

**Лисенко О.І.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Романюк В.А.**

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації  
імені Героїв Крут

**Гуйда О.Г.**

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

**Дворська С.В.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Осинський А.К.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## **КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЖИВУЧОСТІ БЕЗПРОВОДОВОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ**

*У статті розглянуто концептуальний підхід до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ.*

*Сформульовано ключові складники для формування концептуальних підходів до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ.*

*Проведено аналіз вихідних даних стосовно наявних безпроводових сенсорних мереж, мобільних телекомунікаційних платформ, сенсорних вузлів, Центрив управління збором інформації з елементів безпроводових сенсорних мереж, Аналіз алгоритмів керування для безпроводових сенсорних мереж та показників оцінки ефективності процесу керування мобільними телекомунікаційними платформами.*

*Розглянутий концептуальний підхід дозволяє більш ефективно використовувати технічні можливості безпроводових сенсорних мереж шляхом парировання впливу зовнішніх та внутрішніх деструктивних факторів на можливість виконувати мережею її функції за призначенням завдяки використанню мобільних телекомунікаційних платформ.*

*Показано, що комплексне застосування алгоритмів кластеризації, способів збору даних, стратегій мобільності телекомунікаційних платформ, моделей обміну даними є тими керуючими операціями, які забезпечують функціональну живучість безпроводової сенсорної мережі.*

*Запропонований концептуальний підхід є базовим теоретичним положенням, яке дозволяє ефективно розвивати та впроваджувати у реальні моніторингові системи існуючі і перспективні технологічні рішення у вигляді інтегрованого застосування безпроводових сенсорних мереж та інтелектуальних мобільних інформаційно-телекомунікаційних роботизованих платформ.*

**Ключові слова:** *безпроводові сенсорні мережі, мобільні сенсори, телекомунікаційні платформи, концептуальний підхід, математичні методи та моделі.*

**Постановка проблеми.** Управління сталим розвитком як окремих регіонів окремих країн, так і регіонів розташування усіх країн світу загалом вимагає отримання повної своєчасної і достовір-

ної інформації про процеси, що відбуваються у цих регіонах.

Сучасні технології дозволяють отримати цю інформацію в узагальненому вигляді із викорис-

танням супутникових систем спостереження. Але конкретну і детальну інформацію можливо отримати лише завдяки сенсорним мережам, які розташовані безпосередньо на об'єкті спостереження і дають детальну і, в разі необхідності, мульти-сенсорну інформацію про ситуацію на об'єктах різного просторового масштабу і просторового впливу на людей та природне середовище.

Проблема глобальної сенсоризації людської діяльності може бути вирішена завдяки використанню стаціонарних та мобільних безпроводових сенсорних мереж (БСМ).

Прикладами таких мереж можуть бути мережі глобального спостереження за процесами, що відбуваються у світовому океані або мережі спостереження та попередження про землетруси та цунами, або мережі спостереження за станом природного середовища та екологічним станом промислових зон, або за розвитком фіто- та зооценозу в заповідних зонах, або за окремими видами тварин та рослин, які віднесені до червоної книги та мешкають у важкодоступних місцях.

Особливістю такого класу БСМ є той факт, що вони складаються із сотень і тисяч вузлів із обмеженим ресурсом за енергетикою акумуляторів, обчислюваними можливостями мікропроцесорів, потужністю передавача, пропускною спроможністю каналу зв'язку тощо.

Питання раціонального споживання електроенергії вузлами стає ключовим питанням для підтримки живучості БСМ. Найявні сьогодні методи використання мобільних телекомунікаційних платформ в інтересах БСМ не розглядали їх використання для підтримки живучості мережі.

Викладанню концептуального підходу до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ і присвячена ця стаття.

**Постановка завдання.** Структура аналізу живучості БСМ полягає в дослідженні [1]:

- критичних елементів БСМ, вихід з ладу яких призводить до розпаду мережі на незв'язані сукупності частини;
- зовнішніх та внутрішніх впливів, які призводять до загублення зв'язності;
- можливостей щодо відновлюваності раціональних показників функціонування мережі;
- кількісних показників, що характеризують живучість БСМ.

**Методологія та методи.** Загальнотеоретично живучість забезпечується технологіями розпізнавання, протидії, відновлення, адаптації (інва-

ріантності та квазіінваріантності), реконструкції, реконфігурації та реорганізації.

Технологія розпізнавання кібератаки у БСМ використовує методи:

- діагностики стану елементів мережі;
- ідентифікації взаємодіючих елементів;
- оповіщення центру управління мережею про наближення до критичного стану;
- реєстрації подій в мережі та умови їх виникнення;
- аналізу моделей поведінки елементів мережі.

Технологія протидії (технологія кризисного управління) БСМ спрямована на прогнозування моменту часу переходу БСМ на режим функціонування у нештатній ситуації і використовує методи:

- обґрунтування раціональної надмірності ресурсів у мережі;
- теорії ігрових рішень для мережі;
- авторизації елементів мережі.

Технології відновлення у БСМ використовують методи оперативного відновлення функціональної живучості для передбачуваних нештатних ситуацій (методи, які дозволяють заздалегідь розробити алгоритми, за якими потрібно парувати нештатну ситуацію, яка точно ідентифікована як передбачувана).

Технології адаптації, інваріантності та квазіінваріантності у БСМ використовують методи оперативного відновлення функціональної живучості для непередбачуваних нештатних ситуацій (тобто методи, які дозволяють заздалегідь розробити алгоритми підтримання та відновлення функціональної живучості в умовах різних типів поперечної невизначеності).

Технології реорганізації, реконфігурації та реконструкції у БСМ використовують методи, які дозволяють відповідно розробити алгоритми оперативного перерозподілу функцій між елементами БСМ, перебудови структури обміну службовою та прикладною інформацією в БСМ та спланувати плавну нехтовно малу деградацію системи протягом максимального часу, коли цілі функціонування БСМ ще виконуються.

Техніко-технологічним прототипом концептуального підходу до побудови технології забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ можливо вважати підхід, який використано в технології побудови Wireless Mesh Network (WMN). Mesh-мережі за своєю структурою складаються із декількох кластерів (в загальному випадку їх кількість не обмежена). В Mesh-мережі підтриму-

ється динамічна маршрутизація трафіку між точками доступу за оптимальним (за критерієм часу) маршрутом, забезпечується функціональна живучість мережі при відмовах деяких її елементів.

Стосовно БСМ можливо стверджувати, що, базуючись на техніко-технологічному прототипі та комбінованому використанні наведених вище технологій, є можливість розробляти конкретні методики, процедури та алгоритми забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі у вигляді:

- 1) методики формулювання кількісних показників живучості;
- 2) процедури попереднього ретроспективного аналізу ситуацій втрати живучості;
- 3) алгоритмів забезпечення зв'язності;
- 4) алгоритмів забезпечення якості передачі сигналу;
- 5) алгоритмів забезпечення пропускну здатності;
- 6) алгоритмів управління взаємодією елементів БСМ.

**Виклад основного матеріалу.** Глобальна (регіональна) БСМ складається із деякої кількості мультисенсорних мобільних, квазімобільних та стаціонарних датчиків первинної інформації, тобто сенсорних вузлів. Окрім чуттєвих елементів, до складу сенсорного вузла входить блок живлення, мікропроцесор, приймально-передавальний пристрій, система забезпечення мобільності (якщо вузол є мобільним або квазімобільним).

У мікропроцесорі запрограмовані алгоритми, які дозволяють:

- зменшити енергоспоживання підсистемами сенсорного вузла;
- визначити просторові координати вузла та керувати взаємодією окремого сенсорного вузла із іншими складниками мережі;
- ідентифікувати найближче оточення;
- виконати операції щодо самоорганізації у кластері або локальній мережі із спеціальними властивостями;
- перевіряти наявність глобальної зв'язності.

Підкреслимо, що сенсорні вузли (мобільні, квазімобільні і стаціонарні) можуть бути розташовані у різних середовищах: на дні водойм; під водою; на поверхні води; на твердій поверхні; у повітрі; у космічному просторі.

Розглядається БСМ із сенсорними вузлами, що розташовані у різних середовищах.

Вважається, що функціональна живучість БСМ забезпечена, якщо періодично, через інтервал часу, відбувається передача інформації, що

зібрана із усіх сенсорів, які ще не відмовили, у центр управління.

Під впливом внутрішніх та зовнішніх збурень мережа втрачає свою цілісність, тобто розпадається на деяку кількість сукупностей сенсорних вузлів, які зберігають зв'язність лише в цій сукупності (кластері). Підкреслимо, що щільність розташування сенсорних вузлів та запас енергетичного ресурсу кожного сенсорного вузла будуть різними. Необхідно підтримати спроможність вже не цілісної мережі, а набору сенсорних сукупностей, передати усю накопичену при кінці кожного інтервалу часу  $T_0$  до центру управління.

На відміну від БСМ неперервного часу (або, як кажуть, оперативних систем чи систем реального часу), в БСМ дискретного часу (або, як кажуть, Delay Tolerant Networks) можливо використати мобільні платформи (підводні, надводні, повітряні або навіть космічні, зрозуміло, залежно від середовища розташування сенсорних вузлів БСМ) для збирання інформації та (або) відновлення зв'язності мережі і підвищення її пропускну здатності із заданою якістю передавання інформації.

Ключовими складниками для формулювання концептуальних підходів до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ є [2; 3; 4]:

1. Ідентифікація та прогнозування на один чи декілька періодів спостереження вектору стану кожного елемента БСМ (сенсорних вузлів, маршрутизаторів, шлюзів контролерів): просторових координат; залишку енергії в акумуляторній батареї; результати самоконтролю внутрішніх параметрів елементів БСМ; об'єм та важливість даних моніторингу, які очікують на передавання у наступному циклі.

2. Призначення головного вузла (вузла, який займається збором інформації із закріплених за ним на поточний цикл сенсорних вузлів).

3. Розрахунок траєкторії руху мобільної телекомунікаційної платформи для зчитування інформації з головного вузла.

Концептуальний підхід до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ передбачає, що як вихідні дані повинні бути відомі: початкова просторова структура та якісний і кількісний склад БСМ (тобто із яких елементів складається БСМ та їх технічні характеристики, включаючи і показники мобільності); алгоритм самоорганізації, визначення просторових координат, управління радіо-

технічними та телекомунікаційними параметрами елементів БСМ; технічні характеристики мобільних телекомунікаційних платформ (як ті, що складають вектор телекомунікаційних параметрів, так і ті, що складають вектор, що описує динаміку руху платформи).

Припускаємо, що безпроводовий обмін інформацією із зануреними під воду елементами БСМ реалізується завдяки акустичним сигналам, а у повітряному та космічному просторі використовуються радіотехнічні та лазерні технології передачі та приймання телекомунікаційних сигналів.

Для прийняття рішення щодо забезпечення функціональної живучості БСМ необхідно сформулювати критерій цієї функціональної живучості. Зважаючи на те, що БСМ є елементом інформаційно-керуючої системи, в якій для прийняття управлінських рішень потрібно отримувати інформацію від БСМ із періодом не більше  $T_0$ , пропонується прийняти критерій функціональної живучості БСМ у вигляді

$$\tau_{\Sigma} \leq T_0,$$

де  $\tau_{\Sigma}$  – реальний час, який витрачається на збір інформації у БСМ.

Необхідно сформулювати складники концептуального підходу до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ.

Складниками концептуального підходу будемо вважати:

1. Підхід до визначення множини точок, біля яких бажано розташовувати мобільні телекомунікаційні платформи для збору інформації із сенсорних вузлів БСМ.

2. Підхід до визначення траєкторії переміщення мобільних телекомунікаційних платформ між точками, що визначені у підході 1.

3. Підхід до вибору моделі інформаційного обміну між мобільними телекомунікаційними платформами та елементами БСМ.

Обґрунтування складників концептуального підходу базується на наступних попередніх дослідженнях: аналізі вихідних даних; аналізі алгоритмів керування для БСМ та показників оцінки ефективності процесу керування мобільними телекомунікаційними платформами.

Розглянемо попередні дослідження, які необхідно виконати для обґрунтування складників концептуального підходу до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ.

### **1. Аналіз вихідних даних стосовно наявних БСМ, мобільних телекомунікаційних платформ, сенсорних вузлів, Центрів управління збором інформації з елементів БСМ**

Виконується аналіз параметрів БСМ, сенсорних вузлів, мобільних телекомунікаційних платформ, вимог до складу та якості інформації від БСМ, а також аналіз соціо-еколого-економічних показників функціонування БСМ.

До загальних параметрів БСМ слід віднести:

– просторові розміри фізичного середовища моніторингу та його рельєф, просторовий спектр фізичних величин, які підлягають моніторингу, максимальна та мінімальна кількість сенсорних вузлів та інших елементів БСМ, що можуть бути розгорнуті на території моніторингу;

– якісний та кількісний склад антропоморфних об'єктів, що розташовані на території моніторингу;

– періодичність отримання інформації від БСМ (часовий спектр фізичних величин, які підлягають моніторингу, тобто періодична фіксація значення фізичної величини у детерміновані моменти часу, або фіксація події у випадковий неперервний момент часу та її кількісної характеристики);

– дані про початкове реальне розміщення сенсорних вузлів та інших елементів БСМ на території моніторингу та запас енергії в акумуляторах (початковий вектор стану), а також інформація про спосіб отримання даних про вектор стану елементів мережі в процесі функціонування БСМ.

До параметрів мобільних телекомунікаційних платформ слід віднести:

– тип мобільності телекомунікаційної платформи, початковий вектор її стану та процедуру визначення цього вектору стану в процесі функціонування (тобто навігаційні параметри, енергетичні та телекомунікаційні характеристики);

– спосіб отримання інформації мобільною телекомунікаційною платформою від БСМ.

До параметрів сенсорних вузлів слід віднести:

– графік роботи (спостереження, передача інформації, прийом зовнішніх сигналів, первинна обробка результатів спостереження, режим енергозберігання);

– інтенсивність та обсяг надходження службової та прикладної інформації від зовнішніх об'єктів;

– просторові характеристики системи збору інформації сенсором;

– просторові характеристики системи передачі інформації сенсором;

- кількісні показники споживання енергії відповідно до графіку роботи сенсора;
- потужність передавача із урахуванням можливості керувати цією потужністю, чуттєвість приймача сигналів, протокол інформаційного обміну каналного рівня (тобто відомості про швидкість та дальність передачі інформації);
- технічні характеристики мікропроцесора;
- протоколи обміну інформацією для різних рівнів моделі OSI;
- методи та алгоритми обміну інформацією між елементами БСМ.

До параметрів Центру управління збором інформації слід віднести:

- параметри системи керування мобільністю телекомунікаційної платформи;
- кількість мобільних телекомунікаційних платформ, яка може бути задіяна для збору інформації з БСМ;
- телекомунікаційні параметри Центру управління збором інформації;
- періодичність отримання інформації від БСМ (тобто  $T_0$ ).

## **2. Аналіз алгоритмів керування для БСМ та показників оцінки ефективності процесу керування мобільними телекомунікаційними платформами**

Для забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ необхідно створити відповідну багаторівневу взаємопідпорядковану (тобто ієрархічну) інформаційно-керуючу систему.

Інформаційно-керуюча система забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ складається із системи керування мережею (Центр керування) і систем керування відповідно мобільними телекомунікаційними платформами та елементами БСМ.

Алгоритм роботи системи керування мережею складається із взаємодіючих алгоритмів:

- телекомунікаційного обміну інформацією (службовою та прикладною, тобто моніторинговою);
- обробки інформації про стан елементів мережі та самоконтролю;
- комплексної обробки прикладної інформації (тобто моніторингової інформації, заради якої і забезпечується функціональна живучість безпроводової сенсорної мережі);
- забезпечення інклюзивно раціонального використання енергетичних ресурсів елементів БСМ;

- синтезу траєкторії руху мобільних телекомунікаційних платформ;
- організації та координації.

Алгоритм роботи системи керування мобільними телекомунікаційними платформами складається із взаємодіючих алгоритмів:

- телекомунікаційного обміну інформацією (службовою та прикладною, тобто моніторинговою);
- забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів, що знаходяться на борту телекомунікаційної платформи;
- накопичення та попередньої обробки інформації про стан елементів мережі та самоконтролю;
- попередньої обробки прикладної інформації (тобто моніторингової інформації, заради якої і забезпечується функціональна живучість безпроводової сенсорної мережі);
- стабілізації на оптимальній траєкторії руху та адаптації до конкретних умов руху.

Алгоритм роботи системи керування елементами безпроводової сенсорної мережі складається із взаємодіючих алгоритмів:

- телекомунікаційного обміну інформацією (службовою та прикладною, тобто моніторинговою);
- забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів, що знаходяться на борту сенсорного вузла (або маршрутизатора, або шлюзу, або контролера);
- первинної обробки інформації та самоконтролю;
- керування рухом (якщо елемент БСМ є мобільним чи квазімобільним).

Оцінювати ефективність функціонування БСМ як загалом, так і за умови забезпечення функціональної живучості на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ можливо по векторному критерію, до якого входять критерії оцінки технічної, економічної та екологічної ефективності.

Зупинимось лише на розгляді пріоритетних технічних показників:

- 1)  $\tau_{\Sigma}$  – реальний час, який витрачається на збір інформації у БСМ;
- 2)  $M_{TP}$  – кількість мобільних телекомунікаційних платформ;
- 3)  $n \cdot T_0$ ,  $n \in N_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$  час функціонування БСМ.

Якщо вектор керуючих змінних позначити  $U$ , амножину обмежень на керуючі змінні побудовану із врахуванням обмеження  $\tau_{\Sigma} \in [0; T_0]$ , яке кількісно характеризує забезпечення функціональної

живучості безпроводової сенсорної мережі позначити  $\Omega$ , то задача багатокритеріальної оптимізації із урахуванням вимоги забезпечення функціональної живучості набуває вигляду

$$\left[ \begin{array}{l} \tau_{\Sigma} \rightarrow \min_{U \in \Omega} \\ M_{TP} \rightarrow \min_{U \in \Omega} \\ n \cdot T_0 \rightarrow \max_{U \in \Omega} \end{array} \right].$$

Звернемо увагу на те, що  $T_0 = const$ , тобто необхідно максимізувати дискретний час  $n$ .

Впливати на  $\tau_{\Sigma}$  можливо шляхом застосування різних техніко-технологічних рішень. У цій роботі пропонується застосувати мобільні телекомунікаційні платформи.

Вектор стану технічної системи, що складається із безпроводової сенсорної мережі та мобільних телекомунікаційних платформ, вектор керуючих змінних і множина обмежень в кожному конкретному випадку буде залежати від конструктивних характеристик апаратних засобів БСМ та алгоритмічно-програмного забезпечення її функціонування, а також від тактико-технічних характеристик мобільних телекомунікаційних платформ.

Наприклад: об'єму даних моніторингу; довжини маршруту пресування мобільних і квазімобільних елементів БСМ; траєкторії руху телекомунікаційних платформ та швидкості їх руху по цих траєкторіях; швидкості обміну інформацією між елементами БСМ та телекомунікаційною платформою (залежить від MAC-протоколу, відстані між вузлами БСМ та платформою); прийомів (стратегій) побудови кластерів у БСМ та пересування в них телекомунікаційної платформи; способів керування потужністю передавачів сенсорних вузлів; об'єму службового трафіка; алгоритмів, які забезпечують скорочення часу перебування елементів БСМ у активному стані та збільшення часу перебування у режимі економії енергії, розбиття на незалежні множини вузлів, що покривають певну область моніторингу, та складання графіків моніторингу по множинах, побудови та підтримання топології і маршру-

тів передачі інформації кластерах, використання енергозберігаючих метрик для вибору головних вузлів у кластерах, керування на всіх рівнях OSI, агрегації даних моніторингу, розподілення БСМ на декілька підмереж із подальшою оптимізацією їх взаємодії із мобільною телекомунікаційною платформою тощо.

Запропонований підхід було застосовано під час побудови математичної моделі та імітаційному комп'ютерному моделюванні процесу забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання телекомунікаційних аероплатформ [4].

Результати імітаційного експерименту показали, що час функціонування БСМ (час «життя» БСМ) було збільшено на 15–17% і при цьому на 15% та 20% відповідно вдалося зменшити необхідну кількість телекомунікаційних аероплатформ та час збору інформації у БСМ.

**Висновки.** У статті розглянуто концептуальний підхід до забезпечення функціональної живучості безпроводової сенсорної мережі на основі використання мобільних телекомунікаційних платформ.

Розглянутий концептуальний підхід дозволяє більш ефективно використовувати технічні можливості безпроводових сенсорних мереж шляхом парировання впливу зовнішніх та внутрішніх деструктивних факторів на можливість виконувати мережею її функцій за призначенням завдяки використанню мобільних телекомунікаційних платформ.

Показано, що комплексне застосування алгоритмів кластеризації, способів збору даних, стратегій мобільності телекомунікаційних платформ, моделей обміну даними є тими керуючими операціями, які забезпечують функціональну живучість безпроводової сенсорної мережі.

Запропонований концептуальний підхід є базовим теоретичним положенням, яке дозволяє ефективно розвивати та впроваджувати у реальні моніторингові системи існуючі і перспективні технологічні рішення у вигляді інтегрованого застосування безпроводових сенсорних мереж та інтелектуальних мобільних інформаційно-телекомунікаційних роботизованих платформ.

#### Список літератури:

1. Марченко В.С., Яковлев С.В., Горбатчик О.С. та ін. Забезпечення функціональної безпеки критичних інформаційно-керуючих систем6 монографія / за ред. В.С. Марченка, С.В. Яковлева. Харків : Константа, 2019. 272 с. ISBN 978-966-342-415-6
2. Romaniuk V., Lysenko O., Romaniuk A., Zhuk O. Increasing the efficiency of data gathering in clustered wireless sensor networks using UAV *Information and telecommunication sciences*. 2020. Vol. 11, no. 1. С. 102–107. DOI: <https://doi.org/10.20535/2411-2976.12020.102-107>.

3. Новіков В.І., Лисенко О.І., Валуйський С.В., Гуйда О.Г. Математичні моделі, методи та алгоритми оптимізації показників функціонування безпроводових сенсорних мереж із мобільними сенсорами й телекомунікаційними аероплатформами *Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки»*. Том 31 (70) № 3. 2020. Частина 1. С. 54-64. DOI <https://doi.org/10.32838/TNU-2663-5941/2020.3-1/09>

4. Anton Romaniuk, Valery Romaniuk, Myroslav Sparavalo. Olexandr Lysenko, Olexandr Zhuk Synthesis of data collection methods by telecommunication aerial platforms in wireless sensors networks. *Problematics. Information and telecommunication sciences*. 2020. Vol. 12, no. 2. URL: <http://infotelesc.kpi.ua/article/view/221266>

**Lysenko O.I., Romaniuk V.A., Guida O.G, Dvorskaya S.V., Osinskiy A.K. CONCEPTUAL APPROACH TO SURVIVABILITY FUNCTIONAL WIRELESS SENSOR NETWORKS THROUGH THE USE OF MOBILE TELECOMMUNICATION PLATFORM**

*The article considers a conceptual approach to ensuring the functional survivability of a wireless sensor network based on the use of mobile telecommunications platforms.*

*The key components for the formation of conceptual approaches to ensuring the functional survivability of the wireless sensor network based on the use of mobile telecommunications platforms are formulated.*

*The analysis of initial data concerning existing wireless sensor networks, mobile telecommunication platforms, sensor nodes, Control centers of information collection from elements of wireless sensor networks, Analysis of control algorithms for wireless sensor networks and indicators of efficiency of process of management of mobile telecommunication platforms is carried out.*

*The considered conceptual approach allows to use more effectively technical possibilities of wireless sensor networks by fending off influence of external and internal destructive factors on an opportunity to carry out a network of its functions on purpose thanks to use of mobile telecommunication platforms.*

*It is shown that the complex application of clustering algorithms, data collection methods, mobility strategies of telecommunication platforms, data exchange models are the control operations that ensure the functional survivability of the wireless sensor network.*

*The proposed conceptual approach is a basic theoretical position that allows to effectively develop and implement in real monitoring systems existing and promising technological solutions in the form of integrated application of wireless sensor networks and intelligent mobile information and telecommunication robotic platforms.*

**Key words:** *wireless sensor networks, mobile sensors, telecommunication platforms, conceptual approach, mathematical methods and models.*