



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **124428** (13) **C2**
(51) МПК (2021.01)
G06F 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: a 2018 11295</p> <p>(22) Дата подання заявки: 16.11.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.09.2021</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.04.2019, Бюл.№ 7</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.09.2021, Бюл.№ 37</p>	<p>(72) Винахідник(и): Харченко Вячеслав Сергійович (UA), Фесенко Герман Вікторович (UA), Саченко Анатолій Олександрович (UA), Кочан Володимир Володимирович (UA), Горбенко Анатолій Вікторович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО "ХАРКІВСЬКИЙ АВІАЦІЙНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Чкалова, 17, м. Харків, 61070 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: CN 103730176 A, 16.04.2014 CN 205378122 U, 06.07.2016 CN 106251921 A, 21.12.2016 CN 107697290 A, 16.02.2018 CN 205120973 U, 30.03.2016 CN 206258414 U, 16.06.2017 CN 206740994 U, 12.12.2017 CN 207833336 U, 07.09.2018 WO 2011/048591 A1, 28.04.2011 WO 2016/174466 A2, 03.11.2016</p>
---	---

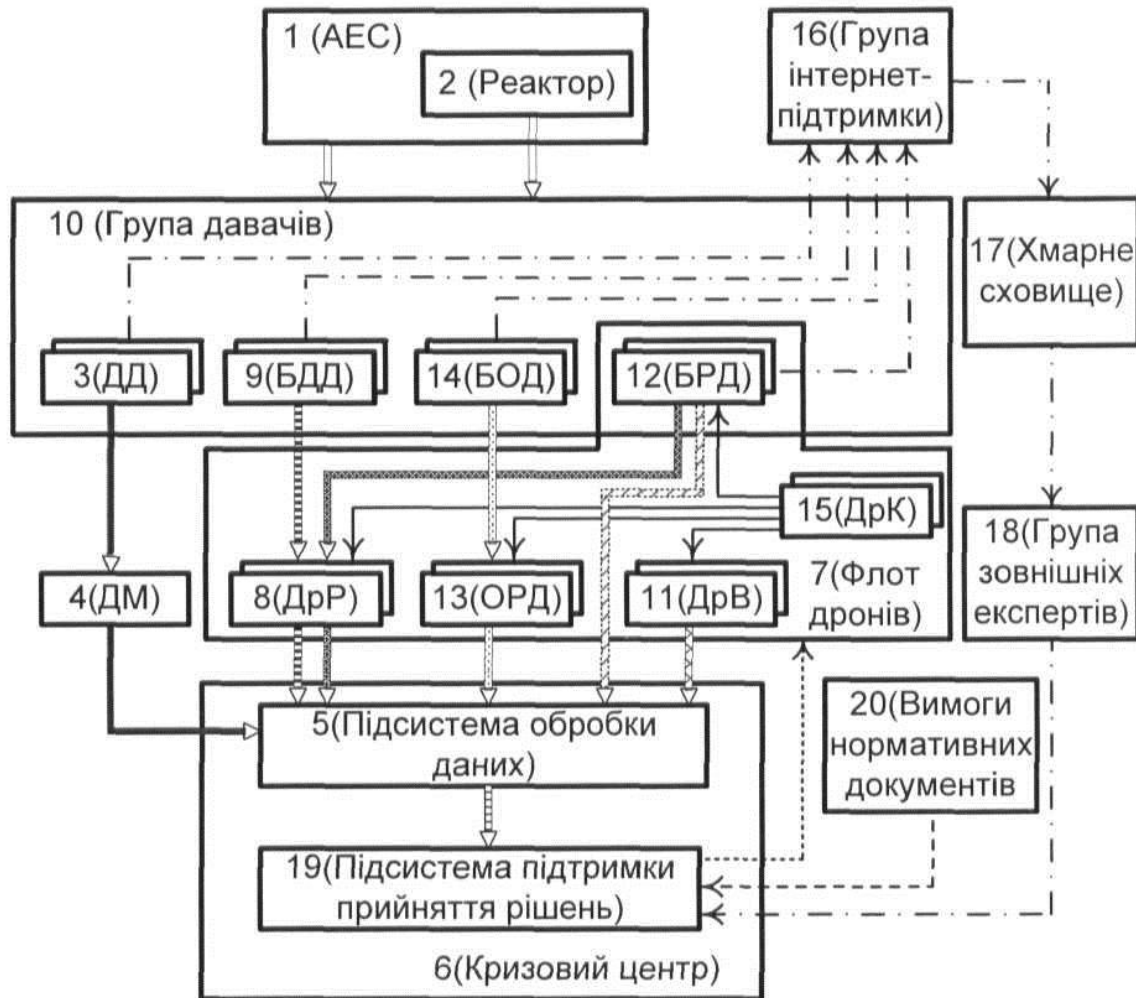
(54) СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ АВАРІЙ АЕС

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі обчислювальної техніки, зокрема стосується комп'ютерних систем і мереж, призначених для збору, передачі та обробки інформації від потенційно небезпечних об'єктів після їх аварії. Система моніторингу аварій АЕС містить дротову та бездротову мережі, за допомогою яких давачі постів контролю зв'язані з кризовим центром для передачі зібраної інформації про стан реактора та рівень радіації на території АЕС, резервні бездротові та оптико-бездротові мережі Li-Fi на базі багатофункціонального флоту дронів, групу давачів, що включає дротові, бездротові, оптико-бездротові Li-Fi та встановлені на дронах бездротові рухомі давачі. Система через групу інтернет-підтримки зв'язана з хмарним сховищем мережі Інтернет, до якого є доступ у групи зовнішніх експертів, що мають зв'язок через мережу Інтернет з підсистемою підтримки прийняття рішень кризового центру, до якого також надходить інформація з підсистеми обробки даних та інформація щодо вимог нормативних документів стосовно реагування на аварію. Вхід підсистеми обробки даних кризового центру з'єднаний з дротовими давачами за допомогою дротової мережі, з бездротовими давачами за допомогою бездротових бортових модемів через дрони-ретранслятори першої частини флоту, з відеокамерами, встановленими на другій частині флоту дронів, з рухомими давачами третьої частини флоту безпосередньо або через дрони-ретранслятори, з оптико-бездротовими давачами через мережу Li-Fi, утворювану за допомогою четвертої частини флоту дронів, а входи першої, другої, третьої та четвертої частин флоту з'єднані з керуючими дронами п'ятої частини флоту дронів, вхід флоту дронів з'єднаний з виходом підсистеми підтримки прийняття

UA 124428 C2

рішень. Технічним результатом винаходу є підвищення живучості системи моніторингу аварій на АЕС, а також достовірності інформації, що передається до кризового центру.



Фіг.

Винахід належить до галузі обчислювальної техніки, зокрема стосується комп'ютерних систем і мереж, призначених для збору, передачі та обробки інформації від потенційно небезпечних об'єктів після їх аварії.

Відома система дистанційного моніторингу параметрів АЕС з можливістю передачі інформації на віддалений комп'ютер (Remote monitoring system, патент США US7158919 B2, МПК G06F19/00 (2006.01); Заявл. 02.06.2004; Опубл. 02.01.2007), базується як на локальній системі для збору інформації про параметри АЕС, так і віддаленому комп'ютері, на який за допомогою радіо або супутникового зв'язку передається інформація з локальної системи, необхідна для прогнозування стану АЕС під час аварії за допомогою встановленої на віддаленому комп'ютері діагностичної програми.

Даній системі властива обмеженість її використання при наявності радіозавад, в умовах складного рельєфу місцевості, при втраті зв'язку з супутниками.

Відома система дистанційного моніторингу АЕС (Nuclear power plant remote monitoring system, Патент Китаю CN 103730176 А, МПК G21D 3/06, (2006.01); Заявл. 31.12.2013; Опубл. 16.04.2014), що містить дротову та бездротову мережі, за допомогою яких інформація про рівень радіації на території АЕС, зібрана на стаціонарних постах контролю радіаційної обстановки давачами, та відеоінформація про стан території АЕС зі стаціонарних модулів відеоспостереження передається до віддаленого центру, у якому черговий персонал оцінює стан на території АЕС.

Недоліками даної системи є низька живучість та достовірність одержуваної інформації.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається, є система моніторингу аварій АЕС (A nuclear accident monitoring system and emergency decision, Патент Китаю CN 205378122 U, МПК H04L 29/08, (2006.01); Заявл. 02.02.2016; Опубл. 06.07.2016), що містить дротову та бездротову мережі, за допомогою яких інформація про параметри реактора та інформація про рівень радіації на території АЕС, зібрана давачами на стаціонарних постах контролю радіаційної обстановки, та відеоінформація про стан території АЕС зі стаціонарних модулів відеоспостереження передається до кризового центру, у якому за допомогою підсистеми обробки інформації обробляється та передається до підсистеми підтримки прийняття рішень, яка формує пропозиції щодо реагування на аварію.

Недоліками даної системи є низька живучість та достовірність одержуваної інформації.

В основу винаходу поставлено задачу підвищення живучості системи моніторингу аварій АЕС та достовірності одержуваної інформації шляхом резервування інформації про аварію за рахунок створення додаткових бездротових і оптико-бездротових мереж з використанням багатофункціонального флоту дронів, а також технологій Інтернету речей та хмарного сховища.

Поставлена задача вирішується тим, що система моніторингу аварій АЕС, яка містить дротову та бездротову мережі, за допомогою яких давачі постів контролю зв'язані з кризовим центром для передачі зібраної інформації про стан реактора та рівень радіації на території АЕС, відповідно до винаходу, має резервні бездротові та оптико-бездротові мережі Li-Fi на базі багатофункціонального флоту дронів, групу давачів, що включає дротові, бездротові, оптико-бездротові Li-Fi та встановлені на дронах флоту бездротові рухомі давачі, яка через групу інтернет-підтримки зв'язана з хмарним сховищем мережі Інтернет, до якого є доступ у групи зовнішніх експертів, що мають зв'язок через мережу Інтернет з підсистемою підтримки прийняття рішень кризового центру, до якого також надходить інформація з підсистеми обробки даних та інформація щодо вимог нормативних документів стосовно реагування на аварію, причому вхід підсистеми обробки даних кризового центру з'єднаний з дротовими давачами за допомогою дротової мережі, з бездротовими давачами за допомогою бездротових бортових модемів через дрони-ретранслятори першої частини флоту, з відеокамерами, встановленими на другій частині флоту дронів, з рухомими давачами третьої частини флоту безпосередньо або через дрони-ретранслятори, з оптико-бездротовими давачами через мережу Li-Fi, утворювану за допомогою четвертої частини флоту, а входи першої, другої, третьої та четвертої частин флоту з'єднані з керуючими дронами п'ятої частини флоту дронів, вхід якого з'єднаний з виходом підсистеми підтримки прийняття рішень.

На кресленні показана запропонована система моніторингу аварій АЕС.

Вхід підсистеми обробки даних 5 кризового центру 6 з'єднаний з дротовими давачами (ДД) 3 групи давачів 10 за допомогою дротової мережі (ДМ) 4, а також з'єднаний за допомогою бездротових бортових модемів з бездротовими давачами (БДД) 9 через першу частину флоту дронів 7 - дрони-ретранслятори (ДрР) 8, з відеокамерами, встановленими на другій частині флоту дронів 7 - дронах з відеобладнанням (ДрВ) 11, з третьою частиною флоту дронів 7 - дронами (БРД) 12, що виконують функції бездротових рухомих здавачів, безпосередньо або через дрони-ретранслятори 8, з оптико-бездротовими давачами (БОД) 14 через мережу Li-Fi за

допомогою четвертої частини флоту дронів 7 - дронів (ОРД) 13, які забезпечують прямий видимий зв'язок з оптико-бездротовими давачами 14 та між собою. Входи першої 8, другої 11, третьої 12 та четвертої 13 частин флоту дронів 7 з'єднані з п'ятою частиною флоту дронів 7 - керуючими дронами (ДрК) 15.

5 Група давачів, яка містить дротові 3, бездротові 9, оптико-бездротові Li-Fi 14 та бездротові рухомі 12 давачі, через групу інтернет-підтримки 16 зв'язана з приватним хмарним сховищем 17 мережі Інтернет, до якого є доступ у групи зовнішніх експертів 18, що мають зв'язок через мережу Інтернет з підсистемою підтримки прийняття рішень 19 кризового центру 6, до якого також надходить інформація з підсистеми обробки даних 5 та інформація щодо вимог
10 нормативних документів 20 стосовно реагування на аварію.

В основному режимі роботи системи моніторингу АЕС дані про параметри реактора 2 та параметри, які характеризують радіаційну обстановку на території АЕС 1 (потужність дози гамма-випромінювання; об'ємна активність аерозолів і об'ємна активність радіонуклідів йоду в повітрі тощо) знімаються за допомогою дротових давачів 3 та передаються за допомогою
15 дротової мережі 4 до підсистеми обробки даних 5 кризового центру 6. У разі пошкодження дротової мережі 4 дрони-ретранслятори 8, які отримують дані від бездротових давачів 9 про параметри реактора 2 та параметри, які характеризують радіаційну обстановку на території АЕС 1, передають ці дані до підсистеми обробки даних 5 з використанням бездротових бортових модемів; дрони з відеобладнанням 11 здійснюють відеомоніторинг території АЕС 1 за
20 допомогою встановлених відеокамер та передають відеодані до підсистеми обробки даних 5; бездротові рухомі давачі 12 вимірюють параметри, що характеризують радіаційну обстановку на території АЕС 1 і передають дані про ці параметри до підсистеми обробки даних 5 безпосередньо або за допомогою дронів-ретрансляторів 8; рухомі давачі Li-Fi 13 отримують дані від давачів Li-Fi 14 про параметри реактора 2 та параметри, що характеризують радіаційну
25 обстановку на території АЕС 1 за допомогою прямого видимого зв'язку та передають ці дані до підсистеми обробки даних 5; керуючі дрони 15 здійснюють координацію дронів 8, 11, 12 та 13.

Група інтернет-підтримки 16 забезпечує отримання інформації від групи давачів 10 та накопичення її у захищеному приватному хмарному сховищі 17 мережі Інтернет, до якого має
30 доступ група зовнішніх експертів 18, яка аналізує інформацію, що надійшла до захищеного хмарного сховища 17, розробляє свої пропозиції і передає їх через мережу Інтернет до підсистеми підтримки прийняття рішень 19. Враховуючи вимоги нормативних документів 20, підсистема підтримки прийняття рішень 19 на підставі інформації, отриманої від підсистеми обробки даних 5 та групи зовнішніх експертів 18 з використанням операцій порівняння та аналізу формує пропозиції для прийняття рішень щодо реагування на аварію АЕС, а також
35 здійснює управління флотом дронів 7.

Перевагою запропонованої системи є багатoversійність способів отримання та передачі інформації про аварію АЕС, можливість продовжувати процес моніторингу у разі відмови дротового зв'язку та частково бездротового зв'язку за рахунок реалізації альтернативних
40 способів бездротової передачі даних, а також забезпечення за допомогою контуру Інтернету речей і створюваного захищеного хмарного сховища постійного доступу до поточної інформації представників групи зовнішніх експертів для відпрацювання та подання ними до кризового центру своїх пропозицій стосовно реагування на аварію АЕС.

Технічним результатом, що досягається, є підвищення живучості системи моніторингу аварій АЕС, а також достовірності інформації, що передається до кризового центру. Використання запропонованої системи забезпечує підвищення живучості відносно прототипу, яке описується наступними формулами:

1) імовірність безвідмовної роботи прототипу:

$$P_{\text{СМП}} = P_{\text{ДМ}} P_{\text{КЦ}}$$

де $P_{\text{ДМ}}$ - імовірність безвідмовної роботи дротової мережі;

50 $P_{\text{КЦ}}$ - імовірність безвідмовної роботи обладнання кризового центру;

2) імовірність безвідмовної роботи системи моніторингу у разі використання запропонованого способу:

$$P_{\text{СМЗ}} = P_{\text{ДМ}} P_{\text{КЦ}} + P_{\text{ФД}} (1 - P_{\text{ДМ}}) [1 - (1 - P_{\text{БДМ}})(1 - P_{\text{ОБДМ}})(1 - P_{\text{ІР}})] P_{\text{КЦ}},$$

де $P_{\text{ДМ}}$ - імовірність безвідмовної роботи дротової мережі;

55 $P_{\text{КЦ}}$ - імовірність безвідмовної роботи кризового центру;

$P_{\text{ФД}}$ - імовірність безвідмовної роботи флоту дронів;

$P_{\text{БДМ}}$ - імовірність безвідмовної роботи бездротової мережі;

$P_{\text{ОБДМ}}$ - імовірність безвідмовної роботи оптико-бездротової мережі;

$P_{\text{ІР}}$ - імовірність безвідмовної роботи контуру інтернету речей.

При $R_{дм}=0,95$; $R_{кц}=0,96$ для прототипу імовірність безвідмовної роботи системи моніторингу складає 0,912.

При $R_{дм}=0,95$; $R_{кц}=0,96$; $R_{фд}=0,97$; $R_{бдм}=0,98$; $R_{обдм}=0,98$; $R_{ір}=0,99$ для запропонованого способу імовірність безвідмовної роботи системи моніторингу складає 0,958.

5 Таким чином, зменшення імовірності відмови системи моніторингу з використанням запропонованого способу відносно прототипу $(1-P_{смп})/(1-P_{смр})$ складає 2,12 разу.

Слід відзначити, що виграш за показником живучості, який враховує можливе ураження дротової мережі внаслідок аварії, буде ще більшим. У цьому випадку для розрахунку слід імовірність безвідмовної роботи $R_{дм}$ в обох формулах замінити на імовірність її неураження $R_{дмн}$, яка може бути суттєво меншою. Наприклад, при $R_{дмн}=0,8$ маємо виграш у 5,07 разу.

10 Підвищення достовірності інформації про аварію забезпечується шляхом використання альтернативних джерел інформації, таких як вимірювання, відео та ін.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

15

Система моніторингу аварій АЕС, яка містить дротову та бездротову мережі, за допомогою яких давачі постів контролю зв'язані з кризовим центром для передачі зібраної інформації про стан реактора та рівень радіації на території АЕС, яка **відрізняється** тим, що містить резервні бездротові та оптико-бездротові мережі Li-Fi на базі багатофункціонального флоту дронів, групу давачів, що включає дротові, бездротові, оптико-бездротові Li-Fi та встановлені на дронах бездротові рухомі давачі, яка через групу інтернет-підтримки зв'язана з хмарним сховищем мережі Інтернет, до якого є доступ у групи зовнішніх експертів, що мають зв'язок через мережу Інтернет з підсистемою підтримки прийняття рішень кризового центру, до якого також надходить інформація з підсистеми обробки даних та інформація щодо вимог нормативних документів стосовно реагування на аварію, причому вхід підсистеми обробки даних кризового центру з'єднаний з дротовими давачами за допомогою дротової мережі, з бездротовими давачами за допомогою бездротових бортових модемів через дрони-ретранслятори першої частини флоту, з відеокамерами, встановленими на другій частині флоту дронів, з рухомими давачами третьої частини флоту безпосередньо або через дрони-ретранслятори, з оптико-бездротовими давачами через мережу Li-Fi, утворювану за допомогою четвертої частини флоту дронів, а входи першої, другої, третьої та четвертої частин флоту з'єднані з керуючими дронами п'ятої частини флоту дронів, вхід флоту дронів з'єднаний з виходом підсистеми підтримки прийняття рішень.

20

25

30

