



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **55488** (13) **U**  
(51) **МПК (2009)**  
**H04B 7/00**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) ДВОНАПРАВЛЕНИЙ АДАПТИВНИЙ ВІДКРИТИЙ ОПТИЧНИЙ КАНАЛ

1

2

(21) u201008543

(22) 08.07.2010

(24) 10.12.2010

(46) 10.12.2010, Бюл.№ 23, 2010 р.

(72) МАЛІНОВСЬКИЙ ВАДИМ ІГОРЕВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Двонаправлений адаптивний відкритий оптичний канал, який містить на передавальній станції лазерний випромінювач, послідовно з'єднаний з ним блок модулятора, перший вхід якого є інформаційним, причому другий вхід останнього підключений до генератора проміжної частоти, а на приймальній станції фотодетектор, що з'єднаний з першим виходом блока ширококутового підсилювача, вихід якого послідовно з'єднаний з смуговим фільтром та блоком демодуляції і проміжного підсилення, вихід якого є інформаційним, приймальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації на передавальній станції, передавальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації на приймальній станції, вихід якого послідовно з'єднаний з процесорним блоком керування потужністю передачі, вихід якого з'єднаний з третім входом блока модулятора, послідовно з'єднані з першим входом блока модулятора, блок шифрування і попереднього підсилення та блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом, вхід якого є входом передавальної станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вихід лазерного випромінювача з'єднаний з входом оптичної системи передавальної станції, а на приймальній станції вхід передавального блока з'єднано з процесорним блоком аналізу рівня оптичного сигналу, вхід якого послідовно з'єднано з компаратором та другим виходом блока ширококутового підсилювача, причому перший вихід останнього послідовно з'єднаний з входом смугового фільтра, який послідовно з'єднаний з блоком демодуляції та проміжного підсилення, блоком дешифрування та блоком узгодження з зовнішнім інтерфейсом, вихід якого є виходом приймальної станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вхід фотодетектора з'єднаний з виходом оптичної системи приймальної станції, причому блок ширококутового підсилювача на приймальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку включає в себе відокремлювач корис-

ного сигналу від проміжної частоти та має два входи та два виходи, а на передавальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку блок модулятора включає в себе вбудований змішувач з проміжною частотою та має три входи та один вихід, який відрізняється тим, що як зворотний канал передачі інформації застосовано відкритий оптичний канал передачі інформації, як лазерні випромінювачі в основному і зворотному оптичних каналах передачі інформації застосовано лазерні випромінювачі на основі високошвидкісних напівпровідникових лазерів, а як фотодетектори основного і зворотного оптичних каналів передачі інформації - фотодетектори на основі високошвидкісних фотодіодів, передавальний блок основного оптичного каналу передачі інформації і приймальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації, а також приймальний блок основного оптичного каналу передачі інформації і передавальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації конструктивно виконані у вигляді одного оптичного вузла, який містить першу світлодіодильну пластину - на передавальній станції основного каналу і другу світлодіодильну пластину - на приймальній станції основного каналу, які призначені для розподілу основного і зворотного оптичних потоків з коефіцієнтом поділу  $0,1 < K < 0,5$ , причому перша і друга світлодіодильні пластини, лазерний випромінювач основного оптичного каналу передачі інформації і фотоприймач зворотного оптичного каналу передачі інформації, а також випромінювач зворотного оптичного каналу передачі інформації і фотодетектор основного оптичного каналу передачі інформації є оптично пов'язаними між собою, крім того перед фотодетектором зворотного оптичного каналу передачі інформації встановлено перший поляризатор, а перед фотодетектором основного оптичного каналу передачі інформації встановлено другий поляризатор, кути між площинами поляризації першого та другого поляризаторів та кути поляризації випромінювання основного і зворотного оптичних каналів передачі інформації становлять  $\alpha = 0^\circ \pm 20^\circ$  або  $90^\circ \pm 20^\circ$ , причому перший та другий поляризатори є також оптично пов'язаними з фотодетекторами і лазерними випромінювачами відповідних каналів.

(13) **U**

(11) **55488**

(19) **UA**

Корисна модель відноситься до галузі високошвидкісних систем безпроводної передачі інформації і може використовуватись при побудові комп'ютерних мереж та організації високошвидкісного зв'язку в інформаційно-вимірjuвальних системах на відстані до 10км.

Відомий пристрій для передачі і прийому інформації по оптичному каналу [А.С. СРСР №1380582 А1, М. кл. Н 04 В 9/00, опубл. 07.09.91, бюл. №33], що базується на використанні дуплексного або окремого каналу зв'язку для передачі інформації по відкритому оптичному каналу, який містить на передавальній стороні джерело випромінювання, світлоподільник, змішувач, два інформаційних канали, контрольний фотоприймач сигналів синхронізації, формувач інформаційного сигналу та чотири елементи зсуву. На приймальній стороні аналізатор, два фотоприймача, два елемента затримки, обчислюючий блок та два блоки виділення інформаційних сигналів.

Недоліками цього пристрою є стала величина оптичної потужності випромінювання джерела та використання в схемі елементів затримки та інерційних джерел та приймачів випромінювання, що зменшує швидкодію, яка обмежена величиною затримки та відсутність можливості адаптації до змінних умов середовища відкритого каналу шляхом варіації робочої оптичної потужності основного інформаційного каналу, а також відсутність дуплексної (двонаправленої) передачі інформації.

Відомий пристрій оптичної лінії зв'язку [А.С. СРСР, №1779292, М. кл. Н 04 В 10/00, опубл. 08.01.90, б. №44, 1990], який містить на передавальній стороні лазерний генератор та фазовий модулятор, вхід якого є інформаційним, а на приймальній стороні послідовно з'єднаний оптичний відгалуджувач, перший фотодетектор, перший широкосмуговий підсилювач, смуговий фільтр, обчислюючий блок, перемножувач і фільтр нижніх частот, а також місцевий лазерний генератор і послідовно з'єднані другий фотодетектор, другий широкосмуговий підсилювач, і елемент затримки, вихід якого з'єднаний з другим входом перемножувача. Вихід місцевого лазерного генератора з'єднаний з другим входом оптичного відгалуджувача, другий вихід якого з'єднаний з входом другого фотодетектора. Вихід обчислюючого блоку є виходом лінії передачі. На передавальній стороні введені послідовно з'єднані відгалуджувач сигналів, блок перетворення оптичної частоти і оптичний суматор, генератор проміжної частоти, причому другий вихід відгалуджувача сигналів з'єднаний з входом фазового модулятора, вихід якого з'єднаний з другим входом оптичного суматора. Вихід генератора проміжної частоти з'єднаний з другим входом блоку перетворення оптичної частоти, вихід лазерного генератора з'єднаний з входом відгалуджувача сигналів. А на приймальній стороні введені послідовно з'єднані підсилювач проміжної частоти, фазовий детектор, другий фільтр нижніх частот та генератор проміжної частоти, послідовно з'єднані фільтр верхніх частот і суматор, вихід другого широкосмугового підсилювача з'єднаний з входом під-

силювача проміжної частоти, вихід генератора проміжної частоти з'єднаний з другим входом фазового детектора, вихід якого з'єднаний з входом фільтра верхніх частот. Вихід першого фільтру нижніх частот з'єднаний з другим входом суматора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом місцевого лазерного генератора.

Недоліками пристрою є вузькі функціональні можливості зокрема відсутність можливості адаптації до умов середовища передавання та відносно низька швидкість передачі інформації, яка обумовлена використанням інерційних оптичних джерел і приймачів випромінювання, а також відсутність дуплексної (двонаправленої) передачі інформації.

Найбільш близьким до запропонованого є атмосферна лазерна лінія зв'язку [Патент України №17681, М. кл. Н 04 В 7/00, опубл. 16.10.2006, Бюл. № 10], яка містить на передавальній станції лазерний випромінювач, послідовно з'єднаний з ним блок модулятора, перший вхід якого є інформаційним, причому другий вхід останнього підключений до генератора проміжної частоти, а на приймальній станції фотодетектор, що з'єднаний з першим входом блоку широкосмугового підсилювача, вихід якого послідовно з'єднаний з смуговим фільтром та блоком демодуляції і проміжного підсилення вихід якого є інформаційним, а також містить зворотній інформаційний канал НВЧ-радіодіапазону у вигляді приймальної антени направленої дії з коефіцієнтом розбіжності променів  $\alpha \leq 10^{-2}$  рад (в подальшому приймальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації) яка розміщена на передавальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вихід приймального блоку зворотного інформаційного каналу послідовно з'єднаний з процесорним блоком керування потужністю передачі, вихід якого з'єднаний з третім входом блоку модулятора, послідовно з'єднані з першим входом блоку модулятора, блок шифрування і попереднього підсилення та блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом, вхід якого є входом передавальної станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вихід лазерного випромінювача з'єднаний з входом оптичної системи передавальної станції, а на приймальній станції пристрій містить передавальну антену направленої дії з коефіцієнтом розбіжності променів  $\alpha \leq 10^{-2}$  рад (в подальшому передавальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації), вхід якого з'єднано з процесорним блоком аналізу рівня оптичного сигналу, вхід якого послідовно з'єднано з компаратором та другим виходом блоку широкосмугового підсилювача, причому перший вихід останнього послідовно з'єднаний з входом смугового фільтру, який послідовно з'єднаний з блоком демодуляції та проміжного підсилення, блоком дешифрування та блоком узгодження з зовнішнім інтерфейсом, вихід якого є виходом приймальної станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вхід фотодетектора з'єднаний з виходом оптичної системи приймальної станції, блок широкосмугового підсилювача на приймаль-

ній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку включає в себе відокремлювач корисного сигналу від проміжної частоти, та має два входи та два виходи, а на передавальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку блок модулятора включає в себе вбудований змішувач з проміжною частотою та має три входи та один виходи.

Недоліками пристрою є вузькі функціональні можливості зокрема відсутність можливості двонаправленої передачі інформації та відносно низька швидкість передачі інформації, яка обумовлена використанням інерційних оптичних джерел і приймачів випромінювання.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення двонаправленого адаптивного відкритого оптичного каналу, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається можливість високошвидкісної двонаправленої передачі інформаційних даних, а також адаптації до умов середовища передачі каналу шляхом керованої варіації оптичної потужності корисного сигналу, що дозволяє зменшити вплив зовнішніх факторів середовища передачі і підвищити стабільність інформаційного зв'язку.

Досягнення високошвидкісного режиму роботи, як основного так і зворотного оптичних каналів забезпечується шляхом використання технології оптичних випромінювачів на основі високошвидкісних напівпровідникових VCSEL - лазерів (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, поверхнево-випромінюючий лазерний діод з вертикальним резонатором) та фотодетекторів на основі високошвидкісних p-i-n - фотодіодів. Час перемикання в цих елементах знаходиться на рівні  $t=30\text{-}20\text{пс}$  ( $30\cdot 10^{-12}\text{с} - 20\cdot 10^{-12}\text{с}$ ), а гранична частота відповідно  $F_{\text{lim}}=1/t$  складає  $1\cdot 10^{11} - 6\cdot 10^{10}\text{Гц}$ , що за умов лінійної цифрової модуляції відповідає швидкості передачі інформації на рівні  $3,3\cdot 10^{10} - 5\cdot 10^{10}\text{Біт/с}$ , або  $33\text{-}50\text{Гбіт/с}$ , за умов відповідності граничних частот електронної елементної бази трактів модуляції-демодуляції, підсилення та кодування-декодування. В двонаправленому адаптивному відкритому оптичному каналі досягається більш висока стабільність передачі інформації по атмосферному лазерному каналу за рахунок використання окремого зворотного відкритого оптичного каналу для передачі команд керування потужністю основного оптичного сигналу, що дає змогу використовувати запропонований пристрій у більш жорстких атмосферних умовах з великими флуктуаціями спектрального коефіцієнта пропускання  $\tau_A(\Delta\lambda)$ . Це дозволяє розширити функціональні можливості та області використання таких відкритих оптичних каналів.

Поставлена задача досягається тим, що в двонаправлений адаптивний відкритий оптичний канал, який містить на передавальній станції лазерний випромінювач, послідовно з'єднаний з ним блок модулятора, перший вхід якого є інформаційним, причому другий вхід останнього підключений до генератора проміжної частоти, а на приймальній станції фотодетектор, що з'єднаний з першим входом блоку широкосмугового підсилювача, вихід якого послідовно з'єднаний з смуговим фільтром та блоком демодуляції і проміжного підсилення

вихід якого є інформаційним, приймальний блок зворотного каналу передачі інформації на передавальній станції, передавальний блок зворотного каналу передачі інформації на приймальній станції, вихід якого послідовно з'єднаний з процесорним блоком керування потужністю передачі, вихід якого з'єднаний з третім входом блоку модулятора, послідовно з'єднані з першим входом блоку модулятора, блок шифрування і попереднього підсилення та блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом, вхід якого є входом передавальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вихід лазерного випромінювача з'єднаний з входом оптичної системи передавальної станції, а на приймальній станції вхід передавального блоку з'єднано з процесорним блоком аналізу рівня оптичного сигналу, вхід якого послідовно з'єднано з компаратором та другим виходом блоку широкосмугового підсилювача, причому перший вихід останнього послідовно з'єднаний з входом смугового фільтру, який послідовно з'єднаний з блоком демодуляції та проміжного підсилення, блоком дешифрування та блоком узгодження з зовнішнім інтерфейсом, вихід якого є виходом приймальної станції атмосферної лазерної лінії зв'язку, причому вхід фотодетектора з'єднаний з виходом оптичної системи приймальної станції, причому блок широкосмугового підсилювача на приймальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку включає в себе відокремлювач корисного сигналу від проміжної частоти, та має два входи та два виходи, а на передавальній станції атмосферної лазерної лінії зв'язку блок модулятора включає в себе вбудований змішувач з проміжною частотою та має три входи та один вихід введено в якості зворотного каналу передачі інформації - відкритий оптичний канал передачі інформації, в якості лазерних випромінювачів в основному і зворотному оптичних каналах передачі інформації застосовано лазерні випромінювачі на основі високошвидкісних напівпровідникових лазерів, наприклад, VCSEL-лазерів, а у якості фотодетекторів основного і зворотного оптичних каналів передачі інформації - фотодетектори на основі високошвидкісних фотодіодів, наприклад, p-i-n -фотодіодів, передавальний блок основного оптичного каналу передачі інформації і приймальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації, а також приймальний блок основного оптичного каналу передачі інформації і передавальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації конструктивно виконані в якості одного оптичного вузла і містять першу світлодіодильну пластину - на передавальній станції основного каналу і другу світлодіодильну пластину - на приймальній станції основного каналу, які призначені для розподілу основного і зворотного оптичних потоків з коефіцієнтом поділу  $0,1 < K < 0,5$ , причому перша і друга світлодіодильні пластини лазерний випромінювач основного оптичного каналу передачі інформації і фотодетектор зворотного оптичного каналу передачі інформації, а також випромінювач зворотного оптичного каналу передачі інформації і фотодетектор основного оптичного каналу передачі інформації є оптично пов'язаними між собою, крім того перед фотодете-

ктор зворотного оптичного каналу передачі інформації встановлено першій поляризатор, а перед фотодетектором основного оптичного каналу передачі інформації встановлено другий поляризатор, кути між площинами поляризації першого та другого поляризаторів та кути поляризації випромінювання основного і зворотного оптичних каналів передачі інформації становлять  $\alpha=0^{\circ}\pm 20^{\circ}$  або  $90^{\circ}\pm 20^{\circ}$ , причому перший та другий поляризатори є також оптично пов'язаними з фотодетекторами і лазерними випромінювачами відповідних каналів.

На Фіг.1 зображено структурну схему двонаправленого адаптивного відкритого оптичного каналу; на Фіг.2 зображено графік режиму адаптації пристрою.

Двонаправлений адаптивний відкритий оптичний канал (Фіг.1) складається з передавальної станції та приймальної станції. Передавальна станція містить блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом 1; блок шифрування і попереднього підсилення 2; генератор проміжної частоти 3; блок модулятора 4; процесорний блок керування потужністю передачі 5; приймальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації 6; лазерний випромінювач на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 та оптичну систему передавальної станції 8, першу світлоділильну пластину 21 та перший поляризатор 23. Причому, послідовно з'єднані блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом 1, блок шифрування і попереднього підсилення 2, що з'єднаний з першим входом блоку модулятора 4 та лазерний випромінювач на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7, оптично з'єднаний з оптичною системою передавальної станції 8. На другий вхід блоку модулятора 4 підключений вихід генератора проміжної частоти 3, а третій вхід блоку модулятора 4 з'єднаний з виходом процесорного блоку керування потужністю передачі 5, на вхід якого підключений вихід блоку зворотного оптичного каналу передачі інформації 6. Перша світлоділильна пластина 21, лазерний випромінювач на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 та фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду зворотного оптичного каналу передачі інформації 6 та перший поляризатор є оптично пов'язаними між собою, крім того перед фотодетектором на основі високошвидкісного р-і-n - фотодіоду зворотного оптичного каналу передачі інформації 6 встановлено першій поляризатор 23 кут між площиною поляризації першого поляризатору та кут поляризації випромінювання основного оптичного каналу передачі інформації 6 становить  $\alpha=0^{\circ}$  та/чи  $90^{\circ}$ , причому перший поляризатор 23 є також оптично пов'язаним з фотодетектором на основі високошвидкісного фотодіоду 7 та лазерним випромінювачем на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7.

Приймальна станція містить фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду 10 та його оптичну систему 9, блок ширококутового підсилювача 11, генератор проміжної частоти 12; передавальний блок зворотного оптичного каналу передачі інформації 13; компаратор 14 та процесорний блок аналізу 15; смуговий фільтр 16; блок

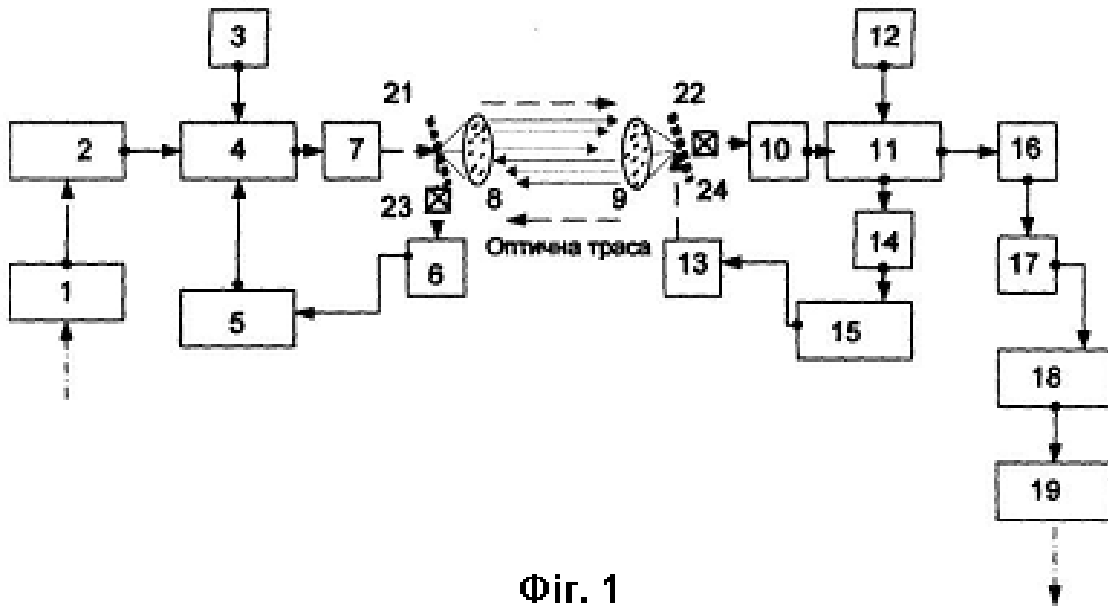
демодуляції та проміжного підсилення 17; блок дешифрування 18 та блок узгодження з зовнішнім інтерфейсом 19, другу світлоділильну пластину 22 та другий поляризатор 24. Причому, на приймальній станції, фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду 10 оптично з'єднаний з оптичною системою 9 та підключений на перший вхід блоку ширококутового підсилювача 11, перший вихід якого з'єднаний з входом смугового фільтру 16, який послідовно з'єднаний з блоком демодуляції та проміжного підсилення 17, блоком дешифрування 18 та блоком узгодження з зовнішнім інтерфейсом 19. На другий вхід блоку ширококутового підсилювача 11 підключений вихід генератора проміжної частоти 12, а другий вихід блоку ширококутового підсилювача 11 з'єднаний з входом компаратора 14, вихід якого з'єднаний з входом процесорного блоку аналізу 15. Вихід останнього підключений до входу передавального блоку зворотного оптичного каналу передачі інформації 13, крім того друга світлоділильна пластина 22, лазерний випромінювач на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера зворотного оптичного каналу передачі інформації 13 і фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду основного оптичного каналу передачі інформації 10 є оптично пов'язаними між собою, крім того перед фотодетектором основного 10 оптичного каналу встановлено другий поляризатор 24, кути між площинами поляризації першого та другого поляризаторів та кути поляризації випромінювання основного і зворотного відкритих оптичних каналів становлять  $\alpha=0^{\circ}\pm 20^{\circ}$  або  $90^{\circ}\pm 20^{\circ}$ , причому другий 24 поляризатор є також оптично пов'язаним з фотодетектором на основі високошвидкісного фотодіоду основного оптичного каналу передачі інформації 10 і лазерним випромінювачем на основі високошвидкісного лазера зворотного оптичного каналу передачі інформації 13.

Приймальна та передавальна станції оптично пов'язані через атмосферну оптичну трасу повітряного відкритого каналу. Передача інформації здійснюється по оптичній трасі відкритого каналу в двосторонньому напрямку, що встановлюється між приймальною та передавальною станціями.

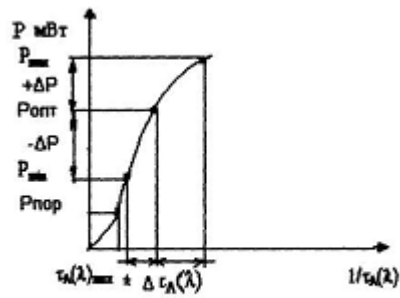
Пристрій працює наступним чином: на передавальній станції інформація із зовнішньої мережі у вигляді електричного сигналу надходить на блок узгодження із зовнішнім інтерфейсом 1, вхід якого є входом передавальної станції пристрою, з якого відповідно узгоджений за логічним рівнем сигнал попередньо підсилюється за амплітудою і шифрується блоком шифрування і попереднього підсилення 2. Вже підсилений до сталого рівня зашифрований сигнал надходить на перший вхід блоку модулятора 4, який є інформаційним. На другий вхід блоку модулятора 4 надходить періодичний сигнал від генератора проміжної частоти 3, який формує основний інформаційний сигнал на даній несучій частоті. Блок модулятора 4 на виході виконує модуляцію струму накачки лазерного випромінювача на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 (наприклад, VCSEL - лазери), у відповідності з інформаційним вхідним сигналом. Сформований від лазерного випромі-

нювача на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 світловий потік колімується оптичною системою передавальної станції 8 через першу світлоділильну пластину 21 і на виході формує плоский хвильовий фронт, який по суті є інформаційним світловим пучком в оптичній трасі основного оптичного каналу передачі інформації. Сигнал керування оптичною потужністю від приймальної станції пристрою передається по зворотному оптичному каналу передачі інформації по тій ж самій оптичній трасі, але в зворотному напрямку з лазерного випромінювача на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера зворотного оптичного каналу передачі інформації 13, фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду 6 (наприклад, p-i-n - фотодіоду) зворотного оптичного каналу передачі інформації через оптичну систему введення 8 та першу світлоділильну пластину 21, яка поділяє оптичні потоки основного і зворотного відкритих оптичних каналів з коефіцієнтом поділу в межах  $0,1 < K < 0,5$ . Найкращим варіантом організації дуплексного режиму двонаправленого адаптивного відкритого оптичного каналу є умова, коли коефіцієнт поділу світлових потоків рівний  $K=0,5$ . Фотодетектор на основі високошвидкісного фотодіоду 6 зворотного оптичного каналу передачі інформації перетворює сигнал в електричний у відповідності з логічними рівнями процесорного блоку керування потужністю передачі 5 і подає сигнал на його вхід. Процесорний блок керування потужністю передачі 5 виконує аналіз прийнятого сигналу та команд керування від приймального блоку зворотного оптичного каналу передачі інформації 6 та у відповідності з алгоритмом роботи керує роботою блоку модулятора 4, який встановлює величину амплітуди інжекційного струму лазерного випромінювача на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 основного оптичного каналу передачі інформації. На приймальній станції, прийнятий оптичний сигнал фокусується оптичною системою 9 на фотодетекторі на основі високошвидкісного фотодіоду 10, сигнал з якого надходить до блоку широкопasmового підсилювача 11 і, підсилившись, подається по двом виходам, по першому на вхід смугового фільтра 16, а по другому на компаратор 14. Останній порівнює прийняту величину сигналу з мінімально-допустимим та максимально-допустимим еталонним значенням, яке задається при налаштуванні на нормальний режим роботи двонаправленого адаптивного відкритого оптичного каналу. В разі, якщо отриманий сигнал перевищує межі, компаратор 14 формує відповідний сигнал індикації на вході процесорного блоку аналізу 15, який формує команди керування і подає їх на вхід передавального блоку зворотного оптичного каналу передачі інформації 13, який перетворює прийнятий електричний сигнал в оптичний, що проходить через другу світлоділильну пластину 22 та оптичну систему 9, яка формує оптичний потік зворотного оптичного каналу передачі інформації у вигляді плоского хвильового фронту з відмінною на кут  $\alpha$  від основного оптичного потоку площиною поляриза-

ції. Цей потік передається на передавальну станцію двостороннього адаптивного відкритого оптичного каналу. Смуговий фільтр 16 при надходженні на нього корисного інформаційного сигналу виконує фільтрацію від фонових та інших шумів, що виникають в каналі передачі. Фільтрація виконується смуговим фільтром 16 відповідно у вузькому діапазоні (смугі високих частот модуляції), після чого відфільтрований корисний сигнал подається на блок демодуляції і проміжного підсилення 17, в якому попередньо демодулюється, підсилюється до заданого рівня, а потім дешифрується після подачі сигналу на блок дешифрування 18. Після чого відтворений у відповідності з вхідною формою електричний інформаційний сигнал подається до блоку узгодження із зовнішнім інтерфейсом 19, який виконує узгодження за відповідним рівнем. Блок демодуляції та проміжного підсилення 17 крім підсилення величини амплітуди сигналу, виконує його відокремлення, шляхом накладання з сигналом від генератора проміжної частоти 12. Контроль амплітуди прийнятого фотодетектором на основі високошвидкісного фотодіоду 10 сигналу здійснюється через визначений алгоритмом проміжок часу  $\Delta t$ , періодично. При помірному рівні оптичних втрат, алгоритмом роботи процесорного блоку аналізу 15 передбачений певний оптимальний режим роботи. Робота в оптимальному режимі передбачає знаходження робочої точки оптичної потужності лазерного джерела в такому положенні, в якому при різкій зміні величини втрат сигналу в атмосфері, сигнал на фотодетекторі на основі високошвидкісного фотодіоду 10 можливо відновити без значного збільшення коефіцієнту виникнення помилки BER (Bit Error Ratio). На графіку (Фіг.2) зображено принцип керування потужністю випромінювання лазерного передавача. При збільшення пропускання ( $\tau_A(\lambda) \rightarrow 1$ ), де  $\tau_A(\lambda)$  - величина коефіцієнту пропускання система зменшує оптичну потужність на крок  $\Delta P$ , через інтервал часу  $\Delta t$  до значення  $P_{max}$ , в залежності від коефіцієнта пропускання  $\tau_A(\lambda)$ . І навпаки при погіршенні оптичної видимості  $S$ , або при зменшенні пропускання ( $\tau_A(\lambda) \rightarrow 0$ ), пристрій через крок потужності  $\Delta P$  досягає  $P_{min}$ . Але відстежити коливання пропускання  $\tau_A(\lambda)$  дуже важко, так як воно залежить від багатьох статистичних параметрів, і саме є статистичною величиною. Тому доцільним є використання крокової варіації потужності, оскільки в межах кроку система передачі буде найкраще відповідати параметрам енергоекономності і надійності. Для середнього значення пропускання  $\tau_A(\lambda)_{сер}$  доцільним буде використання оптимального рівня потужності  $P_{opt}$ . Робота системи в оптимальному режимі підтримується більшість робочого часу, і тільки при екстремальних умовах ( $\tau_A(\lambda)_{min/max}$ ) пристрій утримує керований параметр в кінцевих точках  $P_{min}/P_{max}$ , згідно з цим струм інжекції лазерного випромінювача на основі високошвидкісного напівпровідникового лазера 7 (VCSEL - лазера) також має оптимальне значення, що дозволяє збільшувати його строк служби.



Фиг. 1



Фиг. 2