



УКРАЇНА

(19) UA (11) 33184 (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) ПОВНІСТЮ ОПТИЧНА ГЕОІНФОРМАЦІЙНО-ЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА

1

2

(21) u200802066

(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) Повністю оптична геоінформаційно-енергетична система, яка містить енергостанцію, оптоволоконну магістраль передачі, що містить n інформаційно-енергетичних каналів, електричні канали на основі металевих провідників, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення, сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та віддалених користувачів, яка **відрізняється** тим, що в неї введено об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, магістральні та локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, маршрутизатор для зв'язку з віддаленими користувачами, перший та другий магістральні комутатори, причому енергетичний вихід енергостанції підключений до енергетичного входу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення, одна частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів якого дуплексно підключена до магістрального шлюзу оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, вихід якого через електричні канали на основі металевих провідників дуплексно зв'язаний з зовнішніми мережами, а друга частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів центру керування та оптико-енергетичного забезпечення дуплексно підключена до першого магіст-

рального комутатора, вихідні канали якого також дуплексно підключені за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів до оптоволоконної магістралі передачі, що має 1...n інформаційно-енергетичних каналів, яка, в свою чергу, дуплексно підключена до серверу обробки відеоінформації, серверу документообігу, серверу тестування, серверу дистанційного навчання, пошукового серверу, серверу бібліотечних ресурсів, серверу зберігання інформації та WEB-серверу через локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, причому на кожний сервер - свій шлюз і вихідні канали шлюзів підключені до серверів за допомогою електричних каналів на основі металевих провідників, а також, оптоволоконна магістраль передачі дуплексно підключена до другого магістрального комутатора, виходи якого підключені до маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів, а інші виходи з маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами дуплексно підключені до локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення по об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналах, виходи локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення по електричних каналах на основі металевих провідників дуплексно підключені до віддалених користувачів, крім того сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та віддалені користувачі знаходяться на просторово рознесеному геопросторі.

Корисна модель відноситься до області універсальних інформаційно-енергетичних систем, в основному до систем зв'язку та передачі інформації і може знайти використання в задачах тестування, дистанційного навчання, проведення телеконференцій, ведення документообігу та інших задачах інформаційно-енергетичного обміну, де основним критерієм якості є висока швидкість пе-

редачі інформації та автономність інформаційно-енергетичних ресурсів.

Відома електроенергетична мережа [патент України №21173, М. кл. H02J3/00 від 28.02.2000], що містить джерело змінного струму 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) 33184 (13) U

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 збільшує імовірність збою передачі інформації при відключення живлення.

Відома одномодова двонаправлена широко-смугова система зв'язку [патент України №56915, М. кл. Н04В10/24 від 15.05.2003, Бюл. N5, 2003р.], що містить два джерела і два приймача оптичних сигналів, два одномодових двонаправлених У-розгалужувача і одномодову одноволоконну 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.

Найбільш близькою до запропонованої є універсальна геоінформаційно-енергетична мережа [патент України №18683, М. кл. Н04N7/00 від 15.11.2006, Бюл. N11, 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 n блоків установ, що обслуговуються, які включають сервери обробки інформації, сервери 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 оптово-

локонної магістралі передачі інформації 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 n, 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 енергостанцією.

Недоліками даної мережі є визначеність внутрішніх зв'язків та велика кількість проміжних вузлів, що призводить до значного ускладнення можливостей розширення такої мережі тобто обмеження кількості можливих топологій та кінцевих пристроїв, що можуть бути підключені. Також завдяки живленню по одній електричній лінії енергетичного каналу, завдяки просторовому рознесенню інформаційних ресурсів на значні відстані виникає значне загасання електричної енергії в енергетичному каналі на основі металеві оболонки, що призводить до значних втрат при передачі електроенергії на значні відстані.

В основу корисної моделі поставлена задача створення повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи, на основі якої можливою є побудова масштабованих та максимально стандартизованих універсальних глобальних геоінформаційно-енергетичних мереж, що можуть бути сконфігуровані у різні топології. Причому енергетичні канали поєднані з інформаційними в одному волокні і виконані на основі принципів оптичної передачі потужностей по волоконно-оптичним каналам, що дозволяє значно збільшити ефективність передачі енергії та одночасно зменшити габарити і вагу комунікаційних ліній.

Таким чином, у розглянутій повністю оптичній геоінформаційно-енергетичній системі, що заявляється, досягається можливість легкого розширення, за рахунок підключення до сегментів інших інформаційних систем і мереж, гнучкість топології за рахунок переконфігурації чи об'єднання у окремі сегменти таких систем через магістральні шлюзи, а також підтримка інших типів мереж, за рахунок прозорості протоколів, що можуть бути використані в даній системі. Завдяки дуплексній реалізації інформаційних каналів забезпечуються режими контролю елементів системи по зворотнім каналам. Також забезпечується передача енергії живлення всім елементам системи по волоконно-оптичним каналам з малим відсотком втрат.

Поставлена задача досягається тим, що повністю оптична геоінформаційно-енергетична система містить енергостанцію, оптоволоконну магістраль передачі, що містить n-інформаційно-енергетичних каналів, електричні канали на основі металевих провідників, центр керування, що в по-

дальшому називається центр керування та оптико-енергетичного забезпечення, сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та віддалених користувачів, а також об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали, магістральні та локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, маршрутизатор для зв'язку з віддаленими користувачами, перший та другий магістральні комутатори, причому енергетичний вихід енергостанції підключений до енергетичного входу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення, одна частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів якого дуплексно підключена до магістрального шлюзу оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, вихід якого через електричні канали на основі металевих провідників дуплексно підключений до зовнішніх мереж, а друга частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів центру керування та оптико-енергетичного забезпечення дуплексно підключена до першого магістрального комутатора вихідні канали якого також дуплексно підключені за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів до оптоволоконної магістралі передачі, що має l..n -інформаційно-енергетичних каналів, яка в свою чергу дуплексно підключена до серверу обробки відеоінформації, серверу документообігу, серверу тестування, серверу дистанційного навчання, пошукового серверу, серверу бібліотечних ресурсів, серверу зберігання інформації та WEB-серверу через локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення, причому на кожний - сервер свій шлюз і вихідні канали шлюзів підключені до серверів за допомогою електричних каналів на основі металевих провідників, а також, оптоволоконна магістраль передачі дуплексно підключена до другого магістрального комутатора виходи якого під'єднуються до маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів, а інші виходи з маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами дуплексно підключені до локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення по об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам, виходи локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення по електричним каналам на основі металевих провідників дуплексно підключаються до віддалених користувачів, крім того сервер обробки відеоінформації, сервер документообігу, сервер тестування, сервер дистанційного навчання, пошуковий сервер, сервер бібліотечних ресурсів, сервер зберігання інформації, WEB-сервер та віддалені користувачі знаходяться на просторово рознесеному геопросторі.

На Фіг.1 зображено структурну схему повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи.

На Фіг.2 зображено схему принципу реалізації об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-

енергетичних каналів на основі технології хвильового мультиплексування WDM.

Повністю оптична геоінформаційно-енергетична система містить енергостанцію 1, оптоволоконну магістраль передачі 15, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, сервер обробки відеоінформації 6, сервер документообігу 7, сервер тестування 8, сервер дистанційного навчання 9, пошуковий сервер 10, сервер бібліотечних ресурсів 11, сервер зберігання інформації 13, WEB-сервер 12 та віддалених користувачів 16, а також об'єднані волоконно-оптичні інформаційно-енергетичні канали 17, електричні канали на основі металевих провідників 18, магістральний шлюз оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 3 та локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4, перший 4.1 та другий 4.2 магістральні комутатори, маршрутизатор для зв'язку з віддаленими користувачами 5. Причому, енергетичний вихід енергостанції 1 підключений до енергетичного входу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, одна частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 17 якого дуплексно підключена до магістрального шлюзу оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 3, вихід якого через електричні канали на основі металевих провідників 18 дуплексно зв'язаний з зовнішніми мережами, а друга частина об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 17 центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 дуплексно підключена до першого магістрального комутатора 4.1 вихідні канали якого також дуплексно підключені за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 17 до оптоволоконної магістралі передачі 15, що має l..n -інформаційно-енергетичних каналів, яка в свою чергу дуплексно підключена до серверу обробки відеоінформації 6, серверу документообігу 7, серверу тестування 8, серверу дистанційного навчання 9, пошукового серверу 10, серверу бібліотечних ресурсів 11, серверу зберігання інформації 13 та WEB-серверу 12 через локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4, причому на кожний - сервер свій шлюз і вихідні канали шлюзів підключені до серверів 6-13 за допомогою електричних каналів на основі металевих провідників 18, а також, оптоволоконна магістраль передачі 15 дуплексно підключена до другого магістрального комутатора 4.2, виходи якого під'єднуються до маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами 5 за допомогою об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 17, а інші виходи з маршрутизатора для зв'язку з віддаленими користувачами 5 дуплексно підключаються до локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4 по об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам 17, виходи локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 4 по електричним каналам на основі металевих провідників 18 дуплексно підключаються до віддалених користувачів 16, крім того сервер

обробки відеоінформації 6, сервер документообігу 7, сервер тестування 8, сервер дистанційного навчання 9, пошуковий сервер 10, сервер бібліотечних ресурсів 11, сервер зберігання інформації 13, WEB-сервер 12 та віддалені користувачі 16 знаходяться на просторово рознесеному геопросторі і не входять до складу центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2.

Енергостанція 1 являється станцією що виробляє електричну енергію для живлення всієї системи, і може бути місцевою чи центральною електростанцією 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 енергетичному оптико-електронному перетворенні та додаткових втрат на елементах 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 λ_i з близько розташованими спектрами $\lambda_{\Delta i}$, та з великою величиною густини оптичної потужності

$$\rho = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{опт.}\lambda_i}}{S_{\text{обол.волокна}}} = \sum_{i=1}^N \frac{P_{\text{опт.}\lambda_i}}{\pi d^2}$$

в волокон. У формулі: ρ -густина оптичної потужності у волокні; $P_{\text{опт.}\lambda_i}$ - оптична потужність спектру λ_i і-го каналу зв'язку; d -діаметр сердцевини оптичного волокна; N - число каналів у оптичному волокні, організованих за принципом хвильового мультиплексування. 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. Крім того на оптичних портах в центрі керування та оптико-енергетичного забезпечення забезпечується відома у волоконній оптиці технологія хвильового мультиплексування довжин хвиль WDM (Wave Division Multiplexing), що дає змогу змішати енергетичні канали з інформаційними у одному волокні (див. Фіг.2), що і є основною перевагою даної геоінформаційно-енергетичної системи. Іншими словами перетворюючи електричну енергію живлення в оптичну центр керування та оптико-енергетичного забезпечення виконує функцію енергетичного оптоелектронного перетворення. Слід зазначити що на оптичних портах центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 може використовуватись два види технології WDM.

Перша - це технологія щільного хвильового мультиплексування DWDM (Densely Wave Division Multiplexing), що обумовлює розміщення світлових спектрів у волокні з відстанню між спектральними смугами менше за 2нм. Використання цього методу значно підвищує функціональність геоінформаційно-енергетичної системи, зокрема може бути підвищена N -кількість інформаційно-енергетичних каналів і збільшене число користувачів та збільшена масштабованість системи. Але використання DWDM призводить до значного підвищення варто-

сті апаратного забезпечення, що є загальновідомим фактом, а також до підвищення негативного впливу нелінійних оптичних ефектів у волокні, завдяки зменшенню відстані між спектрами каналів. Слід зазначити, що ці нелінійні ефекти у оптичному волокні (ефект чотирьох хвильового змішування, розсіювання та інші) вносять суттєвий вплив починаючи з величини оптичної потужності рівної 10Вт.

Другим видом технології WDM є технологія грубого хвильового мультиплексування CWDM (Coarse Wave Division Multiplexing), що обумовлена мінімально допустимою відстанню між світловими спектрами у волокні не менше за 2нм. Дана технологія є дешевшою у аспекті апаратної реалізації, але кількість інформаційно-енергетичних каналів буде значно меншою ніж у першому випадку.

Реалізація енергетичних каналів по оптичному волокну є однонаправленою, тобто від центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 до кінцевих елементів даної системи включаючи віддалених користувачів 16 і кінцеві елементи інших мереж. Це вдвічі спрощує апаратне виконання оптичних енергетичних трактів системи, тобто енергетичні джерела світлового випромінювання, такі як потужні лазери потрібно встановлювати лише у центрі керування та оптико-енергетичного забезпечення 2.

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 мережевих протоколів передачі інформації, управління мережними вузлами, такими як локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення і магістральні комутатори 4.1, 4.2, магістральний маршрутизатор для зв'язку з віддаленими абонентами 5 і забезпечує мережений зв'язок з всіма серверами 6-13 мережі і підтримку зв'язку з зовнішніми мережами, наприклад також геоінформаційно-енергетичними системами. Завдяки прозорості для мережених протоколів центра керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, шляхом подачі команд керування на магістральний шлюз оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 3, можуть бути організовані і підтримані більшість відомих топологій зовнішніх мереж, а також легко організоване масштабування системи, шляхом нарощування систем такої ж архітектури.

Такі елементи системи як магістральний 3 та локальні 14 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, це - магістральні комутатори 4.1 і 4.2 та власне і самі локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14, а в других - живлення реалізується від загально використовуваних електричних ліній на основі металевих провідників 18, це: всі

сервери 6-13 даної системи, віддалені користувачі 16, а також сегменти зовнішніх інформаційних мереж, що працюють на електричних сигналах.

Магістральний 3 та локальні 14 шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 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 виконують 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. Великий відсоток ККД забезпечується використанням ефективних енергетичних фотоперетворювачів (фотоприймачів для перетворення світлової енергії в електричну) з ККД $\approx 98,5\%$, високо енергетичних широкосмугових лазерів з ККД не менше $\approx 97\%$, та ефективних, тобто з найменшим відсотком оптичних втрат пасивних волоконно-оптичних елементів, таких як оптичні комутатори, хвильові мультиплексори, розгалужувачі, тощо.

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 методу WDM - ущільнення передбачає ще одну перевагу - це відсутність проміжних трансформаторів напруги, що мають місце в енергетичних системах на основі металевих дротів.

Як вже зазначалося, що реалізація енергетичних каналів по оптичному волокну є однонаправленою, ця обставина також спрощує апаратну побудову магістральний 3 та локальні 14 шлюзи. При відсутності потужних лазерних випромінювачів що потребуються систем охолодження, пуску, управління і займають багато місця, габарити вищезначених шлюзів не є значно великими, що дозволяє розмішувати їх у середині будівель. Габарити фотоперетворювачів енергії, що знаходяться у шлюзах 3 та 14 також не є значними.

Магістральні комутатори 4 виконують функції перемикачів і організації інформаційних та енергетичних каналів між вузловими елементами системи. 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.

Магістральний маршрутизатор 5 виконує функцію організації транспортних маршрутів інформаційно-енергетичних потоків у відповідності з командами керування із центру керування та

енергетичного забезпечення 2 та запитами з віддалених сегментів зовнішніх мереж та віддалених користувачів 16.

Сервери системи 6-13, 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, документообіг реалізується за допомогою серверу документообігу 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.

Віддалені користувачі 16 являються звичайними персональними комп'ютерами чи віддаленими серверами інших мереж, що живляться від електричних каналів локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14. Інформаційні ж канали у віддалених сегментах інших мереж чи віддалених користувачів 16 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 17 на основі спеціалізованого оптичного волокна з високим робочим параметром оптичної густини потужності р. 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 18 використовуються в даній системі тільки на кінцевих точках мережі системи, і призначені для узгодження з іншими мережами чи користувачами за видом робочої енергії тобто електричної. Такі кінцеві елементи наприклад як сервери чи персональні комп'ютери користувачів передбачені для живлення від міжнародної електричної мережі $\sim 220-230\text{В}$ по електричним провідникам.

Повністю оптична геоінформаційно-енергетична система функціонує наступним чином. Енергостанція 1 по електричним каналам на основі металевих провідників 18 забезпечує живлення 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-оптичних інформаційно-енергетичні канали 17 разом із оптичним інформаційним потоком, який даний центр обробляє. По принципам запитів від інших елементів системи і команд керування на ці елементи центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 реалізує повний контроль та обробку інформаційних ресурсів системи, включаючи інформаційні потоки від серверів 6-13, та крім того реалізує оптимальне управління розподілом оптичної енергії між всіма елементами системи. Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 через перший магістральний комутатор 4.1, що

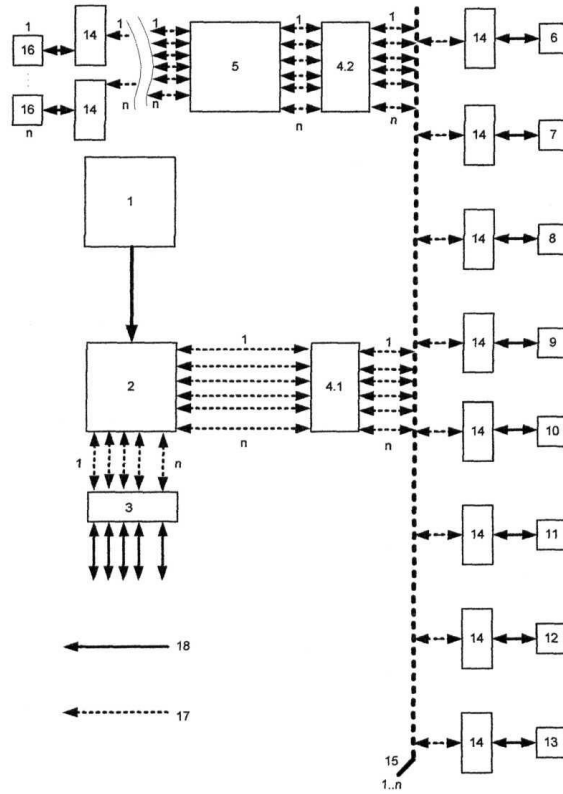
підключений до оптоволоконної магістралі передачі 15, що має 1..n - інформаційно-енергетичних каналів та локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14 зв'язується з сервером обробки відеоінформації 6, сервером документообігу 7, сервером тестування 8, сервером дистанційного навчання 9, пошуковим сервером 10, сервером бібліотечних ресурсів 11, сервером зберігання інформації 13, WEB-сервером 12 та обробляє запити від них і відповідно організовує транспортні потоки як в середині системи та ззовні та часткову обробку структурованих даних з цих серверів, а також забезпечує енергетичне живлення серверів 6-13. Також в цьому напрямку реалізовані як прямі так і зворотні службові інформаційні канали по об'єднаним волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам 17, в яких в центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 передається інформація про стани та енергетичне живлення елементів системи. Через перший магістральний комутатор 4.1, та оптоволоконну магістраль передачі 15 що підключена до нього, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 зв'язується через другий магістральний комутатор 4.2 та маршрутизатор для зв'язку з віддаленими користувачами 5 з віддаленими сегментами мережі та віддаленими користувачами 16 та також організовує обробку інформації від останніх та організацію каналів зв'язку. Інформація що прийшла від віддалених користувачів 16 відповідним чином обробляється і направляється на необхідні сервери і навпаки. Також через перший магістральний комутатор 4.1, та оптоволоконну магістраль передачі 15 що підключена до нього, центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 передає світлові енергетичні потоки через другий магістральний комутатор 4.2 та маршрутизатор для зв'язку з віддаленими користувачами 5 і локальні шлюзи оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14 на віддалені сегментами мережі та віддаленим користувачам 16 для забезпечення живлення останніх. Через зворотні інформаційні канали передається службова інформація відповідно протоколів про стани цих сегментів і рівні їх енергетичного забезпечення. Центр керування та оптико-енергетичного забезпечення 2 підключений до магістрального шлюзу оптико-електричного

інформаційно-енергетичного перетворення 3, який забезпечує живлення і інформаційний обмін зовнішніх мереж, які можуть бути підключені, наприклад, такі як глобальна інформаційно-енергетична мережа, локальні чи закриті корпоративні мережі.

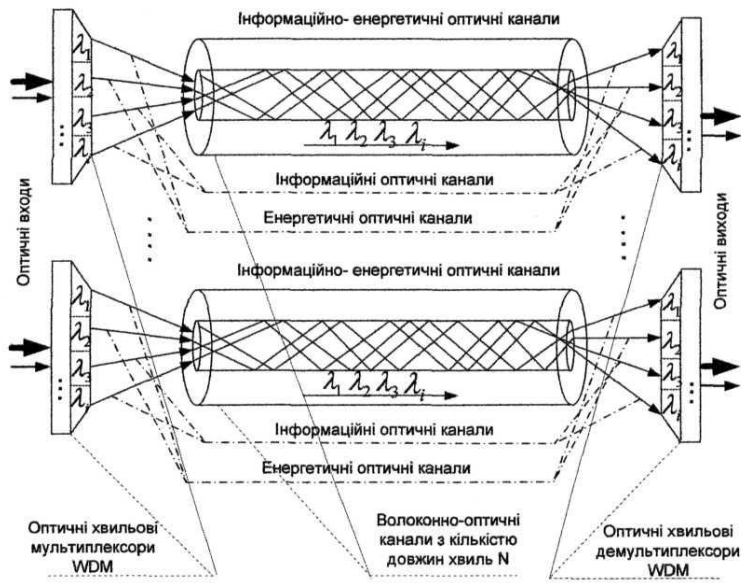
Центральні внутрішні зв'язки повністю оптичної геоінформаційно-енергетичної системи, тобто зв'язки центру керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, з обома магістральними комутаторами 4.1, 4.2, оптоволоконною магістраллю передачі 15, з усіма локальними шлюзами оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14, з маршрутизатором для зв'язку з віддаленими користувачами 5, з магістрального шлюзу оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 3 виконані на основі об'єднаних волоконно-оптичних інформаційно-енергетичних каналів 17, що мають розмірність 1..n - інформаційно-енергетичних каналів. Таким чином між цими елементами забезпечується інформаційно-енергетичний обмін шляхом передачі світлових потоків на різних частотах для різних каналів, тобто в середині геоінформаційно-енергетичної системи забезпечується повністю оптичний принцип функціонування.

Такі зв'язки як: енергостанції 1 з центром керування та оптико-енергетичного забезпечення 2, усіх локальних шлюзів оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 14 та магістрального шлюзу оптико-електричного інформаційно-енергетичного перетворення 3 з зовнішніми сегментами системи, віддаленими користувачами 16 та серверами 6-13 виконані на основі електричних каналів на основі металевих провідників 18. Таким чином забезпечується узгодження каналів, так як вищезазначені пристрої працюють на основі електричних сигналів і електричного живлення.

Побудована за таким принципом повністю оптична геоінформаційно-енергетична система завдяки принципу структуровано – розміщеної інформації і просторово-рознесеним апаратним ресурсам, що з'єднуються між собою по волоконно-оптичним інформаційно-енергетичним каналам є універсальною, легко масштабованою, та високошвидкісною, а також стандартизованою для поєднання з аналогічними системами схожого типу та інформаційними мережами.



Фіг.1



Фіг.2