

Тема 15.

Наземний радіолокаційний запитувач.

**Заняття №2. Тракт генерування та
випромінювання сигналів запиту.**

Питання

заняття

1. **Склад тракту і призначення елементів.**
2. **Принципи кодування і структура сигналів запиту.**
3. **Передавальний пристрій (блок 201).**
4. **Антенно-фідерний пристрій (блок 204).**

Склад тракту і призначення елементів

Тракт генерування та випромінювання сигналів запиту забезпечує:

- формування радіоімпульсного сигналу запиту згідно із встановленим діапазоном, режимом та кодом;
- передачу (каналізацію) його до антенної системи або її еквівалента, а також – виконання необхідних комутацій між елементами тракту (“Антена-Еквівалент”, “Антена Основна-Антена ПБП”, “Прийом – Передача”);
- випромінювання сигналів запиту в ефір;
- прийом сигналів відповіді та передача їх на вхід приймача;
- вимірювання потужності передавача і параметрів сигналів, а також автоматичний оперативний контроль за роботою систем тракту з індикацією на світлодіодах.

До складу тракту входять:

- передавальний пристрій (задавальний генератор) – блок *У0020100–А*;
- фідерний пристрій – блок *У0020400*;
- антенна система (суміщена з антенною системою РЛС).

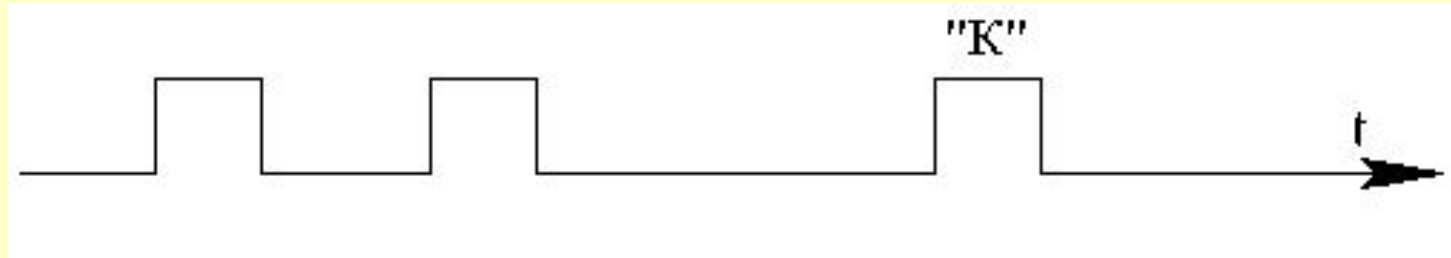
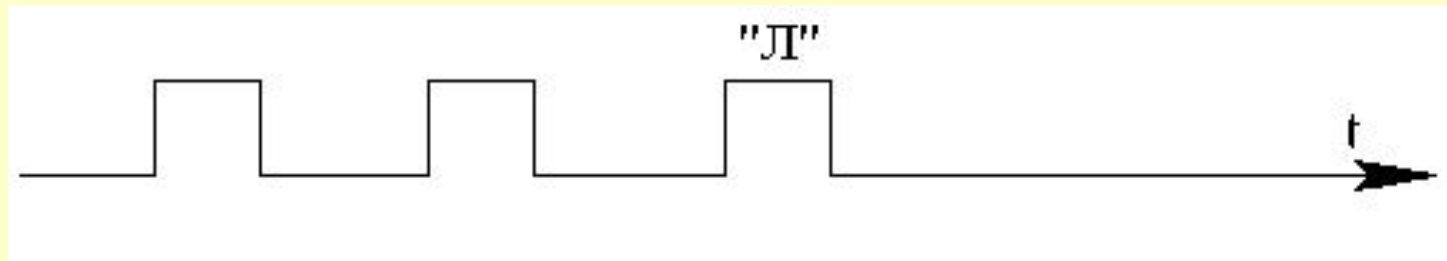
Принципи кодування і структура сигналів запиту

Структура СЗ в III діапазоні.

Використовується відкрите кодування сигналів запиту.

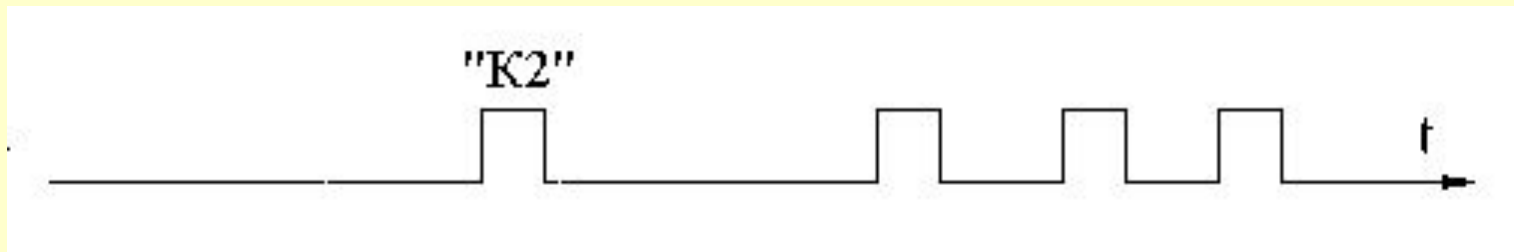
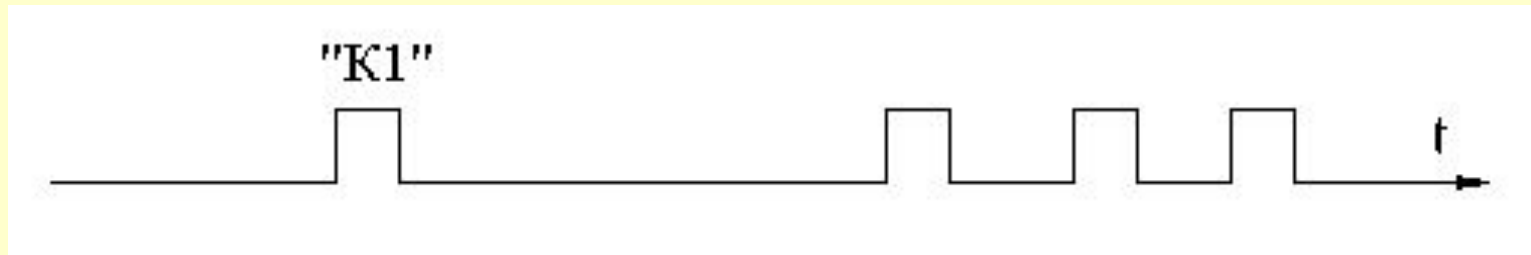
$$f_{\text{несуч}} = f_1 = 668 \text{ МГц. } \tau_i = 0,35 \div 0,8 \text{ мкс}$$

Режим РІ. Часова структура являє собою трійку імпульсів. В режимі запиту кораблів останній імпульс змінює свою позицію



Режим РІІІ. Структура сигналів запиту не змінюється.

Контрольний запит. Попереду “трійки” з’являється ще один імпульс на одній з двох позицій (K1 або K2), порушуючи прийняту структуру коду запиту режиму *PI*.

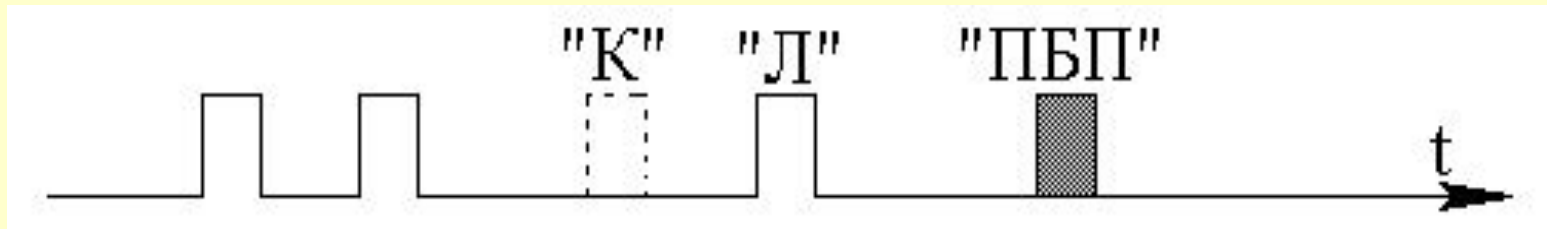


Структура СЗ в VII діапазоні.

Використовується як відкрите, так і закрите кодування.

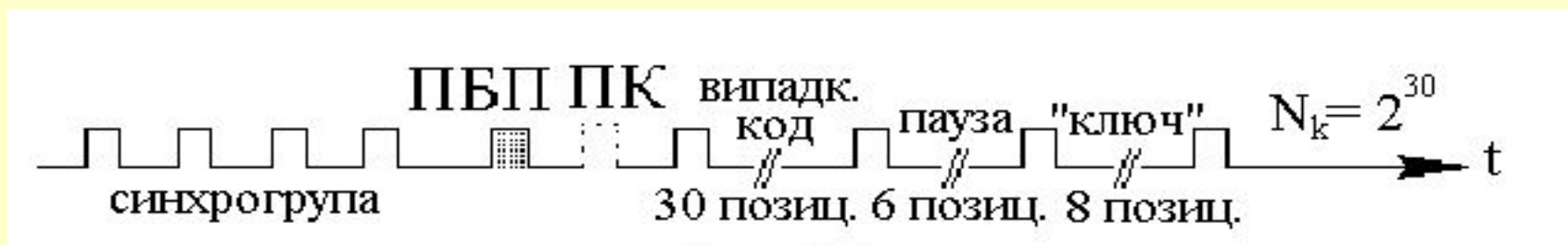
$$f_{\text{несуч}} = f_4 = 1532 \text{ МГц}; \quad \tau_i = 0,35 \div 0,7 \text{ мкс}$$

Режим РІ. Відкрите кодування сигналів. В якості сигналу запиту виступає також “трійка” імпульсів, але з іншими часовими інтервалами, ніж в III діапазоні. Для реалізації режиму захисту від прийому по бічним пелюсткам ДН по запиту “на передачу”, до складу ЗС вводиться допоміжний імпульс ПБП, що випромінюється додатковою антеною ПБП.



Режим РІІ. Криптографічне (закрите) кодування сигналів. У своєму складі СЗ містить незмінну групу імпульсів, що називається синхрогрупою (СГ) і інформаційну частину (ІЧ) – групу імпульсів, яка змінюється від періоду до періоду за випадковим законом.

На восьми позиціях розташована інформація перевіркоюї частини (ПЧ) - “ключа”, яка за своєю структурою відповідає по визначеному правилу структурі ІЧ і даті введеної ключової інформації. В ДШ відповідача перевіряється відповідність прийнятих ІЧ і ПЧ (“ключа”) сигналу, і команда формування сигналу відповіді видається тільки у випадку їх відповідності.



Імпульс “ПК” (перемикання кодів) призначений для здійснення переходу з коду діючого “КД” (поточна доба) на код наступний “КН”(код наступної доби). Він формується тільки з 23god 47хв поточної доби до 00god 13хв наступної. В цей час можлива робота на будь-якому із двох кодів – “КД” або “КН”.

Режим РІІІ. Відкрите кодування сигналів. До коду запиту режиму *РІ* додаються два імпульси на двох з шести позицій. Кількість можливих комбінацій дорівнює 15, але в даному режимі задіяні лише 12. Інформація про індивідуальний код запиту міститься у часовому положенні (віддаленні) кожного із двох імпульсів по відношенню до першого імпульсу послідовки запиту.



Передавальний пристрій (блок 201)

Передавальний пристрій призначений для формування потужних радіоімпульсів згідно із встановленим діапазоном, режимом та кодом.

Технічні характеристики.

Несуча частота IIIд – $f_1 \pm 4 \text{ МГц}$; VIIд – $f_4 \pm 1 \text{ МГц}$.

Імпульсна потужність $P_{III} \geq 870 \text{ кВт}$; $P_{VII} \geq 920 \text{ кВт}$.

Частота повторення ІЗ:

□ в режимі внутрішнього запуску: $F_n = 250 \text{ Гц}$ або 500 Гц .

□ в режимі зовнішнього запуску: $F_n = F_{n\text{РЛС}} / 3$.

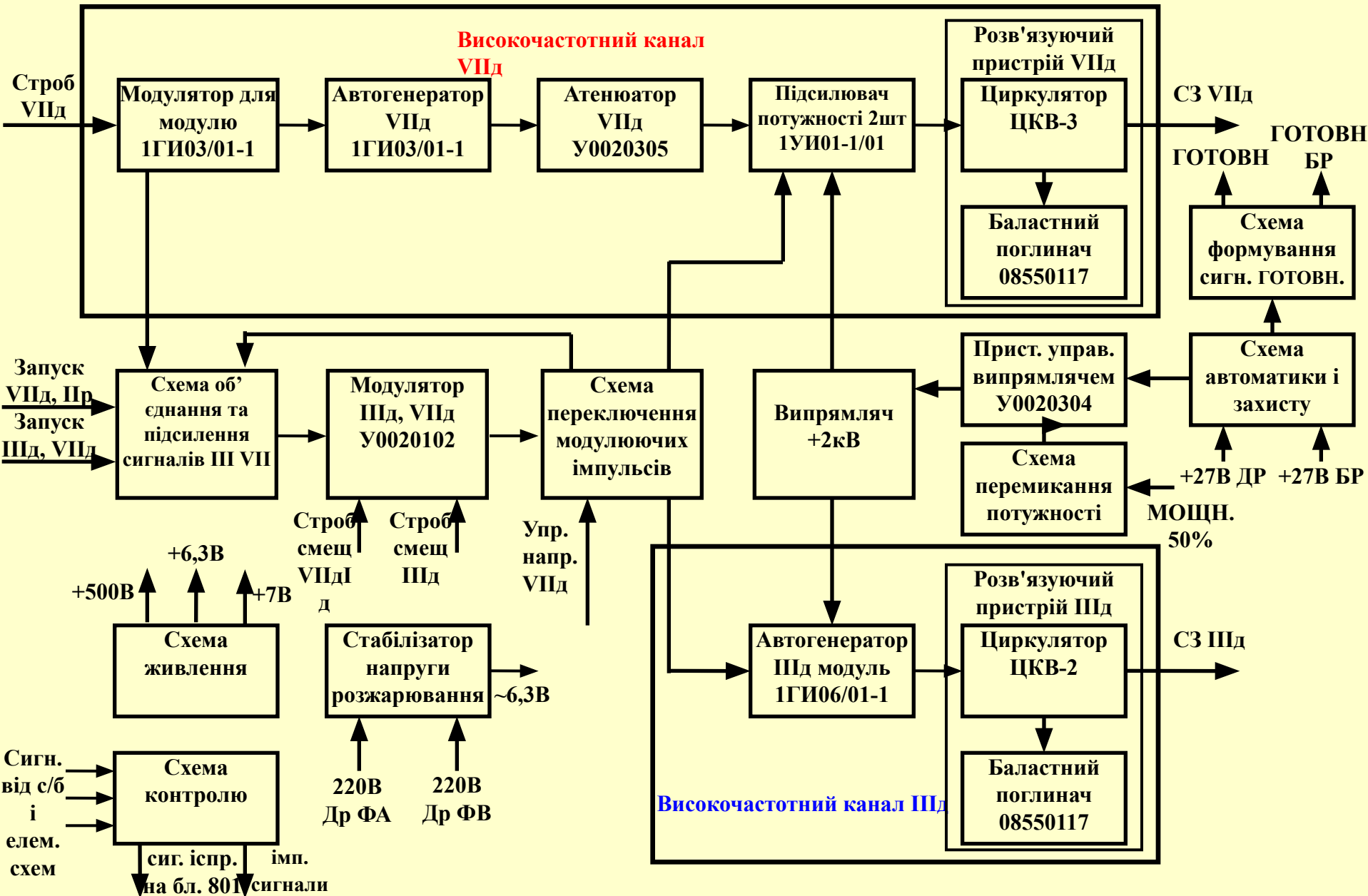
Тривалість імпульсів IIIд $\tau_i = 0,35 \div 0,8 \text{ мкс}$.

VIIд $\tau_i = 0,35 \div 0,7 \text{ мкс}$.

Склад.

До складу передавального пристрою входять:

- **схема об'єднання та підсилення відеоімпульсів запуску *III*д та *VII*д;**
- **модулятор *III*д та *VII*д;**
- **високочастотний канал *III*д;**
- **високочастотний канал *VII*д;**
- **схема перемикання модулюючих імпульсів;**
- **схеми живлення, управління, захисту та контролю.**



Функціональна схема задавального генератору бл.У0020100-А

Принцип роботи.

Принцип роботи передавального пристрою в *IIIд* і *VIIд* полягає в генеруванні високочастотних сигналів стабільної несучої частоти визначеної тривалості і потужності.

Відеосигнали запиту, що містять у собі часову структуру коду запиту надходять до передавача з ШСЗ (шифратора сигналів запиту) (бл.701) або з ЗАО-П при натисненні кн. “МАНІП” на пульті управління. Ці відеоімпульси надходять на схему об’єднання і підсилення імпульсів запиту *IIIд* і *VIIд*.

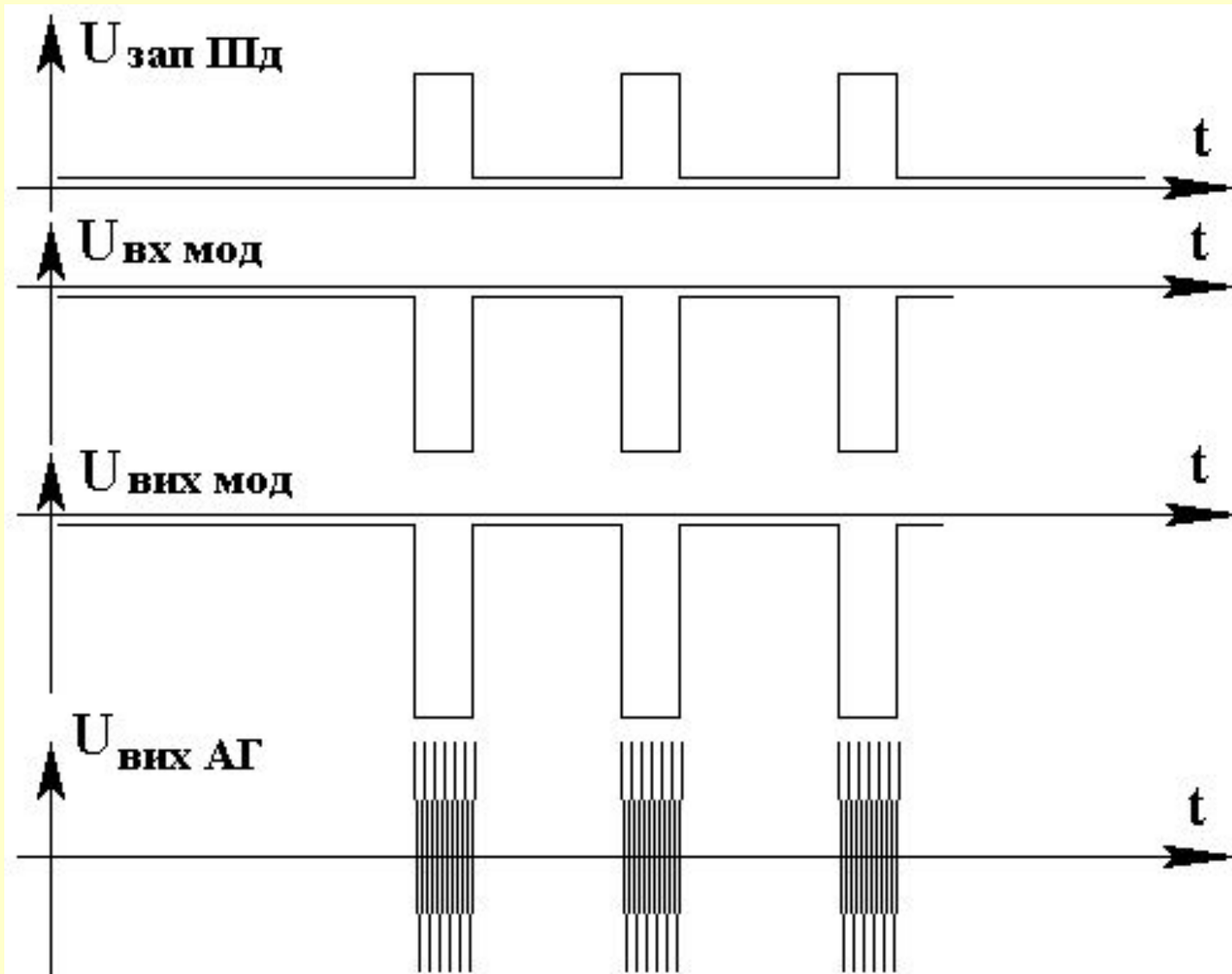
Схема об’єднання призначена для попереднього підсилення імпульсів запиту, що необхідні для запуску модулятора *IIIд*, *VIIд*, а також їх об’єднання на одному виході при наявності на вході керуючої напруги *VIIд*. Крім об’єднання і підсилення схема змінює полярність сигналів на негативну. Далі інвертовані імпульси надходять на модулятор.

Модулятор $III\delta$, $VII\delta$ формує потужні відеоімпульси негативної полярності для катодної модуляції модулів ВЧ каналів $III\delta$ та $VII\delta$.

Робота модулятора можлива лише при наявності імпульсних сигналів “*Смещение III*” або “*Смещение VII*”, тривалість яких дорівнює максимальній базі сигналу запиту $III\delta$ або $VII\delta$ відповідно. При відсутності цих імпульсів схема заборони виключає випадкове спрацювання модулятора.

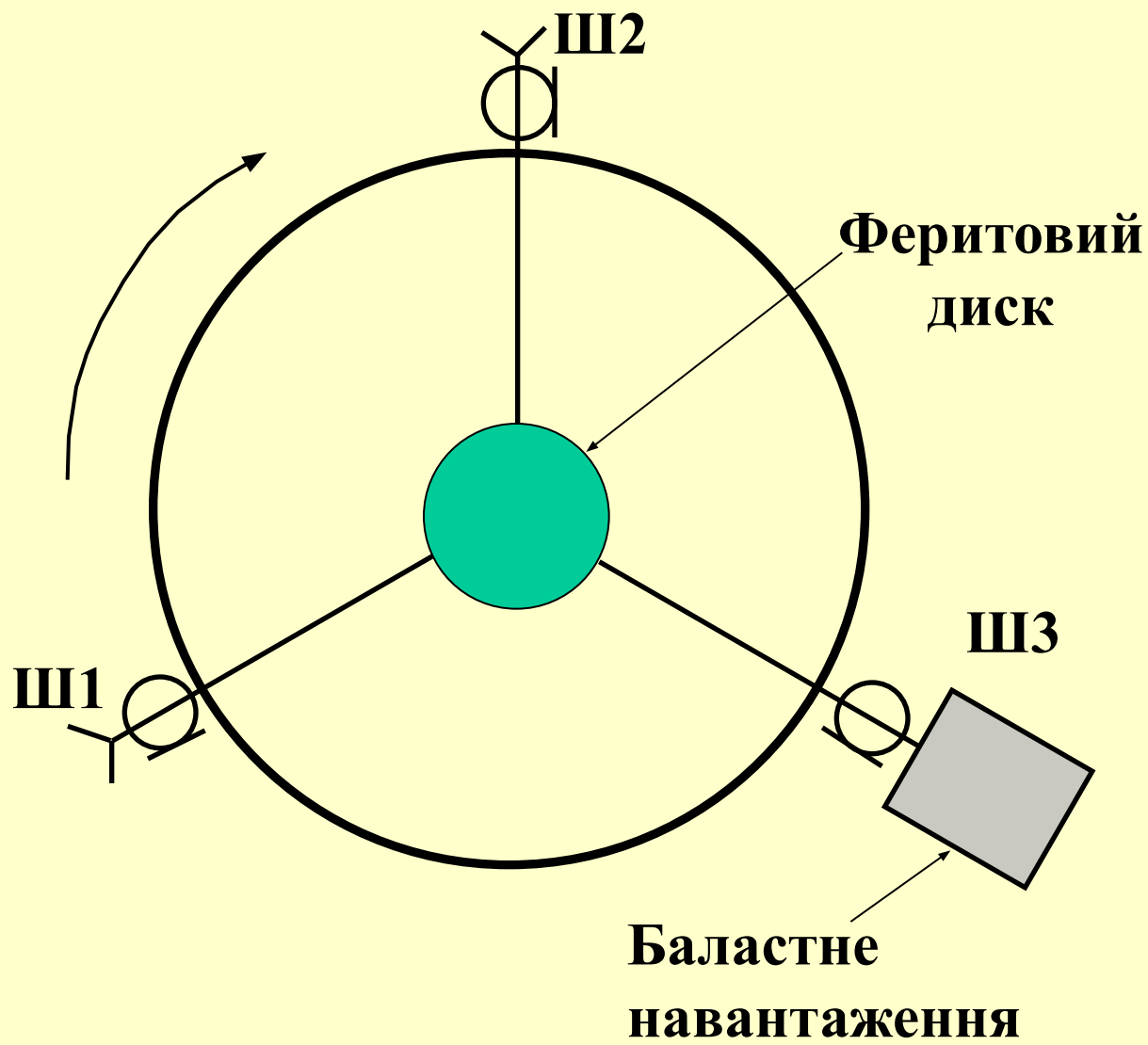
Схема перемикання модулюючих імпульсів при наявності керуючої напруги $VII\delta$ (+27В) комутує вихідні сигнали модулятора до ВЧ каналу $VII\delta$, а при її відсутності – до ВЧ каналу $III\delta$.

ВЧ канал ІІІд. Канал побудований за схемою задавального автогенератора. Основу його складає нероз'ємний тріодний модуль автогенератор 1ГИ06/01-1. На анод модуля з високовольтного випрямляча +2кВ, що керується пристроєм керування випрямлячами надходить постійна напруга +2кВ. При надходженні до катоду модуля модулюючих імпульсів негативної полярності на виході АГ формується серія потужних радіоімпульсів на частоті f_1 , з часовою структурою, що відповідає структурі коду запиту ІІІд.



На виході каналу встановлений *розв'язувальний пристрій*, до складу якого входить *циркулятор ЦКВ-2* та *баластний поглинач*. Пристрій призначений для зменшення впливу змін навантаження фідерного пристрою на стабільність роботи АГ. ЦКВ перерозподіляє ВЧ енергію між плечами за рахунок невзаємних властивостей феритів. Енергія сигналу запиту з плеча “І” ЦКВ з малими втратами ($0,6\text{дБ}$) надходить до плеча “ІІ” і далі на фідерний пристрій і майже не надходить до плеча “ІІІ” (послаблення 20дБ).

Енергія сигналу запиту, відбита від навантаження за рахунок неідеального узгодження опору фідерного тракту з плечем “ІІ” циркулятора з малими втратами надходить до плеча “ІІІ”, де поглинається добре узгодженим баластним навантаженням і не надходить до плеча “І”, тим самим не впливаючи на роботу АГ.



ВЧ канал VIIд. Канал побудований за схемою “ЗГ – підсилювач потужності”, що забезпечує більш високу стабільність частоти і більшу вихідну потужність, ніж в *III* діапазоні.

До входу модулятора АГ, створеного на модулі 1ГИ03, в кожному періоді ІЗ надходить строб – імпульс *VIIд* тривалістю 54мкс (117мкс в *IIр*), що відповідає максимальній базі сигналу запиту.

Модулятор формує імпульс негативної полярності для катодної модуляції автогенератора, виконаного на модулі 1ГИ03/01-1. **Автогенератор** генерує високочастотні коливання на частоті f_4 під час існування на вході строб-імпульса.

З виходу АГ тривалий ВЧ імпульс надходить на атенюатор. **Атенюатор** являє собою фіксований поділювач потужності на активних резисторах, що забезпечують необхідне послаблення потужності сигналів. За допомогою регульованих конденсаторів, що також входять до складу атенюатора, здійснюється компенсація реактивної складової вхідного опору підсилювача потужності чим досягається мінімальне відбиття ВЧ енергії. Іншими словами атенюатор являє собою узгоджуючий та розв'язуючий пристрій. З виходу атенюатора ВЧ імпульс надходить до **підсилювача потужності**, виконаного за двохкаскадною схемою на модулях 1УИ01-1/01-2.

Модуючі імпульси $V\Pi d$, що несуть у собі часову кодову інформацію послілки запиту $V\Pi d$, з перемикача модулюючих імпульсів надходять до катодів тріодних модулів, які формують послідовність потужних радіоімпульсів.

З виходу підсилювача потужності радіоімпульси послілки запиту $V\Pi d$ через циркулятор подаються до фідерного тракту.

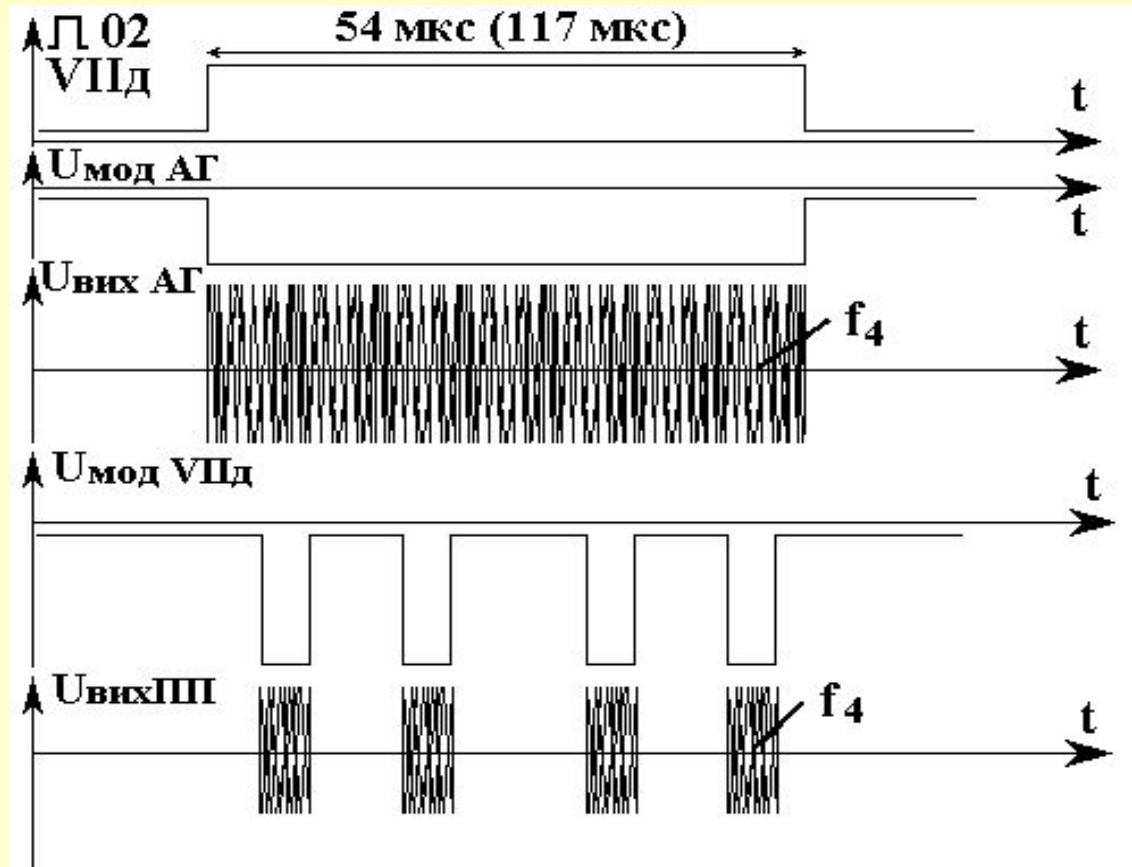


Схема управління випрямлячем +2кВ

Оригінальність схеми полягає у тому, що напруга на виході випрямляча змінюється не за рахунок зміни амплітуди напруги в первинній обмотці трансформатора, а за рахунок зміни діючої напруги, шляхом часткового обмеження площини синусоїди.

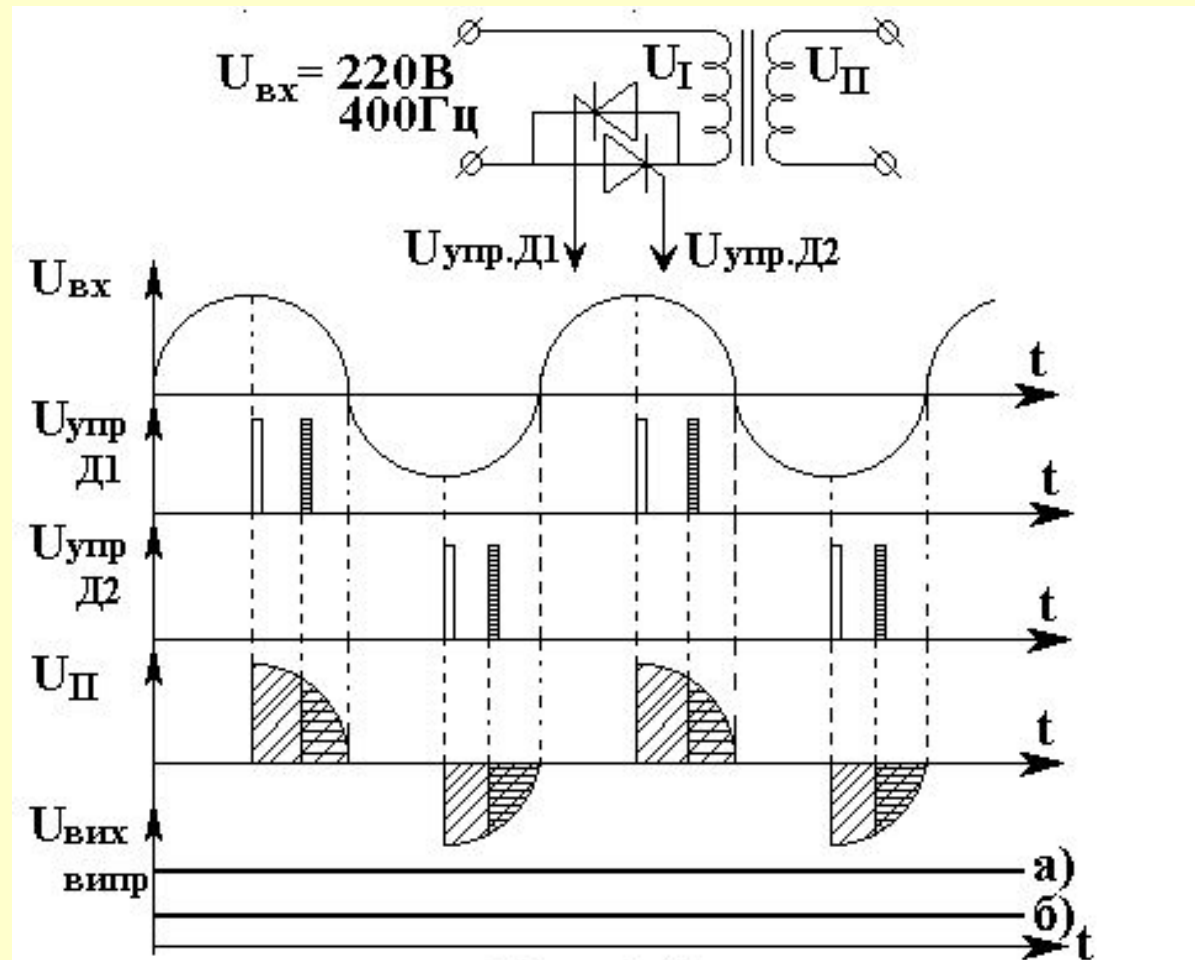


Схема перемикання потужності призначена для поступової зміни потужності високочастотних каналів *III*д та *VII*д – (100% або 50%) шляхом зміни вихідної напруги високовольтного випрямляча.

Схема управління і захисту забезпечує необхідний порядок вмикання і вимикання живлячих напруг; захист елементів схеми від аварійних режимів; захист обслуговуючого персоналу від випадкового попадання під високу напругу; формування сигналів несправності передавального пристрою на схему контролю ШДПр при виході із ладу елементів передавального пристрою.

Антенно-фідерний пристрій (бл.204)

Фідерний пристрій (блок У0020400).

Фідерний пристрій забезпечує:

- передачу сигналів запиту *III*д та *VII*д від передавального пристрою до основної антени;
- комутацію в *VII*д імпульсу запиту ПБП з основного каналу запиту на додатковий (антену ПБП);
- передачу сигналів відповіді від основної та додаткової антен на вхід приймального пристрою;
- почергову комутацію за сигналами управління “*Смещение III*” та “*Смещение VII*” антенної системи між передавальним та приймальним пристроєм за допомогою перемикача “Прийом – Передача”;

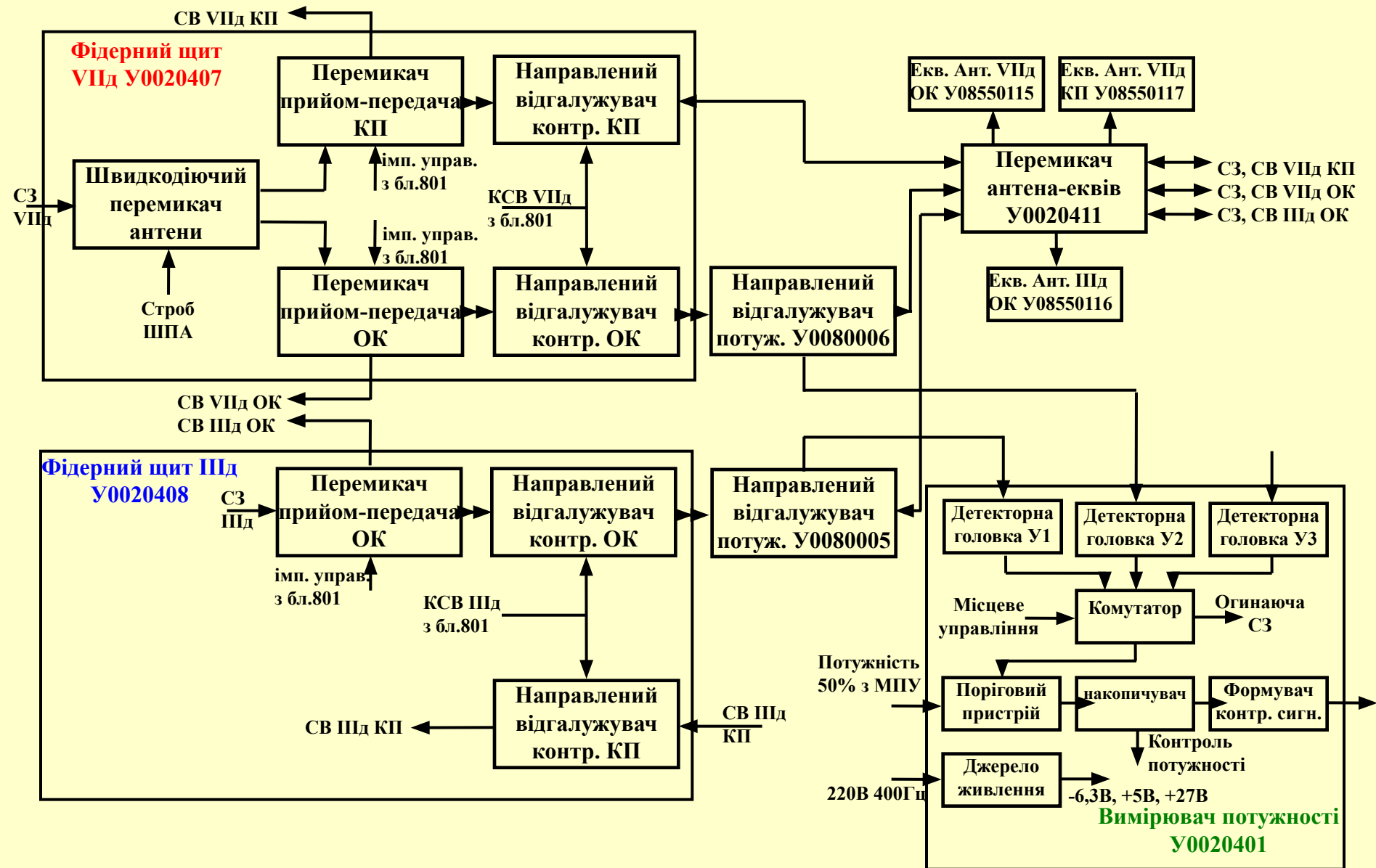
- перемикання за сигналом управління каналів запиту з антени на еквівалент антени за допомогою перемикача “Антенa-Еквівалент”;
- захист входу приймального пристрою від потужних сигналів запиту власного передавача;
- введення контрольних сигналів відповіді *IIIд* та *VIIд* в приймальний тракт;
- постійний автоматичний контроль потужності передавального пристрою та вимірювання його значення за допомогою ВП.

Технічні характеристики.

- Коефіцієнт стоячої хвилі в режимі передачі не більше 2,5.
- Потужність, що просочується на вхід приймального пристрою $\leq 150 \text{ мкВт}$.
- Втрати потужності при випромінюванні та прийомі:
 $VII\partial \leq 1 \div 1,2 \text{ дБ}$ $III\partial \leq 0,8 \text{ дБ}$.

Склад.

- Фідерний щит $VII\partial$ (У0020407).
- Фідерний щит $III\partial$ (У0020408).
- Направлені відгалужувачі потужності $III\partial$ та $VII\partial$ (У0080005, У0080006).
- Вимірювач потужності (У0020401).
- Перемикач “Антен-Еквівалент” (У0020411).
- Еквіваленти антен (У08550115; У08550116; У08550117).



Функціональна схема фідерного пристрою бл.У0020400

Принцип роботи.

Принцип роботи фідерного пристрою (ФП) заснований на використанні резонансних властивостей чвертьхвильових відрізків ліній та напівпровідникових НВЧ - діодів, які використовуються в якості комутаційних елементів.

Фідерний щит VIIд складається з:

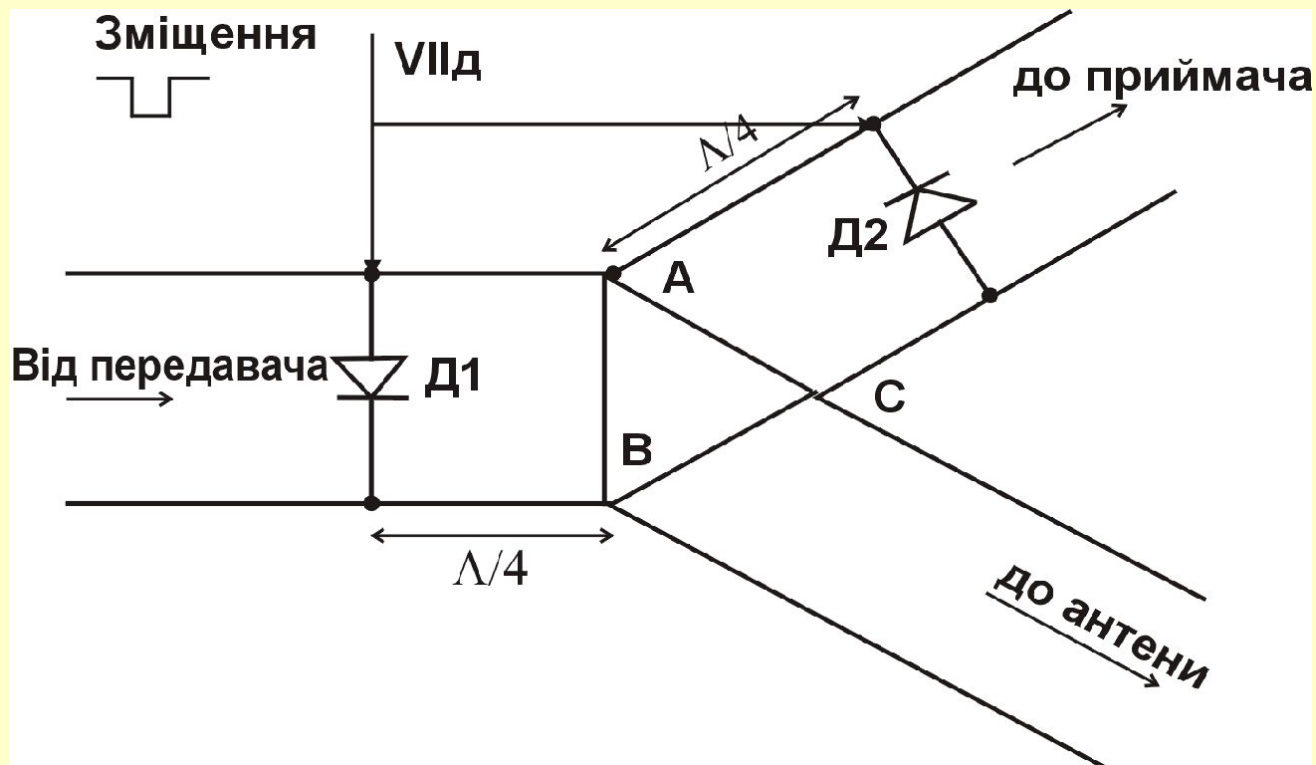
- швидкодіючого перемикача антен (ШПА);
- перемикача “Прийом-Передача” основного каналу;
- перемикача “Прийом-Передача” каналу ПБП;
- направлених відгалужувачів контролю основного каналу і каналу ПБП.

Посилка запиту VIIд від передавача (бл.У0020100) надходить до ШПА. ШПА призначений для підключення виходу передавача VIIд до антени основного каналу або каналу ПБП в залежності від наявності керуючої напруги (строб управління ШПА), що надходить від бл.У0080100.

Перемикач “Прийом-Передача” призначений для:

- ❑ комутації СЗ від передавача до антени;
- ❑ комутації СВ від антени до входу приймального пристрою;
- ❑ захисту входу приймача від потужних сигналів запиту, що просочуються під час випромінювання.

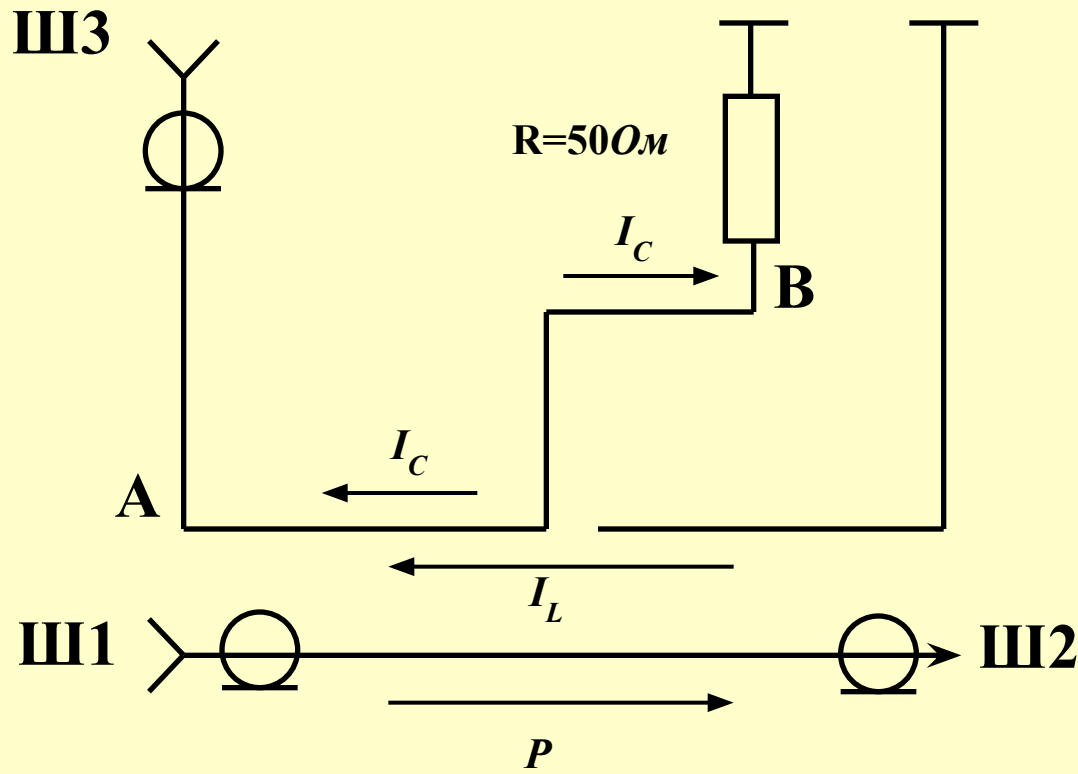
Перемикач складається із трьох відрізків смугових ліній, що з'єднані як показано на рис.



Направлені відгалужувачі контролю основного каналу та каналу ПБП призначені для вводу контрольного сигналу імітатора до входу приймального пристрою. Вони являють собою дві зв'язані індуктивно-ємкісним зв'язком коаксіальні лінії. Зв'язок між петлею та коаксіалом встановлено з великим послабленням десь біля (30дБ), тому втрати відбитого корисного сигналу (за рахунок введеної неоднорідності) невеликі.

Фідерний щит IIIд аналогічний фідерному щиту VIIд. Відміна – відсутній ШПА, оскільки в IIIд імпульсу ПБП в структурі сигналу немає.

Направлені відгалужувачі потужності призначені для передачі частини сигналу запиту (в *IIIд* або в *VIIд*) на вимірювач падаючої потужності. Кожний являє собою дві зв'язані індуктивно-ємкісним зв'язком коаксіальні лінії.



Вимірювач падаючої потужності призначений для:

- вимірювання потужності на частотах f_1 та f_4 на виході передавача;
- індикації потужності у проміжних каскадах;
- автоматичного контролю порігового рівня потужності.

Вимірювання здійснюються за щитовим приладом, що розміщений у бл. 801. Покази приладу переводяться в одиниці потужності за номограмою, яка знаходиться на передній панелі блоку на шильдику.

Перемикач “Антен-Еквівалент” складається із високочастотної частини та механізму перемикання.

ВЧ - частина являє собою смугову симетричну двохпровідну лінію. Перемикання з антени на еквівалент та назад здійснюється обертом диску, жорстко зв'язаним з валом, за який зачіпляється механізм перемикання.

Еквівалент антени являє собою поглинаюче навантаження на коаксіальній лінії.

Антенна система.

Антенна система НРЗ забезпечує:

- **направлене випромінювання СЗ ОА IIIд та VIIд;**
- **ненаправлене випромінювання імпульсу ПБП антеною ПБП в VIIд;**
- **прийому сигналів відповіді в IIIд та в VIIд.**

Склад.

АС НРЗ суміщена з АС РЛС 19Ж6 та містить у собі:

- **фільтри нижніх частот (ФНЧ) 194ВВ20—2шт., 194ВВ21—2шт;**
- **селектори каналів 194ВВ25, 194ВВ70, 194ВВ47, 194ВВ62 (спільні з РЛС);**
- **струмознімач (спільний з РЛС);**
- **опромінювач ОК IIIд 194АА31М;**
- **опромінювач ОК VIIд 194АА32М;**
- **компенсаційну антену (ПБП) IIIд 354АА53;**
- **компенсаційну антену (ПБП) VIIд 354АА54;**
- **дзеркало антени, спільне для РЛС та НРЗ.**

Призначення елементів:

ФНЧ – не пропускають до входу приймача НРЗ гармонійні складові верхніх частот, що створюються зондувальними імпульсами РЛС.

Селектори каналів об'єднують та роз'єднують сигнали основних та допоміжних каналів НРЗ в *III*д та *VII*д для їх передачі через струмознімач, що необхідно для зменшення кількості ліній передачі від нерухомої частини апаратури до рухомої (антени).

Струмознімач являє собою триаксіальне зчленування, що обертається і призначене для передачі сигналів від нерухомої частини антенної системи до рухомої та назад. Він є спільним для сигналів РЛС та НРЗ.

Опромінювач ОК IIIд має 2 ряди по 6 випромінювачів директорного типу. Призначений для створення спільно з дзеркалом необхідної ДН.

Опромінювач ОК VIIд має 3 ряди по 13 випромінювачів директорного типу. Призначення аналогічне. НРЗ має вертикальну поляризацію.

Компенсаційна антена (ПБП) виконана у вигляді двох окремих блоків (передньої і задньої полусфери). Містить у собі випромінюючі елементи IIIд та VIIд та призначена для формування ДН, близької до кругової з коефіцієнтом підсилення, що приблизно дорівнює коефіцієнту підсилення ОА в напрямку бокових пелюсток.

Дзеркало антени є спільним для РЛС та НРЗ і призначене для фокусування ЕМ - енергії у напрямку основного променя.