19. Zhang, Y. Handling missing data in near real-time environmental monitoring / Y. Zhang, P. J. Thorburn // A system and a review of selected methods. Future Generation Computer Systems. – 2022. – Vol. 128. – P. 63-72.
20. Evaluation of a wireless sensor network with low cost and low energy consumption for fire detection and monitoring / X. Silvani, F. Morandini, E. Innocenti, S. Peres // Fire Technol. – 2015. – Vol. 51, № 4. – P. 971-993.
21. Безпека водокористування: фактори впливу та еколого-економічний механізм реалізації : монографія / І. І. Кичко, В. Г. Маргасова, В. В. Виговська, Ж. В. Дерій, А. Л. Приступа, А. В. Холдницька. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – 124 с.
22. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/pro-tsho/struktura/22-stantsiyi>.
23. Meteo-Hydrological Sensors within the Lake Maggiore Catchment: System Establishment, Functioning and Data Validation / M. Ciampittello, D. Manca, Cl. Dresti, S. Grisoni, A. Lami et al. // Sensors (Basel). – 2021. – № 21(24). DOI: 10.3390/s21248300.
24. Автоматичні станції метеоспостереження Viasala [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vaisala.com/en/products/weather-environmental-sensors/automatic-weather-station-aws810-general>.

25. Autonomous Power Supply Development for Hydrometeorological Monitoring Station / A. Prystupa, V. Kazymyr, A. Zabašta, A. Revko, S. Stepenko, K. Novyk // 2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON) (Riga, 2022). – 2022. – Pp. 1-6. DOI: 10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830499.
26. Guide to the Global Observing System, (WMO-No. 488) [Electronic resource]. – Geneva, 2010. – Access mode: http://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4236.
27. Explanatory circular on the WMO Quality Management Framework [Electronic resource]. – Access mode: http://www.bom.gov.au/wmo/quality_management/docs/QMF-circ_en.pdf.
28. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8) [Electronic resource]. – Geneva, 2018. – Access mode: https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no_8.
29. Настанова гідрометеорологічним станціям і поста́м : керів. документ 52.4.8.01-07. – Вип. 2, Ч. 1: Метеорологічні спостереження на поста́х. – Київ : Держметеорологслужба, 2007. – 288 с.
30. Методичні вказівки з автоматизованої обробки і контролю даних гідрометеорологічних спостережень. – Вип. 3: Метеорологічна інформація гідрометеорологічних станцій і постів. – Київ, 2014.
31. Проведення паралельних метеорологічних спостережень : керів. документ 74.90.14-02572508-000:2015 : метод. вказівки. – Київ, 2015.
32. Просторово-часовий контроль даних метеорологічних спостережень станцій : метод. рекомендації : Наказ УкрГМЦ від 16.02.2021 р. № НС-13/99. – Київ, 2021.
33. Настанова гідрометеорологічним станціям и поста́м. – Вип.: 1. Державна система гідрометеорологічних спостережень. Основні положення і нормативні документи. – Київ, 2019.
34. Optimization of Electricity Consumption for Autonomous Monitoring Station “THEOREMS Dnipro” / A. Prystupa, V. Marhasova, S. Stepenko, T. Kulko, B. Kulik, K. Novyk // 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). – 2022. – Pp. 1-6. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916347.
35. Clarifying the Temperature-Dependent Lithium Deposition/Stripping Process and the Evolution of Inactive Li in Lithium Metal Batteries / M. Tao, X. Chen, H. Lin, Y. Jin, P. Shan, D. Zhao, M. Gao, Z. Liang, Y. Yang // ACS Nano. – 2023. – № 17(23). – P. 24104-24114. DOI: 10.1021/acsnano.3c09120.
36. IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems – Redline // IEEE Std 937-2019 (Revision of IEEE Std 937-2007). – P. 1-45.
37. Фесенко, А. П. Огляд та обґрунтування вибору акумуляторних батарей для автономної системи електроживлення на основі фотоелектричних перетворювачів [Електронний ресурс] / А. П. Фесенко, Р. Д. Єршов, С. А. Степенко // Технічні науки та технології. – 2021. – № 1(7). – С. 177-186. – Режим доступу: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/105255>.
38. Захарченко, Д. Огляд та обґрунтування вибору накопичувачів електроенергії для роботи електроенергетичних об'єктів / Д. Захарченко, С. Степенко // Технічні науки та технології. – 2021. – № 4(22). – С. 198-209. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-4\(22\)-198-209](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-4(22)-198-209).

References

1. Pohrebennyk, V., Korostynska, O., Mason, A. and Cygnar, M. (2016). Operative Control Parameters of Water Environment. *9th international conference on developments in esystems engineering (dese)* (pp. 335-340).
2. Haron, S.N., Mahamad, K.M., Aziz, A.I. and Mehat, M. (2009). Remote Water Quality Monitoring System using Wireless Sensors. *8th WSEAS International Conference on Electronics, Hardware, Wireless, and Optical Communications* (pp. 148-154). Cambridge, UK.
3. Fornai, F., Bartaloni, F., Ferri, G., Manzi, A., Ciuchi, F. and Laschi, C. (2012). *An autonomous water monitoring and sampling system for small-sized ASV operations* (pp. 1-6). Oceans, Hampton Roads, VA.
4. Riley, J.L., Murray, B.R., Hauser, O.A., Wolcott, D.B., Heitsenrether, R.M., Gill, S.K. (2014). GPS Water Level Buoy for Hydrographic Survey Applications. Final Report: Proof-of-Concept. NWLON-Comparison Project. Silver Spring, MD (NOAA).

5. André, G., Miguez, M.B., Ballu, V., Testut, L., Wöppelmann, G. (2013). Measuring sea level with GPS- Equipped Buoys: A multi-instruments experiment at Aix island. *The International Hydrographic Review*, No 10-2013.
6. Gallah, N., Bahri, O. B., Lazreg, N., Chaouch, A., Besbes, K. (2017). Water Quality Monitoring based on Small Satellite Technology. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(3), 357-362.
7. Joshi, A.A. (2015). Water Quality Monitoring System Using Zig-Bee and Solar Power Supply. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 4(10), 8103-8109.
8. Yue, R., Ying, T. (2012). A Novel Water Quality Monitoring System Solar Power Supply and Wireless Sensor Network. *International Conference of Environmental Science and Engineering*, 1(2), Part A, 265–272.
9. Xu, D., Li, D., Fei, B., Wang, Y., Peng, F. (2014). A GPRS-Based Low Energy Consumption Remote Terminal Unit for Aquaculture Water Quality Monitoring. *Computer and Computing Technologies in Agriculture*, VII, 492-503.
10. Li, W., Pan, P., Tan, L. S., Luo, X. K. (2014). Remote On-Line Automatic Monitoring System of Reservoir's Water Regimen Based on WSN and GPRS Network. *Applied Mechanics and Materials*, 536, 1223-1230.
11. Zhu, X., Yue, Y., Wong, P., Zhang, Y. and Meng, J. (2016). Novel numerical and computational techniques for remote sensor based monitoring of freshwater quality. *IEEE International Conference of Online Analysis and Computing Science (ICOACS)* (pp. 91-95).
12. Lepikh, Ya.I., Pristupa, A.L., Bunyakova, Yu.Ya., Santoniy, V.I., Budienskaya, L.N., Averchenkov, V.I., Kryshnev, Yu.V. (2013). Kharakterystyky ekspluatatsyonnykh parametrov system monytorynha urovnia vody otкрыtykh vodoemov [Characteristics of operational parameters of water level monitoring systems for open water bodies]. *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National University named after T. Shevchenko – Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoho instytutu Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. T. Shevchenka*, 43, 300-308.
13. Prystupa, A.L., Bezruchko, V.M., Velihorskyi, O.A., Revko, A.S., Kryshnov, Yu.V. (2019). *Suchasni avtonomni hidrometeorolohichni vymiriuvalni stantsii [Modern autonomous hydrometeorological measuring stations]*. Vydavets Brahynets O. V.
14. Lepikh, Ya.I., Santonii, V.I., Budienskaya, L.M., et al. (2019). *Optyko-elektronni systemy blyznoi lokatsii [Optoelectronic systems for short-range location]*. Odes. nats. un-t im. I. I. Mechnykova.
15. Pohrebennyk, V.D., Romaniuk, A.V. (2008). Pohrebennyk, V. D. Pidvyschennia tochnosti ultrazvukovykh informatsiinovykh system dlia ekspres-kontroliu parametrov ridyn [Improving the accuracy of ultrasonic information and measuring systems for rapid control of fluid parameters]. *Materialy naukovo-tekhnichnoi konferentsii do 40- richchia DP DNDI «Systema» – Materials of the scientific and technical conference for the 40th anniversary of DP NDI «Systema»* (pp. 109–112). DP DNDI «Systema».
16. Wu, F., Rüdiger, C., Yuce, M.R. (2017). Real-time performance of a self-powered environmental IoT sensor network system. *Sensors*, 17(2), 282.
17. A real-time flood monitoring system based on GIS and hydrological model (2010). Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT). *2010 International Conference (IEEE)*. Wuhan, 17-18 July 2010. Vol. 1. PP. 605-608.
18. Gulati, K., Boddu, R. S. K., Kapila, D., Bangare, S. L., Chandnani, N., & Saravanan, G. (2022). A review paper on wireless sensor network techniques in Internet of Things (IoT). *Materials Today: Proceedings*, (51), 161–165.
19. Zhang, Y., Thorburn, P. J. (2022). Handling missing data in near real-time environmental monitoring: A system and a review of selected methods. *Future Generation Computer Systems*, 128, 63–72.
20. Silvani, X., Morandini, F., Innocenti, E., Peres, S. (2015). *Evaluation of a wireless sensor network with low cost and low energy consumption for fire detection and monitoring*. *Fire Technol*, 51(4), 971–993.

21. Kychko, I.I., Marhasova, V.H., Vyhovska, V.V., Derii, Zh.V., Prystupa, A.L., Kholodnytska, A. V. (2023). *Bezpeka vodokorystuvannia: faktory vplyvu ta ekoloho-ekonomichni mekhanizmy realizatsii [Safety of water use: factors of influence and ecological and economic mechanism of implementation]*. NU «Chernihivska politehnika».
22. Sreznevsky, B. (n.d.). *Tsentrалna heofizychna observatoriia imeni Borysa Sreznevskoho [Structure CGO]*. <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/uk/pro-tsho/struktura/22-stantsiyyi>.
23. Ciampittiello, M., Manca, D., Dresti, Cl., Grisoni, S., Lami, A., et al. (2021). Meteorological Sensors within the Lake Maggiore Catchment: System Establishment, Functioning and Data Validation. *Sensors (Basel)*, 21(24). doi: 10.3390/s21248300.
24. Avtomatychni stantsii meteosposterezhennia Viasala [Viasala. Automatic weather observation stations]. (n.d.). <https://www.vaisala.com/en/products/weather-environmental-sensors/automatic-weather-station-aws810-general>
25. Prystupa, A., Kazymyr, V., Zabašta, A., Revko, A., Stepenko, S. and Novyk, K. (2022). Autonomous Power Supply Development for Hydrometeorological Monitoring Station. *2022 IEEE 7th International Energy Conference (ENERGYCON)*. (pp. 1-6). doi: 10.1109/ENERGYCON53164.2022.9830499.
26. Guide to the Global Observing System (WMO-No. 488). (2010). World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4236.
27. Explanatory circular on the WMO Quality Management Framework. (n.d.). World Meteorological Organization. http://www.bom.gov.au/wmo/quality_management/docs/QMF-circ_en.pdf.
28. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). (2018). World Meteorological Organization. https://community.wmo.int/activity-areas/imop/wmo-no_8
29. Nastanova hidrometeorolohichnym stantsiiam i postam: keriv. dokument 52.4.8.01-07 [KD 52.4.8.01-07 Instructions to hydrometeorological stations and posts], 2(1). Meteorological observations at posts. (2007).
30. Metodychni vказivky z avtomatyzovanoi obrobky i kontroliu danykh hidrometeorolohichnykh sposterezhzen [Methodical guidelines for automated processing and control of hydrometeorological observation data]. Vol. 3 Meteorological information of hydrometeorological stations and posts. (2014).
31. Provedennia paralelnykh meteorolohichnykh sposterezhzen: keriv. dokument 74.90.14-02572508-000:2015 [KD 74.90.14-02572508-000:2015 Conducting parallel meteorological observations]. (2015).
32. Spatio-temporal control of meteorological station data [Prostorovo-chasovyi kontrol danykh meteorolohichnykh sposterezhzen stantsii], Order of UkrHMTs of February 16, 2021 № NS-13/99.
33. Nastanova hidrometeorolohichnym stantsiiam y postam. (2019). Vol.: 1. Derzhavna systema hidrometeorolohichnykh sposterezhzen. Osnovni polozhennia i normatyvni dokumenty [State System of Hydrometeorological Observations. Main provisions and regulatory documents].
34. Prystupa, A., Marhasova, V., Stepenko, S., Kulko, T., Kulik, B. and Novyk, K. (2022). Optimization of Electricity Consumption for Autonomous Monitoring Station “THEOREMS Dnipro”. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. (pp. 1-6). doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916347.
35. Tao, M., Chen, X., Lin, H., Jin, Y., Shan, P., Zhao, D., Gao, M., Liang, Z., and Yang, Y. (2023). Clarifying the Temperature-Dependent Lithium Deposition/Stripping Process and the Evolution of Inactive Li in Lithium Metal Batteries. *ACS Nano*, 17(23), 24104-24114. DOI: 10.1021/acsnano.3c09120.
36. IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems – Redline. (2020). IEEE Std 937-2019 (Revision of IEEE Std 937-2007) – Redline. (pp. 1-45).
37. Fesenko, A. P., Yershov, R. D., Stepenko, S. A. (2021). Ohliad ta obruntuvannia vyboru akumuliatornykh batarei dlia avtonomnoi systemy elektrozhyvlennia na osnovi fotoelektrychnykh peretvoriuvachiv [Review and justification of the choice of batteries for an autonomous power supply system based on photovoltaic converters]. *Technical sciences and technologies – Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 1(7), 177–186. <http://tst.stu.cn.ua/article/view/105255>.

38. Zakharchenko, D., Stepenko, S. (2021). Review and justification of the choice of electricity storage devices for the operation of electric power facilities. *Technical sciences and technologies*, 4(22), 198–209. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-4\(22\)-198-209](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2020-4(22)-198-209).

Отримано 22.12.2023

UDC 621.32

Anatoliy Prystupa¹, Anatoliy Revko², Victoria Margasova³, Kateryna Novyk⁴

¹PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Head of the Electrical Engineering and Information and Measurement Technologies Department
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: anatoliy.prystupa@stu.cn.ua. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-9412-2698>

ResearcherID: F-5507-2014. **Scopus Author ID:** 57190807222

²PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Electronics, Automation, Robotics and Mechatronics Department
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: asrmeister@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6818-2961>

ResearcherID: ABA-7094-2021. **Scopus Author ID:** 57188714850

³Doctor of Economics, Professor, Vice-Rector for Research
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: viktoryamargasova@gmail.com. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8582-2158>

ResearcherID: D-3198-2015. **Scopus Author ID:** 57202906268

⁴PhD student at the Electrical Engineering and Information and Measurement Technologies Department
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: ekaterinanovik965@gmail.com. **Scopus Author ID:** 57848921200

ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR THE HYDROMETEOROLOGICAL OBSERVATION STATION

There are more and more tasks that require constant monitoring of certain parameters today. In particular, this concerns monitoring of environmental parameters, control over the state of water bodies, radiation monitoring, as well as solving security tasks of automated surveillance of a certain territory. The development of modern technologies makes it possible to use a variety of measuring equipment, video surveillance and communication equipment, and intelligent data processing and storage devices at monitoring stations. The efficiency of a monitoring station depends to a large extent on the reliability of the station's power supply system. Therefore, improving approaches to the design of the station's power supply system is an urgent task.

The issues of automated monitoring of hydrological, meteorological and environmental parameters have recently received increasing attention from both domestic and foreign scientists [1-13]. The development of renewable energy sources and semiconductor converters for its distribution among consumers within the monitoring station allows such stations to be mobile [2, 4, 6] or located in hard-to-reach places [3; 5; 8].

This paper presents the results of the authors' theoretical and experimental research into the peculiarities of creating a power supply system for the station, obtained in the course of the research project "THEOREMS-Dnipro. Transboundary Hydrometeorological and Environmental Monitoring System of Dnipro river", "Applied development of an organisational and economic mechanism for ensuring the environmental safety of water resources through automated monitoring", "Multi-agent system for the protection of critical infrastructure based on a swarm of multi-copter drones".

There is a large number of publications related to improving the accuracy of measuring equipment of observation stations [14-15], improving processing algorithms [16-17] and information transmission [18-20]. However, insufficient attention is paid to power supply systems.

However, the accuracy and reliability of the measured information and the reliability of the observation station will largely depend on the quality of the power supply for the station's equipment. In light of recent events related to the military aggression of the Russian Federation, hydrometeorological observation stations can be supplemented with video surveillance systems and become an important element in the system of ensuring the protection of certain territories. They can become even more functional if they are used as recharging stations for various types of drones. Such an expansion of the stations' functionality is not possible without a high-quality power supply system.

The purpose of the study is to analyse typical structural schemes of hydrometeorological observation stations, to investigate the operating modes of station equipment and their impact on the power supply system.

According to the type of power supply, hydrometeorological observation stations can be divided into three categories:

Stations with mains power supply is usually used for stationary devices that consume significant power.

Stations with autonomous power supply are usually powered by rechargeable batteries that are recharged from renewable energy sources.

The use of self-powered structures allows such stations to be mobile.

Combined power supply provides for the possibility of power supply both from batteries and from the stationary AC power grid.

When operating surveillance stations with autonomous or combined power supply, it is advisable to provide for the possibility of controlling the power supply of individual consumers within the station in order to change the frequency of measurements depending on the energy reserves in the batteries.

To control the output channels in the power supply system, it is necessary to provide a control module and an extensive monitoring system for both electrical parameters (currents, voltages, capacitance, resistance) and non-electrical parameters (temperature, relative humidity, light intensity, etc.).

For stand-alone and combined monitoring stations, the reliability and efficiency of the station will be largely determined by the reliable operation of the battery and the correct choice of its nominal parameters.

The charge-discharge modes of the battery are considered and the choice of its nominal capacity is substantiated.

The article presents an overview of the main structural schemes of hydrometeorological observation stations. The peculiarities of using each structural scheme are considered. The necessity of implementing a system for monitoring the electrical and non-electrical parameters of the power supply unit of an autonomous and combined observation station is substantiated. The calculation of changes in the energy of the battery is presented, on the basis of which it is possible to select the nominal capacity of the battery required for reliable and uninterrupted operation of the station.

Keywords: *power supply system; power supply unit; battery; structural diagram; modeling.*

Fig.: 4. **References:** 38.