

Винахід належить до галузі техніки радіозв'язку, зокрема до радіотехнічних та телекомунікаційних систем.

Найбільш близькими до окремих частин станції є відомі радіотехнічні та телекомунікаційні системи - цифрова тропосферна станція [Почерняев В.Н., С.Е. Захаренко. Тропосферная связь: общая характеристика, особенности и принципы построения аппаратуры. // "Зв'язок" - 2000 - № 3, стр. 23, рис. 2], цифрова радіорелейна станція [А.А. Плотников, Е.Д. Поборчий. Система широкополосного радиодоступа для фиксированных сельских сетей связи. // "Электросвязь" - 2004 - № 12, стр. 17, рис. 2] та збудник-гетеродин [Н.Н. Каменский, А.М. Модель, Б.С. Надененко и др. Справочник по радиорелейной связи. Под ред. С.В. Бородача - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1981, - стр. 356, рис. 11.5].

Цифрова тропосферна станція з рознесенням по простору містить дві антени, що працюють на передачу та прийом одночасно, виходи яких підключено через розв'язуючі пристрої до трактів передачі та прийому; передавач надвисоких частот (НВЧ) через подільник потужності з'єднаний з двома антенами, а своїм входом з виходом модулятора (модему), вхід якого з'єднаний з виходом мультиплексора (каналоутворююча апаратура), на вхід якого подаються пхЕ1-потоків, та виводяться після отримання на прийомі пхЕ1-потоків, на вхід демультимплексора подається сигнал з виходу демодулятора (модему), на вхід якого подаються сигнали від приймачів НВЧ 1 та 2, на другий вхід яких подаються сигнали від гетеродина, а на перший вхід приймачів НВЧ 1 та 2 подаються сигнали з виходів смугових фільтрів НВЧ 1 та 2 відповідно, входи яких з'єднані з виходами антен також відповідно.

Цифрова радіорелейна станція для роботи в одному напрямку включає антену, що зв'язана з розв'язуючим пристроєм (феритовим циркулятором), до одного входу якого підключено передавальний тракт, а до другого входу приймальний тракт; передавальний НВЧ-тракт містить пасивні НВЧ-елементи, в тому числі смуговий фільтр передавача діапазону НВЧ, змішувач, на другий вхід якого подається сигнал гетеродину, а на перший вхід - сигнал з тракту проміжної частоти (ПЧ), вхід якого з'єднаний з виходом модему, на вхід якого подається сигнал з виходу мультиплексора, а на вхід мультиплексора подаються пхЕ1-потоків, вхід демультимплексора з'єднаний з виходом модему, а вхід модему - з виходом тракту ПЧ, на вхід якого подається сигнал від проміжного підсилювача ПЧ, який отримує сигнал зі змішувача, на перший вхід змішувача подається сигнал від приймача НВЧ, а на другий вхід - від генератора, на приймач НВЧ діє сигнал з антени, який послідовно проходить через розв'язуючий пристрій (феритовий циркулятор) та смуговий фільтр НВЧ.

Збудник-гетеродин містить генератор частотно-модульованих коливань ГЧМ, що працює на проміжній частоті (звичайно 70 МГц), який отримані коливання передає на підсилювач проміжної частоти ППЧ, з виходу ГЧМ коливання подаються на вхід змішувача високого рівня ЗМ, на інший вхід якого подаються коливання високої частоти, отримані за допомогою помноження частоти кварцового генератора КГ в помножувачі частоти, отримані після змішувача ЗМ коливання високої частоти підсилюються в підсилювачі високої частоти ПВЧ, які через фільтр бокової смуги Ф, який виділяє нижню або верхню бічну смугу, феритовий вентиль та направлений відгалужувач НР, призначений для вимірювальних цілей, передає коливання на потужний клістронний підсилювач.

Недоліком вказаних відомих станцій, є те, що в складних природних або техногенних умовах ні одна з таких станцій не забезпечує дальність зв'язку на інтервалі 60-80 км. Мобільна цифрова тропосферна станція забезпечує дальність зв'язку на відстанях 50-300 км на інтервалі в залежності від потужності та швидкості передачі інформації (кількості каналів або потоків). Однак, мобільна цифрова радіорелейна станція не забезпечує дальності зв'язку більше 50-60 км на одному інтервалі, що залежить від потужності передавача та висоти антенної опори (щогли). Але може забезпечувати зв'язок на малих інтервалах в декілька сотень метрів. Щоб забезпечити зв'язок на відстанях менше 60 км або більше 80 км потребується дві різні станції в точці розташування одного кореспондента. Тому, щоб забезпечити зв'язок один з таких інтервалів потребуються дві тропосферні та дві радіорелейні станції.

Недоліком аналога збудника-гетеродина, який обраний в якості прототипу, є те, що він працює в одному діапазоні частот. Оскільки, мобільна цифрова станція має працювати в двох режимах (прямої видимості та загоризонтного зв'язку), то необхідно, щоб збудник-гетеродин працював в двох діапазонах частот. Тому необхідно в його структуру додати додаткові ланцюги та елементи.

В основу винаходу поставлена задача створення такої мобільної радіосистеми НВЧ, яка в умовах надзвичайних ситуацій (природних стихійних лих, техногенних катастроф) або збройних конфліктів, протидії тероризму мала можливість з'єднання зв'язком двох кореспондентів, що знаходяться у різних умовах (природних, техногенних) на будь-якій відстані від сотень метрів до 300 км (один інтервал - дві станції), умовно 0,1-300 км.

Поставлена задача вирішується тим, що на єдиній транспортній базі створено систему НВЧ, як комбінацію з цифровою тропосферною станцією та з цифровою радіорелейною станцією, що мають спільні пристрої для використання в режимі загоризонтного зв'язку (режим тропосферної станції) та в режимі прямої видимості (режим радіорелейної станції). Дана комбінація не є простим з'єднанням двох

відомих частин тропосферної та радіорелейної станції, оскільки мобільна цифрова тропосферно-радіорелейна станція (МЦТрРРС) має єдиний передавальний НВЧ-тракт, який функціонує в двох частотних режимах. Це досягається за рахунок нових можливостей збудника-гетеродина, що працює в двох частотних діапазонах, та електронною комутацією за допомогою введених електронних ключів (ЕК ПУ1, ЕК ПУ2, ЕК1 та ЕК2).

Сигнали керування від пульта управління дозволяють формувати 3 режими роботи станції:

- режим I - кінцевий режим роботи тропосферної частини станції і кінцевий або ретрансляції, або вузловий (ретрансляція з виділенням сигналів в точці ретрансляції) режими роботи радіорелейної частини станції (в цьому варіанті тропосферна частина станції працює на свого кореспондента, а радіорелейна частина станції - на свого кореспондента);

- режим II - кінцевий режим роботи тропосферної частини станції або кінцевий режим роботи радіорелейної частини станції (в цьому варіанті передавальний НВЧ тракт використовується в складі двох передавачів або для тропосферного зв'язку, або для радіорелейного зв'язку);

- режим III - тропосферна частина станції і радіорелейна частина станції працюють в єдиній комбінованій тропосферно-радіорелейній лінії зв'язку, при цьому тропосферна частина станції працює в кінцевому режимі, а радіорелейна частина станції може працювати або в кінцевому режимі, або в режимі ретрансляції, або в вузловому режимі.

На фіг. 1 зображено приймально-передавальний НВЧ-тракт мобільної цифрової тропосферно-радіорелейної станції, де I та II - антени тропосферної станції, що працюють в режимі загоризонтного зв'язку; А і Б - антени радіорелейної станції, що працюють в режимі прямої видимості; ПС1 та ПС2 - поляризаційні селектори; Д1, Д2 - диплексори; РП - розподільник потужності; ЕЗСЧФ1, ЕЗСЧФ2, ЕЗСЧФ3, ЕЗСЧФ4 - електрично змінюючі смугу частот фільтри; Вих. СФ1Р, Вих. СФР2 - вихідні смугові фільтри; Прм НВЧ Т1, Прм НВЧ Т2, Прм НВЧ Т3, Прм НВЧ Т4 - приймачі тропосферної станції; Прм НВЧ Р1, Прм НВЧ Р2 - приймачі радіорелейної станції; Прд1, Прд2 - передавачі НВЧ; ДП1, ДП2 - дільники потужності передавального НВЧ тракту; Зм Т1, Зм Т2, Зм Т3, Зм Т4 - змішувачі тропосферної станції; Зм Р1, Зм Р2 - змішувачі радіорелейної станції; ПППЧ1, ПППЧ2, ПППЧ3, ПППЧ4 - попередні підсилювачі ПЧ; ЕК1, ЕК2, ЕК ПУ1, ЕК ПУ2 - електронні ключі, що забезпечують підключення сигналів від пульта управління на передатчики НВЧ та збудник-гетеродин.

На фіг. 2 зображено приймально-передавальні ВЧ та НЧ тракти тропосферної частини мобільної цифрової тропосферно-радіорелейної станції, де присутні: М - модем; М-Д 8 ОЦК - мультиплексор-демультиплексор цифрових каналів; криптографічна апаратура зв'язку.

На фіг. 3 зображено приймально-передавальні ВЧ- та НЧ-тракти радіорелейної частини мобільної цифрової тропосферно-радіорелейної станції, де присутні: Мд-Дм РРС - модулятор-демодулятор; М-Д STM-1 - мультиплексор-демультиплексор потоків; М-Д STM-1 ОЦК - мультиплексор-демультиплексор цифрових каналів; криптографічна апаратура зв'язку.

На фіг. 4 зображено функціональну схему збудника-гетеродина, де СЧ - синтезатор частот; ППЧ1, ППЧ2 - підсилювачі проміжної частоти; ЗМ1, ЗМ2, ЗМ0 - змішувачі високого рівня; ОКГ - опорний кварцовий генератор; ПВЧ1, ПВЧ2 - підсилювачі високої частоти; СФ11, СФ12, СФ21, СФ22 - смугові фільтри; В1, В2 - феритові вентиля; НВ1, НВ2 - направлені відгалужувачі.

На фіг. 5 зображено електричну схему електронного ключа.

Цифрова тропосферна станція з рознесенням по простору містить дві антени, що працюють на передачу та прийом одночасно, виходи яких підключено через розв'язуючі пристрої до трактів передачі та прийому; передавач НВЧ через подільник потужності з'єднаний з двома антенами, а своїм входом з виходом модулятора (модему), вхід якого з'єднаний з виходом мультиплексора (каналоутворююча апаратура), на вхід якого подаються пхЕ1-потоків, та виводяться після отримання на прийомі пхЕ1-потоків, на вхід демультиплексора подається сигнал з виходу демодулятора (модему), на вхід якого подаються сигнали від приймачів НВЧ 1 та 2, на другий вхід яких подаються сигнали від гетеродина, а на перший вхід приймачів НВЧ 1 та 2 подаються сигнали з виходів смугових фільтрів НВЧ 1 та 2 відповідно, входи яких з'єднані з виходами антен також відповідно.

Цифрова радіорелейна станція для роботи в одному напрямку включає антену, що зв'язана з розв'язуючим пристроєм (феритовим циркулятором), до одного входу якого підключено передавальний тракт, а до другого входу приймальний тракт; передавальний НВЧ-тракт містить пасивні НВЧ-елементи, в тому числі смуговий фільтр передавача діапазону НВЧ, змішувач, на другий вхід якого подається сигнал гетеродина, а на перший вхід - сигнал з тракту ПЧ, вхід якого з'єднаний з виходом модему, на вхід якого подається сигнал з виходу мультиплексора, а на вхід мультиплексора подаються пхЕ1-потоків, вхід демультиплексора з'єднаний з виходом модему, а вхід модему - з виходом тракту ПЧ, на вхід якого подається сигнал від змішувача, на перший вхід змішувача подається сигнал від приймача НВЧ, а на другий вхід - від генератора, на приймач НВЧ діє сигнал з антени, який послідовно проходить через розв'язуючий пристрій (феритовий циркулятор) та смуговий фільтр НВЧ.

Приймально-передавальний НВЧ тракт мобільної цифрової тропосферно-радіорелейної станції

складається з 2-х антен I та II, що працюють в режимі загоризонтного зв'язку (режим тропосферної станції) і 2-х антен А і Б, що працюють в режимі прямої видимості (режим радіорелейної станції), антени А і Б підключені до входу 1 поляризаційних селекторів радіорелейної частини станції ПС1Р та ПС2Р відповідно, до входу 2 яких підключено приймачі НВЧ Прм Р1 і Прм Р2 відповідно, які в свою чергу з'єднані зі змішувачами Зм Р1 і Зм Р2 відповідно, виходи яких з'єднані з модулятором-демодулятором Мд-Дм, а на другі входи подаються сигнали від збудника-гетеродина, а до входу 3 кожного поляризаційного селектора ПС1Р та ПС2Р підключено вихідний смуговий фільтр передавального тракту НВЧ, на вхід якого подається сигнал від дільників потужності ДП1 і ДП2 під управлінням електронних ключів ЕК1 і ЕК2 відповідно, на вхід яких діє сигнал від передавачів Прд 1 та Прд 2 відповідно, на входи яких з однієї сторони надходять сигнали від електронних ключів пульта управління ЕК ПУ1 та ЕК ПУ2 відповідно, з іншої сторони на входи передавачів Прд 1 та Прд 2 надходять сигнали від збудника-гетеродина, який виробляє сигнали ще для чотирьох змішувачів тропосферної частини станції ЗмТ1, ЗмТ2, ЗмТ3 і ЗмТ4, виходи яких з'єднані зі своїми попередніми підсилювачами проміжної частоти ПППЧ1, ПППЧ2, ПППЧ3 та ПППЧ4 відповідно, а на входи яких подаються сигнали від приймачів Прм НВЧ Т1, Прм НВЧ Т2, Прм НВЧ Т3, Прм НВЧ Т4 відповідно, а на входи яких подаються сигнали від електрично змінюючих смугу частот фільтрів ЕЗСЧФ1, ЕЗСЧФ2, ЕЗСЧФ3, ЕЗСЧФ4 відповідно, а на вхід електрично змінюючого смугу частот фільтра ЕЗСЧФ1 подається сигнал від поляризаційного селектора ПС1Т і на вхід електрично змінюючого смугу частот фільтра ЕЗСЧФ4 подається сигнал від поляризаційного селектора ПС2Т, входи поляризаційних селекторів ПС1Т та ПС2Т з'єднані з входом антени I та II відповідно, а інші входи поляризаційних селекторів ПС1Т і ПС2Т з'єднані з входами диплексорів Д1 і Д2 відповідно, виходи диплексорів Д1 і Д2 з'єднані із входами електрично змінюючих смугу частот фільтрів ЕЗСЧФ2 і ЕЗСЧФ3 відповідно, а на інші входи диплексорів Д1 і Д2 подаються сигнали від розподільника потужності РП, на два входи яких подаються сигнали від передатчиків Прд1 та Прд2 через електронні ключі ЕК1 і ЕК2.

Приймально-передавальні ВЧ і НЧ тракти тропосферної частини станції складаються з модему на який подаються сигнали від ПППЧ1, ПППЧ2, ПППЧ3, ПППЧ4, з модему М сигнали передаються у мультиплексор-демультиплексор потоків М-Д 8, на виході якого формуються 4 потоки Е1, які надходять на комутатор під управлінням керуючих сигналів від ПУ Тр і далі на мультиплексор-демультиплексор цифрових каналів М-Д ОЦК зі швидкостями передачі 64 кбіт/с, 128 кбіт/с, 256 кбіт/с, 512 кбіт/с, 1024 кбіт/с, 2048 кбіт/с, що можуть бути виділені з кожного з отриманих потоків Е1 від М-Д 8 і формує чотири потоки Е1 зі швидкістю 2048 кбіт/с з отриманих цифрових каналів на вхід М-Д ОЦК, передаючи їх на вхід М-Д 8, який формує з них груповий сигнал 8 Мбіт/с і передає їх на модем М, який обробляє сигнал та передає сигнал в збудник-гетеродин з груповою швидкістю, що відповідає режиму роботи станції для реалізації загоризонтного зв'язку, з виходів збудника-гетеродина сигнали надходять на входи Прд1 і Прд2 відповідно.

Збудник-гетеродин містить синтезатор частот СЧ, на який подається груповий сигнал від модема М, а вихідні сигнали подаються на підсилювачі проміжної частоти ППЧ1, ППЧ2, сигнали з яких подаються на змішувачі ЗМ1, ЗМ2, на які як опорний сигнал, що подається від опорного кварцового генератора ОКГ через змішувач ЗМ0 та через смугові фільтри СФ11, СФ21 на змішувачі ЗМ1, ЗМ2 відповідно, а з виходів змішувачів ЗМ1, ЗМ2 на передавачі Прд1 і Прд2 через ланцюги підсилювач високої частоти ПВЧ1, смуговий фільтр СФ12, феритовий вентиль В1, направлений відгалужувач НВ1 та підсилювач високої частоти ПВЧ2, смуговий фільтр СФ21, феритовий вентиль В2, направлений відгалужувач НВ2.

Приймально-передавальні ВЧ і НЧ тракти радіорелейної частини станції складаються з модулятора-демодулятора Мд-Дм РРС на який подаються сигнали від змішувачів Зм Р1 та Зм Р2, з модулятора-демодулятора Мд-Дм РРС сигнали передаються у мультиплексор-демультиплексор потоків М-Д STM-1, на виході якого формуються 64 потоки Е1, які надходять на комутатор під управлінням керуючих сигналів від ПУ РР і далі на мультиплексор-демультиплексор цифрових каналів М-Д STM-1 ОЦК зі швидкостями передачі 64 кбіт/с, 128 кбіт/с, 256 кбіт/с, 512 кбіт/с, 1024 кбіт/с, 2048 кбіт/с, що можуть бути виділені з кожного з отриманих потоків Е1 від М-Д STM-1 і формує потоки Е1 зі швидкістю 2048 кбіт/с з отриманих цифрових каналів з виходу М-Д STM-1 ОЦК, передаючи їх на вхід М-Д STM-1, який формує з них 64 потоків по 2 Мбіт/с і передає їх на Мд-Дм РРС, який обробляє сигнал, що передається зі швидкістю 155 Мбіт/с і передає сигнали в збудник-гетеродин з груповою швидкістю, що відповідає режиму роботи станції для реалізації зв'язку прямої видимості, з виходів збудника-гетеродина сигнали надходять на входи Прд1 і Прд2 відповідно.

В режимі загоризонтного зв'язку станція працює як тропосферна станція з просторо-рознесенням прийомом на дві антени I, II та використанням сигналів горизонтальної та вертикальної поляризації на передачу та прийом. Сигнали з двох антен I, II надходять через поляризаційні селектори ПС1Т, ПС2Т, електрично змінюючі смугу частот фільтри ЕЗСЧФ1, ЕЗСЧФ2, ЕЗСЧФ3, ЕЗСЧФ4 та диплексори Д1, Д2 на чотири приймачі НВЧ - Прм НВЧ Т1, Т2, Т3, Т4, а далі на змішувачі Зм Т1, Т2, Т3, Т4 відповідно. На кожен змішувач Зм Т1, Т2, Т3, Т4 подається сигнал від збудника-гетеродина. Сигнали від пульта управління ПУ Тр переключають діапазон формування сітки опорних частот збудника-гетеродина в

залежності від режиму роботи радіорелейної або тропосферної станції. Зі змішувачів Зм Т1, Т2, Т3, Т4 сигнали подаються в попередні підсилювачі ПППЧ1, ПППЧ2, ПППЧ3 та ПППЧ4 відповідно та далі подаються на вхід модему М, який усуває викривлення імпульсів від міжсимвольної інтерференції. З модему М сигнал надходить на мультиплексор-демультиплексор потоків М-Д 8, який перемикається в режим прийому/передачі 8 Мбіт/с ($4 \times E1$). Цей цифровий потік може бути "розкритий" до цифрових каналів зі швидкістю 64 кбіт/с, 128 кбіт/с, 256 кбіт/с, 512 кбіт/с, 1024 кбіт/с, 2048 кбіт/с в будь-яких конфігураціях. З виходу модему М сигнал надходить на збудник-гетеродина, та при наявності дозволяючих сигналів з електронних ключів ЕК ПУ 1, 2 може подаватися на обидва передавачі Прд1, 2 або на один з них. Якщо на обидва Прд1, 2, то тоді сигнал проходить через ЕК1, ЕК2, РП, Д1, Д2, ПС1Т, ПС2Т, та випромінюється своєю антеною І, ІІ, причому антена І випромінює сигнал горизонтальної поляризації, а антена ІІ - сигнал вертикальної поляризації. Якщо працює один з передавачів Прд1 або Прд2 (тракт знаходиться в "гарячому" резерві), то потужність сигналу розділяється в РП потоках, та через Д1, Д2, ПС1Т, ПС2Т подаються в антени І, ІІ, і також випромінюється з антени І з горизонтальною поляризацією, а з антени ІІ - з вертикальною поляризацією.

Цифрова комбінована радіорелейна тропосферна станція працює наступним чином. В режимі прямої видимості станція працює як радіорелейна станція. Антени А і Б, що піднімаються на телескопічних мачтах автоматично за допомогою системи управління СУ, працюють у різних напрямках з двома кореспондентами - А і Б. Антена А в напрямку кореспондента А випромінює сигнал горизонтальної поляризації, а приймає сигнал вертикальної поляризації. Антена Б в напрямку кореспондента Б випромінює сигнал вертикальної поляризації, а приймає сигнал горизонтальної поляризації. В місці розгортання станції два напрямки роботи станції як радіорелейної будуть розв'язані по поляризації. Крім цього, кожен напрямок має свій тракт передачі НВЧ, включаючи вихідний смуговий фільтр Вих.СФ1Р або Вих.СФ2Р, та свій передавач Прд1 або Прд2 з системою управління потужністю. Розв'язка по поляризації для випромінювальних та приймальних сигналів в кожному напрямку відбувається за допомогою поляризаційного селектора ПС1Р або ПС2Р. Формування сигналів відбувається в збуднику-гетеродину у вибраному радіорелейному діапазоні частот при наявності сигналів від пульта управління ПУ РР. Кожен приймальний НВЧ тракт в напрямку А або Б має приймач НВЧР1, або приймач НВЧР2 та змішувач ЗмР1, або змішувач ЗмР2. Далі сигнали надходять на модулятор-демодулятор Мд-Дм РРС і через нього потрапляють на мультиплексор-демультиплексор потоків М-Д STM-1. На групову передачу сигнали від модулятора-демодулятора Мд-Дм РРС подаються в тракт проміжної частоти, що знаходяться в складі збудника-гетеродина. Збудник-гетеродин виробляє задані частоти передачі, та сигнали на цих частотах потрапляють до передавачів Прд1 та Прд2 відповідно, далі на свої ЕК1 та ЕК2 та через свої смугові фільтри та поляризаційний селектор в антену. Станція може передавати та приймати сигнали від кореспондентів в режимі радіорелейної станції зі швидкістю 64 кбіт/с, 128 кбіт/с, 256 кбіт/с, 512 кбіт/с, 1024 кбіт/с, 2048 кбіт/с в будь-яких конфігураціях до певної потужності рівня STM-1 (155 Мбіт/с), що еквівалентно 64 потокам Е1. В режимі ретрансляції радіорелейна частина станції може ретранслювати будь-яку кількість потоків Е1 або інших цифрових каналів до рівня STM-1 з напрямку А (Б) до напрямку Б (А).

Таким чином, мобільна цифрова тропосферно-радіорелейна станція забезпечує режим роботи загоризонтного зв'язку, як тропосферна станція, та режим роботи прямої видимості, як радіорелейна станція, та за рахунок управління потужністю передавачами НВЧ забезпечує непереривну дальність на інтервалі від кількох сотень метрів до 300 км (умовно 0,1-300 км) з заданою достовірністю та надійністю зв'язку (один інтервал - дві МЦТРРРС).

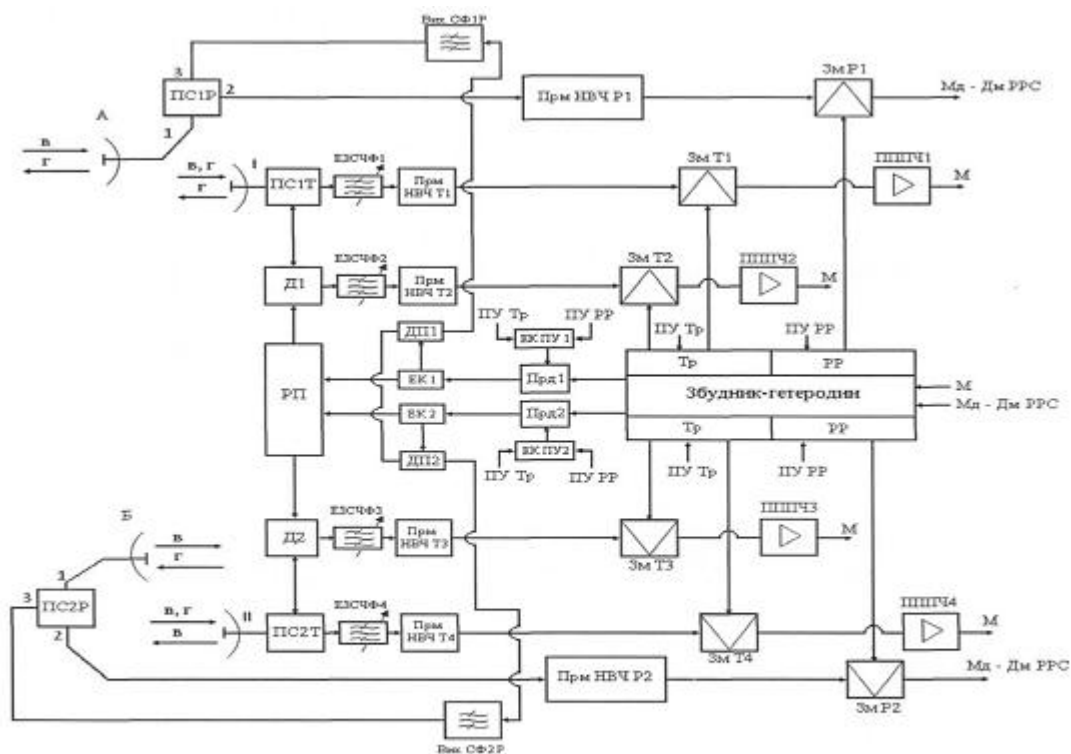


Fig. 1

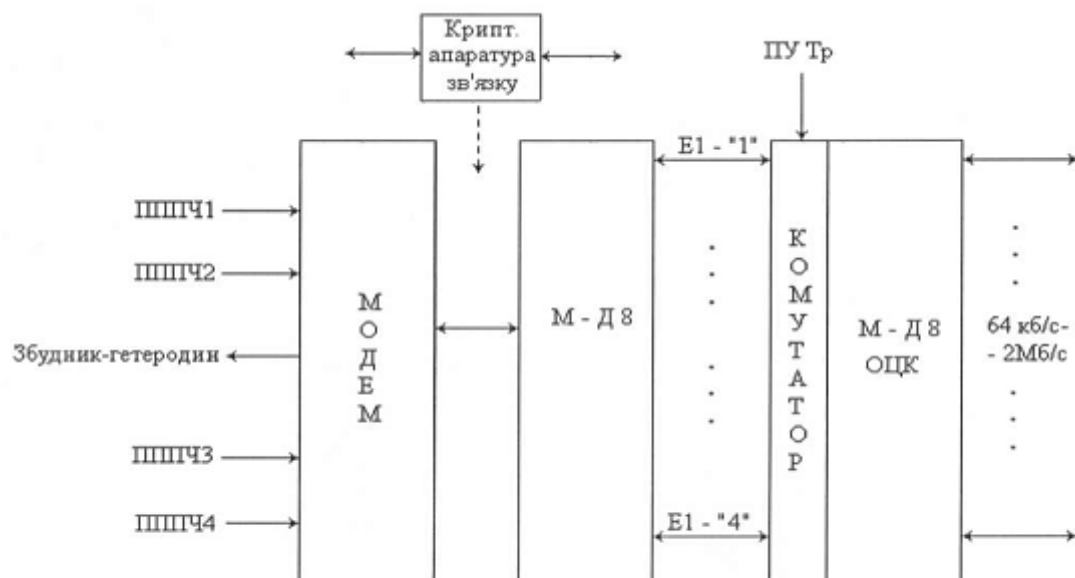
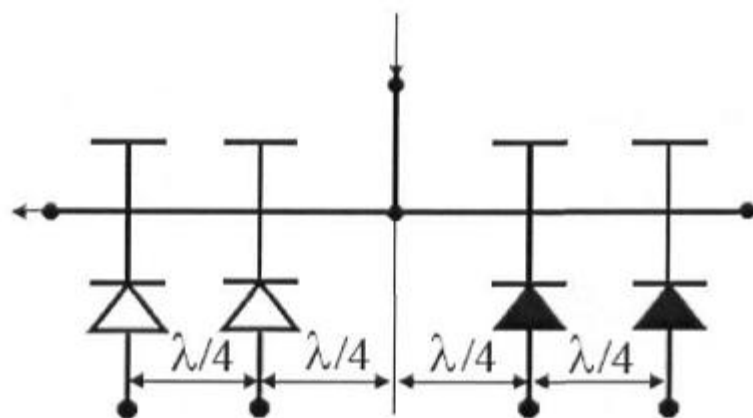


Fig. 2





Фиг. 5