



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **33189** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
H04N 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ОПТИЧНА ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНА МЕРЕЖА НА ОСНОВІ ШИННОЇ ТОПОЛОГІЇ

1

2

(21) u200802088

(22) 18.02.2008

(46) 10.06.2008, Бюл.№ 11, 2008 р.

(72) КОЖЕМ'ЯКО ВОЛОДИМИР ПРОКОПОВИЧ,  
UA, МАЛІНОВСЬКИЙ ВАДИМ ІГОРЕВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Оптична геоінформаційно-енергетична мережа на основі шинної топології, яка містить енергостанцію, електричні канали на основі металевих провідників, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення, k-регіональних мереж до складу яких входять комутатор, сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та р-користувачів ПК, яка **відрізняється** тим, що в неї введено волоконно-оптичну інформаційно-енергетичну магістральну шину передачі, що має n-інформаційно-енергетичних каналів, об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, локальні та k-магістральних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, резервну станцію безперебійного живлення та k-станцій підживлення і інформаційної регенерації, причому локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення входять до складу регіональних мереж, структура яких однакова, енергетичний вихід енергостанції підключений до енергетичного вхо-

ду центра керування та оптико-енергетичного забезпечення та до енергетичного входу резервної станції безперебійного живлення, активні інформаційно-енергетичні порти центра керування та оптико-енергетичного забезпечення утворюють початок волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі, крім того, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення через резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали підключений до станції підживлення і інформаційної регенерації, до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі паралельно підключені: магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, мережі регіонального рівня та через кожну мережу регіонального рівня і один магістральний шлюз оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини підключені станції підживлення і інформаційної регенерації, а у складі мереж регіонального рівня через комутатори до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі підключені локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, на виходи яких через електричні канали на основі металевих провідників підключено сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та користувачі ПК.

Корисна модель відноситься до області універсальних інформаційно-енергетичних систем, в основному до систем і мереж зв'язку та передачі інформації і може використовуватися в задачах інформаційно-енергетичного обміну, та швидкісної передачі інформації.

Відома електроенергетична мережа [патент України №21173, М.кл. H02J3/00 від 28.02.2000], що містить джерело змінного струм і споживача.

Недоліком цієї системи є вузька галузь застосування за рахунок того, що вона не придатна для здійснення обміну інформацією між споживачами.

(19) **UA** (11) **33189** (13) **U**

чами, а тому і для організації інформаційних мереж та систем управління з великим обсягом обороту інформації.

Відома оптоволоконна система кабельного телебачення [патент СРСР №1727211 М.кл. 5 Н04N7/18 від 15.04.1992], що містить головну станцію, магістральну розподільчу мережу, домові станції, домові розподільчі мережі, та абонентські пристрої.

Недоліком такої системи є односторонність інформаційного потоку, обумовлена тим, що інформаційний сигнал проходить в напрямку лише від головної станції до абонентського пристрою. Також недоліком такої системи є її залежність від інших систем - таких як енергетична мережа. Дана залежність обумовлена необхідністю підживлення активних елементів системи, від електричної енергетичної мережі, що призводить до збоїв зв'язку при відключенні зовнішнього живлення.

Відома одномодова двонаправлена волоконно-оптична широкопasmовая система зв'язку [патент України №56915, М.кл. Н04В10/24 від 15.05.2003, Бюл. №5, 2003р.], що містить два джерела і два приймача оптичних сигналів, два одномодових двонаправлених У-розгалужувача і одномодову одно волоконну з'єднувальну лінію.

Недоліком такої системи є неможливість енергетичного забезпечення кінцевого обладнання протилежного абонента, що обумовлює залежність останнього від місцевої електричної мережі та в свою чергу збільшує імовірність виходу з ладу встановленого зв'язку.

Відома система зв'язку [патент України №11089, М.кл. Н04В10/12 від 25.12.1996, Бюл. №4, 1996р.], яка містить фотоприймач і оптично зв'язані джерело випромінювання, розгалужувач, світловід, відбиваючий модулятор із світлопоглиначем, оптоелектричний перетворювач.

Недоліком такої системи є також неможливість енергетичного забезпечення кінцевого обладнання вузька галузь використання, зокрема у системах зв'язку з одиничним волоконно-оптичним каналом, що не зможе забезпечити зв'язок між багатьма абонентами.

Найбільш близькою до запропонованої є універсальна геоінформаційно-енергетична система [патент України №18683, М.кл. Н04N7/00 від 15.11.2006, Бюл. №11, 2006р.], що містить енергостанцію, пристрій введення відеоінформації, комутатори та з'єднання провідником із волокна у металевій оболонці, центр керування, що складається з сервера тестування, сервера дистанційного навчання, сервера документообігу, сервера бібліотечних ресурсів, сервера обробки інформації від інших пристроїв, пошукового сервера, інформаційного сервера, сервера обробки відеоінформації, сервера зберігання інформації, пристроїв введення відеоінформації, пристроїв виведення відеоінформації, центрального комутатора, який складається з комутатора керування регіональними мережами та комутатора магістралі передачі інформації від інших пристроїв, а також локальні комутатори, регіональні мережі, що містять п блоків установ, що обслуговуються, які включають сервери обробки інформації, сер-

вери обробки відеоінформації, пристрої введення-виведення відеоінформації, локальні мережі, а також центр керування регіонального рівня, що містить сервер обробки інформації, сервер зберігання інформації, сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, пристрої введення-виведення відеоінформації, при цьому сервер тестування, сервер документообігу, сервер дистанційного навчання, сервер бібліотечних ресурсів, пошуковий сервер, сервер обробки відеоінформації, сервер обробки інформації від інших пристроїв, інформаційний сервер та сервер зберігання інформації центру керування через комутатор підключені до оптоволоконної магістралі передачі інформації (до складу оптоволоконної магістралі передачі інформації входять: оптичні волокна і металеві оболонки, що їх оточують і в подальшому будуть називатися електричними каналами на основі металевих провідників) за вітками транспортного потоку, куди також підключені волокна передачі інформації від інших мереж та пристроїв магістралей передачі інформації за вітками транспортного потоку, а також підключені через комутатор сервери обробки інформації, сервери зберігання інформації, сервери обробки відеоінформації, сервери документообігу, пристрої введення та виведення відеоінформації, що входять до складу центрів керування мереж регіонального рівня, які в свою чергу через комутатор за допомогою волоконно-оптичної магістралі підключені до комутаторів п, блоків установ, що обслуговуються, а саме до серверів обробки інформації, серверів обробки відеоінформації, локальних мереж, пристроїв введення-виведення відеоінформації, при цьому магістралі передачі інформації за вітками транспортного потоку через свою металеву оболонку з'єднані з енерго-станцією.

Недоліками даної системи є велика кількість проміжних вузлів, що створює додаткове нагрівання апаратних засобів, та важкість реалізації резервних каналів, що загалом зменшує стійкість до імовірних збоїв як інформаційного, так і енергетичного забезпечення. Крім того через живлення по одній електричній лінії енергетичного каналу на великих відстанях між елементами мережі виникає значне загасання електричної енергії завдяки активним втратам у каналі на основі металеві оболонки.

В основу корисної моделі поставлена задача створення оптичної геоінформаційно-енергетичної мережі на основі шинної топології, в якій за рахунок зміни конструкції, введення нових блоків та зв'язків досягається можливість зменшення кількості проміжного обладнання та забезпечення високої стабільності у випадку збоїв в окремих сегментах цієї мережі.

Поставлена задача досягається тим, що оптична геоінформаційно-енергетична мережа на основі шинної топології містить енергостанцію, електричні канали на основі металевих провідників, центр керування, що в подальшому називається центр керування та оптико-енергетичного забезпечення, к- регіональних мереж, до складу яких входять комутатор, сервер обробки відеоін-

формації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та р-користувачів ПК, магістраль передачі, що в подальшому називається волоконно-оптична інформаційно-енергетична магістральна шина передачі, що має n-інформаційно-енергетичних каналів, об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, магістральні та локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, резервну станцію безперебійного живлення та станції підживлення і інформаційної регенерації, причому локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення входять до складу регіональних мереж, структура яких однакова, енергетичний вихід енергостанції підключений до енергетичного входу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення та до енергетичного входу резервної станції безперебійного живлення, активні інформаційно-енергетичні порти центру керування та оптико-енергетичного забезпечення утворюють початок волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі, крім того центр керування та оптико-енергетичного забезпечення через резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали підключений до станції підживлення і інформаційної регенерації, до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі паралельно підключені: магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, мережі регіонального рівня та через кожен мережу регіонального рівня і один магістральний шлюз оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини підключені станції підживлення і інформаційної регенерації, а у складі мереж регіонального рівня через комутатори до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі підключені локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, на виходи яких через електричні канали на основі металевих провідників підключаються сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та користувачі ПК.

На кресленні зображено структурну схему оптичної геоінформаційно-енергетичної системи на основі шинної топології.

Оптична геоінформаційно-енергетична система на основі шинної топології містить енергостанцію 1, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, резервну станцію безперебійного живлення 3, магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4 (4.1..4k), станції підживлення і інформаційної регенерації 5

(5.1..5k), волоконно-оптичну інформаційно-енергетичну магістральну шину передачі 6, об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 7, електричні канали на основі металевих провідників 8, резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 9, регіональні мережі 10 (10.1.. 10k), комутатори 11, локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12, сервер обробки відеоінформації 13, сервер документообігу 14, сервер тестування 15, сервер дистанційного навчання 16, пошуковий сервер 17, сервер бібліотечних ресурсів 18, сервер зберігання інформації 19, WEB-сервер 20, користувачі ПК 21. Причому комутатори 11, локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12, сервер обробки відеоінформації 13, сервер документообігу 14, сервер тестування 15, сервер дистанційного навчання 16, пошуковий сервер 17, сервер бібліотечних ресурсів 18, сервер зберігання інформації 19, WEB-сервер 20, користувачі ПК 21 входять до складу кожної з k - регіональних мереж 10 (10.1.. 10k).

Локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12 входять до складу регіональних мереж 10 (10.1..10k), структура яких однакова, енергетичний вихід енергостанції 1 підключений до енергетичного входу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через електричні канали на основі металевих провідників 8 та до енергетичного входу резервної станції безперебійного живлення 3, активні інформаційно-енергетичні порти центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 утворюють початок волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6, крім того до центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 9 підключений до станції підживлення і інформаційної регенерації 5 (5.1..5k), до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6 паралельно підключені: магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4 (4.1..4k), регіональні мережі 10 (10.1..10k) та через кожен мережу регіонального рівня 10 і один магістральний шлюз оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4 до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини 6 підключені станції підживлення і інформаційної регенерації 5, а у складі мереж регіонального рівня 10 через комутатори 11 до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6 підключені локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12, на виходи яких через електричні канали на основі металевих провідників 8 підключаються сервер обробки відеоінформації 13, сервер документообігу 14, сервер тестування 15, сервер дистанційного навчання 16, пошуковий сервер 17, сервер бібліотечних ресурсів 18, сер-

вер зберігання інформації 19, WEB-сервер 20 та користувачі ПК 21.

Енергостанція 1 є станцією, що виробляє електричну енергію для живлення всієї системи, і може бути місцевою чи центральною електро-станцією будь-якого типу з необхідною величиною вихідної електричної потужності кВт/год чи МВт/год, що розподіляється між споживачами повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи з врахування величини енергії живлення на кожного споживача та втрат при енергетично-му оптико-електронному перетворенні та додаткових втрат на елементах системи.

Резервна станція безперебійного живлення 3 являє собою набір блоків безперебійного живлення на основі акумуляторних батарей та перетворювачів рівнів напруг, що об'єднані в одну структуру і забезпечують енергетичним живленням протягом визначеного часу  $t$  (год) центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 у випадку відсутності або аварійного відключення електричного енергоживлення від енергостанції 1. Основним критерієм, що висувається до резервну станцію безперебійного живлення 2 є величина вихідної електричної потужності кВт/год чи МВт/год та час протягом якого станцію безперебійного живлення 3 може забезпечувати центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 для нормального забезпечення енергією всієї системи.

Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, який є головним елементом всієї системи, реалізує функції перетворення електричної енергії призначеної для живлення компонентів системи в оптичну у вигляді набору довжин хвиль  $\lambda_i$  з близько розташованими спектрами  $\Delta\lambda_i$  та з великою величиною густини оптичної потужності

$$\rho = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{опт.}\lambda_i}}{S_{\text{обол. волоконна}}} = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{опт.}\lambda_i}}{\pi d^2} \quad \text{в кожному із}$$

волокон. У формулі  $\rho$  - густина оптичної потужності у волокні;  $P_{\text{опт.}\lambda_i}$  - оптична потужність спектру  $\lambda_i$ -го каналу зв'язку;  $d$  - діаметр серцевини оптичного волокна;  $N$  - число каналів у оптичному волокні, організованих за принципом хвильового мультиплексування WDM (Wave Division Multiplexing) чи його різновидами DWDM (Densely Wave Division Multiplexing) або CWDM (Coarse Wave Division Multiplexing).

Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 забезпечує введення і оптимальний розподіл оптичної енергії із набору спектральних ліній у об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали. Перетворюючи електричну енергію живлення в оптичну центр керування та оптико-енергетичного забезпечення виконує функцію енергетичного оптоелектронного перетворення.

Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 є дуже складною системою, і крім функцій забезпечення і оптимального розподілу енергії у вигляді світла високої енергетичної густини виконує функції інтелектуального управління всією системою включаючи підтримку мере-

жевих протоколів передачі інформації, управління мережними вузлами, такими як віддалені локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12 і комутатори 11 та з усіма серверами 13-20 мережі і підтримку зв'язку з зовнішніми мережами, наприклад, також геоінформаційно-енергетичними системами.

Завдяки прозорості для мережних протоколів центра керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, шляхом подачі команд керування на магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4, можуть бути організовані і підтримані більшість відомих топологій зовнішніх мереж, а також легко організоване масштабування системи, шляхом нарощування систем такої ж архітектури. При виході з ладу будь-якого сегмента із-за обриву волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістралі 6, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 організовує опорні мережні сегменти по резервним об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам 9 і, тим самим, забезпечує функціонування будь-якої з віддалених регіональних мереж 10(10.1..10.k).

Магістральний 4 та локальні 12 шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення також реалізують функції енергетичного оптоелектронного перетворення. Так як різні сегменти мережі системи працюють на різних принципах енергетичного живлення: у одних - це живлення відбувається за рахунок підключення до волокна із світловими енергетичними каналами, такі наприклад як комутатор 11, а в других - живлення реалізується від загально використовуваних електричних ліній на основі металевих провідників 8, це: всі сервери 13-20 даної системи, користувачі ПК 21, а також сегменти зовнішніх інформаційних мереж, що працюють на електричних сигналах. Дані шлюзи також забезпечують вивід інформації та енергії з волоконних ліній. Вони також функціонують на основі спектрального ущільнення оптичних каналів WDM. Інформаційні частини їх виконують відповідну протокольну обробку інформації, необхідну для об'єднання різних сегментів, протоколи передачі і фізичні рівні передачі інформації в яких різні. А також виконуються перетворення оптичної енергії в електричну з великим відсотком ККД. Для конкурентоздатної повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи на основі волоконних каналів відсоток ККД енергетичного перетворення повинен бути не менше 95%. Інакше буде актуальнішим застосування геоінформаційно-енергетичних систем на основі дроту з металевою оболонкою, що зазначене у описі прототипу. Великий відсоток ККД забезпечується використанням ефективних енергетичних фото-перетворювачів (фотоприймачів для перетворення світлової енергії в електричну) з ККД  $\approx 98,5\%$ , високо енергетичних широкопasmових лазерів з ККД не менше  $\approx 97\%$ , та ефективних, тобто з найменшим відсотком оптичних втрат пасивних волоконно-оптичних елементів,

таких як оптичні комутатори, хвильові мультіплексори, розгалужувачі, тощо.

Комутатори 11 виконують функції перемикачів і організації інформаційних та енергетичних каналів між вузловими елементами системи такими як усі сервери 13-20 мережі і користувачі ПК 21. Вони повинні задовольняти дві умови: 1) бути максимально прозорими (підтримувати) для більшості відомих мережених протоколів, наприклад таким як Ethernet, Fast Ethernet та інші; 2) виконувати комутацію та перерозподіл енергетичних потоків між елементами системи згідно з командами керування, що надходять з центру керування та енергетичного забезпечення.

Станції підживлення і інформаційної регенерації 5 виконує функції підживлення енергією віддалених сегментів мережі по волоконно-оптичній інформаційно-енергетичній магістральній шині 6 та організації опорних інформаційно-енергетичних мереж, у випадку виникнення обриву чи іншого пошкодження волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини 6. А також функції регенерації форми і підсилення оптичних інформаційних сигналів. Станції підживлення і інформаційної регенерації 5, так як і резервна станція безперебійного живлення 3, є мереженими елементами, що збільшують надійність у випадку виникнення збоїв чи повного виходу з ладу окремих сегментів мережі.

Сервери 13-20, що розташовані на рознесеному геопросторі виконують функції обробки, зберігання та передачі інформації відповідно свого призначення. Завдяки використанню принципу структурованих даних, тобто коли відеоінформація обробляється сервером відеоінформації 13, документообіг реалізується за допомогою серверу документообігу 14 і т.п. досягається максимальна швидкість обробки та передачі інформації у всій системі. Це відповідає сучасним напрямкам розвитку інформаційних ресурсів, підтримці стандартів швидкісного обміну даними в таких мережах, як Інтернет (WEB 2.0), закритих корпоративних мережах, та просторово рознесених локальних мережах.

Користувачі ПК 21 являються звичайними персональними комп'ютерами чи віддаленими серверами інших мереж, що живляться від електричних каналів локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12. Інформаційні ж канали у віддалених сегментах інших мереж чи користувачів ПК 21 можуть бути як волоконно-оптичними, так і електричними в залежності від необхідної швидкості передачі інформації.

Лінії зв'язку в повністю оптичній інформаційно-енергетичній системі переважно виконані в якості об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 7 на основі спеціалізованого оптичного волокна з високим робочим параметром оптичної густини потужності  $\rho$ . Волоконно-оптичні канали можуть бути як одномодовими, так і багатомодовими, в залежності від висунутих вимог до організації зв'язку. Електричні канали на основі металевих провідників 8 використовуються в даній системі тільки на кінцевих

точках мережі системи, і призначені для узгодження з іншими мережами чи користувачами з вимогою енергії тобто електричної. Такі кінцеві елементи, як наприклад, сервери чи персональні комп'ютери користувачів передбачені для живлення від міжнародної електричної мережі ~220-230В по електричним провідникам. Резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 9 використовуються для зв'язку центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 із станціями підживлення і інформаційної регенерації 5 для підживлення віддалених регіональних мереж та аварійної переконфігурації мережі в цілому.

Оптична геоінформаційно-енергетична мережа на основі шинної топології функціонує наступним чином. Енергостанція 1 по електричними каналам на основі металевих провідників 8 забезпечує живлення резервної станції безперебійного живлення та центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, який в свою чергу перетворює електричну енергію в енергію світлового випромінювання і спрямовує її у об'єднанні волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 7 разом із оптичним інформаційним потоком, який даний центр обробляє. Резервна станція безперебійного живлення автоматично заряджає акумуляторні батареї, що знаходяться всередині її самої тобто накопичує резервний енергетичний заряд.

По принципам запитів від інших елементів системи і команд керування на мережеві елементи центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 реалізує повний контроль та обробку інформаційних ресурсів системи, включаючи інформаційні потоки від серверів 13-20, та крім того реалізує оптимальне управління розподілом оптичної енергії між всіма елементами системи. Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4, що паралельно підключені до волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6, що має 1..n – інформаційно-енергетичних каналів, яка в свою чергу підключена до кожного з комутаторів 11 регіональних мереж 10 (від 10.1 мережі до 10.k-ї) та через локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12, які підключені до власного комутатора всередині кожної з регіональних мереж 10.i зв'язується з сервером обробки відеоінформації 13, сервером документообігу 14, сервером тестування 15, сервером дистанційного навчання 16, пошуковим сервером 17, сервером бібліотечних ресурсів 18, сервером зберігання інформації 19, WEB-сервером 20 та з усіма користувачами ПК 21 та обробляє запити від них і відповідно організовує транспортні потоки як в середині системи, так і ззовні та відповідно цих запитів організовує інформаційні канали зв'язку як всередині мережі, так і з зовнішніми мережами, що можуть бути зв'язані через магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4. Таким чином будь-які структуровані дані можуть

бути оброблені та/чи передані з будь-якого ресурсу у будь-яке місце мережі. Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через волоконно-оптичну інформаційно-енергетичну магістральну шину передачі 6 за допомогою світлового випромінювання високої потужності забезпечує енергетичне живлення серверів 13-20, користувачів ПК 21 та зовнішніх елементів мережі, що можуть бути підключені через магістральні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4. Також в цьому напрямку реалізовані як прямі, так і зворотні службові інформаційні канали по об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам 7, в яких в центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 передається службова інформація мережі про стани та енергетичне живлення її елементів.

До центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через резервні об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 9 підключені станції підживлення і інформаційної регенерації 5, і при обриві волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6 за допомогою команд керування, що надходять з центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 станції підживлення і інформаційної регенерації 5 переконфігурують мережу таким чином, що інформаційно-енергетичні потоки перенаправляються до центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 обминаючи аварійні (обривані) ділянки мережі. Інакше, - при відсутності резервних об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 9 та згідно з загальновідомою теорією шинних топологій: той сегмент мережі, який залишився після обриву магістральної шини залишається повністю не працездатним разом з усіма його внутрішніми елементами. Також станції підживлення і інформаційної регенерації 5 забезпечують функції підсилення і регенерації оптичних сигналів, форма і величина амплітуди яких на великих відстанях значно спотворюються і зменшуються. Використання волоконно-оптичних регенераторів і підсилювачів амплітуди у складі станцій підживлення і інформаційної регенерації 5 дозволяє значно збільшити відстані між регіональними мережами 10.1-10.k.

Надійність роботи сегментів мережі прямо пропорційна кількості станцій підживлення і інформаційної регенерації 5.

Використання шинної топології дозволяє значно зменшити кількість проміжного обладнання між центральною і кінцевими частинами мережі, а також згідно теорії шинних топологій дозволяє значно підвищити надійність роботи як всієї мережі, так і її окремих сегментів. При виході з ладу, наприклад, одного з комутаторів 11 якоїсь одної

мережі регіонального рівня 10.i - всі інші мережі регіонального рівня 10 та зовнішні сегменти залишаються працездатними. Навіть при обриві волоконно-оптичної інформаційно-енергетичної магістральної шини передачі 6, що є основною транспортною гілкою для інформаційно-енергетичних потоків, мережа все одно залишається працездатною, так як станції підживлення і інформаційної регенерації 5 організують по резервним об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам опорну мережу і навіть ті мережі регіонального рівня 10, що опинились на границях розриву теж будуть працездатними, так як геоінформаційно-енергетична мережа буде розділена на дві окремі мережі, що будуть з'єднані до центру керування та інформаційно-енергетичного забезпечення 2. Вихід з ладу всієї системи можливий лише при умові виходу з ладу самого центру керування та інформаційно-енергетичного забезпечення 2, так як він є центральним вузлом мережі. А також повна непрацездатність можлива при аварійному чи іншому відключенні живлення відразу з енергостанції та резервної станції безперебійного живлення 3.

В середині геоінформаційно-енергетичної мережі на основі шинної топології забезпечується повністю оптичний принцип функціонування, так внутрішні зв'язки центральних елементів з волоконно-оптичною інформаційно-енергетичною магістральною шиною передачі 6 виконані у вигляді волоконно-оптичних каналів, по яким відбувається світловий інформаційно-енергетичний обмін. Завдяки передачі енергії по оптичному волокну забезпечується передача потужності живлення в середині повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи з ККД не менше 85-90%, що робить такі системи актуальними в плані енергетичного транспорту. Використання оптичної технології передачі потужності на основі WDM - ущільнення передбачає ще одну перевагу - це відсутність проміжних трансформаторів напруги, що мають місце в енергетичних системах на основі металевих дротів.

По таким зв'язкам як: енергостанції 1 з центром керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, усіх магістральних комутаторів 4, локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 12 з зовнішніми сегментами системи, користувачами ПК 21 та серверами 13-20, що виконані на основі електричних каналів на основі металевих провідників 8 відбувається інформаційно-енергетичний обмін з використанням електричного струму і інформаційних електричних сигналів. Таким чином забезпечується узгодження каналів, так як вищевказані пристрої, що зв'язані по цим каналам працюють на основі електричних сигналів і електричного живлення.

