



**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПІДГОТОВКИ ОФІЦЕРІВ
ЗАПАСУ ЗА КОНТРАКТОМ**

**ГРУПОВЕ ЗАНЯТТЯ 2
з навчальної дисципліни**

“ПОБУДОВА РЛС РТВ” (Д 52-2)

**Заняття № 1. Загальна характеристика
передавальної системи РЛС 19Ж6**

Навчальні питання

- 1. Призначення, склад, технічні характеристики передавальної системи
- 2. Структурна схема та принцип роботи передавальної системи

ЛІТЕРАТУРА

1. Навчальний посібник. Озброєння та військова техніка РТВ. Побудова РЛС 19Ж6. Гриб Д.А., Климченко В.Й. Малишев О.А. і др. Харків: ХУПС, 2007.
2. Альбом схем. Озброєння та військова техніка РТВ. Побудова РЛС 19Ж6. Гриб Д.А., Климченко В.Й. Малишев О.А. і др. Харків: ХУПС, 2007.

- **1. Призначення, склад, технічні характеристики передавальної системи.**

Передавальна система РЛС призначена для формування потужного зондувального сигналу в сантиметровому діапазоні хвиль і малопотужних гетеродинних напруг для приймального пристрою.

Передавальна система РЛС 19Ж6 являє собою потужний імпульсний передавач, який побудований за схемою “збуджувач – підсилювач потужності”.

Збуджувач формує високостабільну когерентну послідовність малопотужних радіоімпульсів. Залежно від обраного режиму огляду простору формуються два або чотири зімкнутих у часі радіоімпульси на різних частотах. Тривалість радіоімпульсів кожного каналу визначається режимом запуску (ЧАСТЫЙ або РЕДКИЙ) та режимом огляду простору (1-й, 2-й, 3-й, 4-й) і може приймати 4 значення: 6 мкс; 3 мкс; 1,5 мкс; 0,75 мкс. Несучі частоти радіоімпульсів зондувального сигналу визначаються літерою РЛС. Передавальна система виготовляється для роботи на одній з двох частотних літер: літера А (f_1, f_3, f_5, f_7) і літера Б (f_2, f_4, f_6, f_8) Чисельні значення несучих частот наведені у формулярі РЛС. Період повторення зондувальних сигналів змінюється через кожні 8 тактів зондування. В межах вісімки період повторення залишається незмінним. Період повторення й тривалість зондувального сигналу задаються системою синхронізації.

Підсилювач потужності забезпечує підсилення сформованих збуджувачем радіоімпульсів до необхідної потужності. В якості підсилювача обрано клістрон типу КИУ-77, який забезпечує підсилення зондувальних імпульсів до потужності 350 кВт. Необхідні для роботи клістрона імпульси напруги живлення формуються імпульсним модулятором. Тривалість та період надходження модулюючих імпульсів узгоджені з такими ж параметрами сигналів, що формуються збуджувачем. Джерелом живлення модулятора є високовольтний випрямляч, який зі змінної напруги 220 В, 400 Гц формує необхідну високовольтну постійну напругу.

До складу передавальної системи входять:

- збудник – шафа 195ГВ03 (для першої частотної літери) або 195ГВ04 (для другої частотної літери);
- вихідний підсилювач – шафа 195ГГ02;
- модулятор – шафа 195ГМ02;
- високовольтний випрямляч – шафа 195БВ01 .

Основні технічні параметри передавальної системи:

імпульсна потужність зондувального сигналу на кожній з несучих частот не менш ніж 350 кВт;

номінальна середня потужність зондувального сигналу не менш ніж 3 кВт;

сукупна тривалість зондувального сигналу при частому режимі запуску – 6 мкс, при рідкому режимі запуску – 12 мкс;

частоти повторення зондувального сигналу при частому режимі запуску – 1374, 1576, 1491, 1634 Гц, при рідкому режимі запуску – 692, 788, 745, 817 Гц;

рознесення несучих частот сигналів в частотних каналах – 58 МГц;

довгострокова відносна нестабільність несучих частот зондувальних сигналів не перевищує 10^{-4} ;

короткочасна (за 8 періодів зондування) відносна нестабільність несучих частот зондувальних сигналів не перевищує $10^{-7} \dots 10^{-8}$;

споживана потужність передавальною системою – не більш ніж 30 кВт.

2. Структурна схема та принцип роботи передавальної системи.

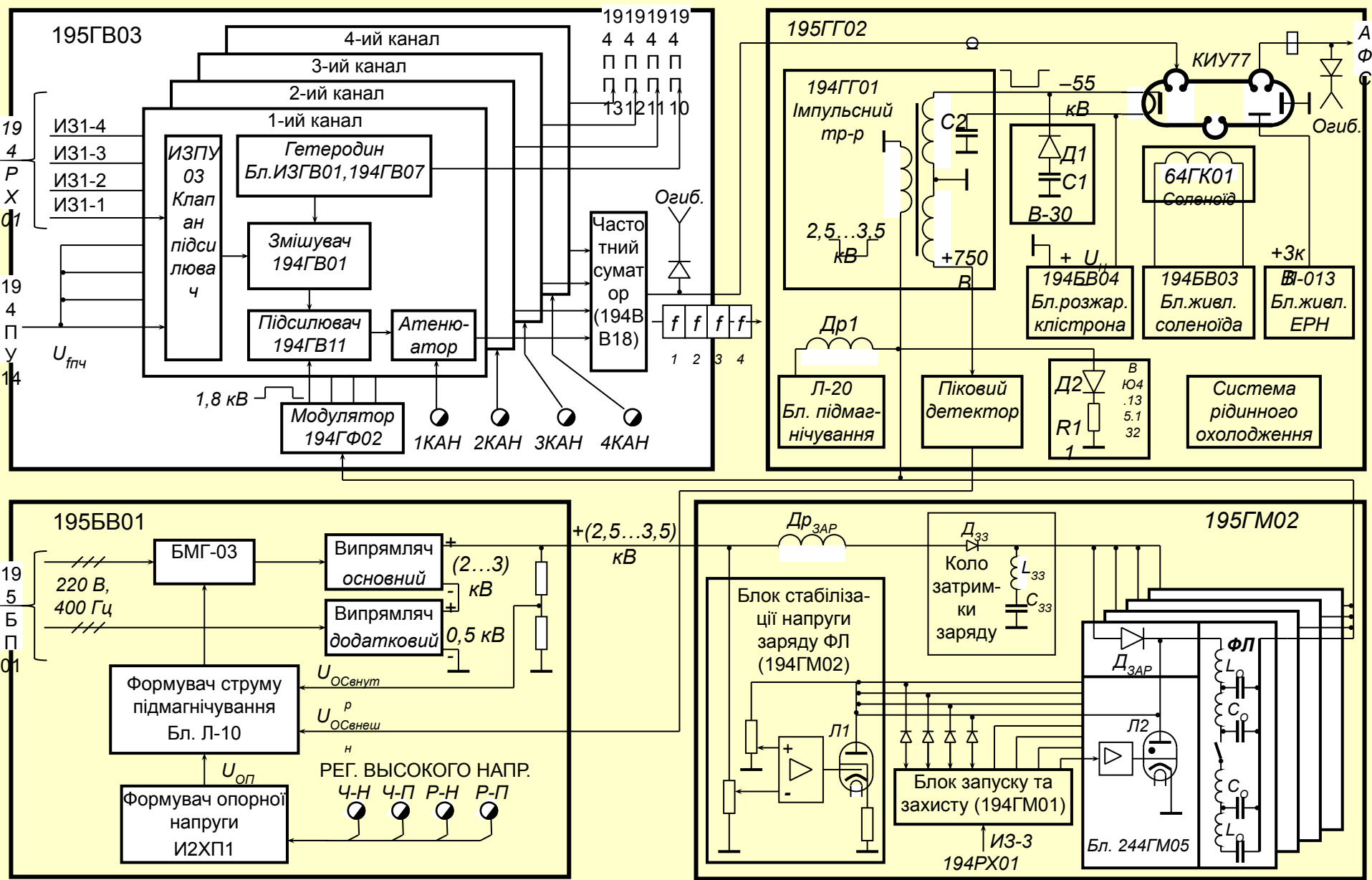


Рис.3.1. Структурна схема передавальної системи РЛС 19Ж6

Формування потужного зондувального сигналу здійснюється шляхом об'єднання в один тракт і наступного підсилення створених чотирма частотними каналами послідовно у часі малопотужних високостабільних радіоімпульсів. Таке формування дозволило обмежитись використанням одного потужного вихідного підсилювача і знизити вимоги до електричної міцності елементів НВЧ тракту.

2.1. Формування малопотужних радіоімпульсів здійснюється збуджувачем – шафою 195ГВ03(04). Радіолокаційні станції 19Ж6 першої частотної літери оснащуються шафами 195ГВ03, а другої – 195ГВ04. Шафи однакові за принципом побудови і відрізняються тільки частотними настройками окремих блоків.

Збуджувач містить (рис. 3.1.) чотири ідентичних за принципом побудови канали і пристрій об'єднання сигналів (частотний суматор). В кожному каналі здійснюється змішування малопотужних надстабільних коливань на частотах f_{r1} , (f_{r3} , f_{r5} , f_{r7}) із “вирізками” (імпульсами) на проміжній частоті $f_{пр}$. Внаслідок цього формуються чотири радіоімпульси на робочих частотах: $f_{(1,3,5,7)} = f_{r(1,3,5,7)} + f_{пр}$.

Для формування надстабільної гетеродинної напруги у кожному каналі шафи 195ГВ03 встановлені кварцові гетеродини, що розташовані в субблоках ИЗГВ01 (03, 05, 07), і помножувачі частоти, які розташовані в блоках 194ГВ07. Сформовані напруги використовуються також як гетеродинні напруги f_{r1} , f_{r3} , f_{r5} , f_{r7} , в приймальних пристроях (у блоках 194ПП09) для перенесення ехо-сигналів з високої частоти на проміжну.

Періодичні “вирізки” формуються з неперервних коливань напруги $U_{пч}$ на проміжній частоті, що надходять від блока 194ПУ14, за допомогою клапан-підсилювача (субблока ІЗПУ03), який “відкривається” на час дії імпульсів ІЗ1-1 (ІЗ1-2, ІЗ1-3, ІЗ1-4), що надходять від блока синхронізації 194РХ01. Тривалість та період надходження імпульсів ІЗ1-1, ІЗ1-2, ІЗ1-3 та ІЗ1-4 визначаються режимом роботи РЛС, але часове розташування цих імпульсів завжди таке, що сформовані “вирізки” примикають у часі одна до одної.

Перенесення сформованих “вирізок” на несучу частоту $f_1, (f_3, f_5, f_7)$ здійснюється за допомогою змішувача 194ГВ01. Часова структура перенесених на високу частоту сигналів залишається незмінною.

Попереднє підсилення сформованих радіоімпульсів до потужності 60...100 Вт здійснюється підсилювачами, які розташовані в блоках 194ГВ11(13,15,17). Анодне живлення означених підсилювачів здійснюється модулятором 194ГФ02, який формує імпульси напруги +1,8 кВ шляхом відповідної трансформації та розмноження негативних модулюючих імпульсів –3 кВ, що надходять від шафи 195ГМ02.

Вирівнювання амплітуд радіоімпульсів у каналах після підсилення здійснюється атенюаторами, які встановлені в кожному каналі. Об’єднання радіоімпульсів у єдиний зондувальний сигнал здійснюється частотним суматором (бл. 194ВВ18). З виходу частотного суматора сформований зондувальний сигнал надходить на вихід шафи 195ГВ03 і далі – для кінцевого підсилення на клістронний підсилювач у шафу 195ГГ02.

2.2. Шафа 195ГГ02 служить для підсилення зондувального сигналу за потужністю. Підсилення здійснюється потужним клістроном КИУ-77. Підсилені сигнали з виходу шафи 195ГГ02 подаються на антенно-фідерну систему (АФС). Для нормального функціонування клістрона необхідно:

- подати на нього відповідну напругу анодного живлення;
- забезпечити розігрів катоду та фокусування електронного потоку;
- підтримувати глибокий вакуум в порожнині клістрона та відповідний температурний режим.

Анодне живлення клістрона здійснюється шляхом подачі високовольтного імпульсу негативної полярності на катод при заземленому аноді. Високовольтний імпульс амплітудою $U_M = -(2...3)$ кВ і тривалістю 7 або 13 мкс. формується модулятором (шф. 195ГМ02). Імпульсний трансформатор (блоком 194ГГ01) підвищує амплітуду цього імпульсу, до 45...55 кВ, зі вторинної обмотки 3–4 якого імпульси надходять безпосередньо на катод.

Для збереження прямокутної форми цього імпульсу використовуються два коригуючих кола та коло підмагнічування первинної обмотки імпульсного трансформатора. Перше коригуюче коло виконане у вигляді окремого блока В-30. Друге коригуюче коло виконане у вигляді окремої плати ВЮ4.135.132. Коло підмагнічування містить блок підмагнічування Л-20 та дросель Др1, який забезпечує розв'язку первинної обмотки імпульсного трансформатора та блока Л-20 по імпульсній напрузі. Контроль амплітуди модулюючих імпульсів здійснюється за допомогою пікового детектора. Частина цієї напруги надходить до шафи високовольтного випрямляча 195БВ01 як напруга зовнішнього зворотного зв'язку $U_{OCвнеш}$ і використовується в колах стабілізації високовольтної напруги.

Розжарювання катода клістрона здійснюється під впливом стабілізованої постійної напруги, яку формує блок 193БВ04. Оскільки в клістріні використовується катод прямого розжарювання і на нього у зв'язку з цим необхідно одночасно подавати і високовольтний імпульс, і постійну напругу розжарювання, то блок 194БВ04 вмикається по постійному струму послідовно зі вторинною обмоткою імпульсного трансформатора. А щоб усунути вплив високовольтного імпульсу на блок розжарювання, останній шунтується ємністю С2, яка розташована в блоці імпульсного трансформатора.

Фокусування електронного потоку в порожнині клістрона відбувається під впливом поздовжнього магнітного поля, яке створюється соленоїдом 64ГК01. Живлення соленоїда здійснюється постійним струмом від блока 194БВ03.

Підтримка потрібної глибини вакууму в порожнині клістрона забезпечується електророзрядним насосом (ЕРН), який вмонтований в корпус клістрона. Високовольтна постійна напруга +3 кВ надходить на анод ЕРН від блока Л-013.

Температурний режим клістрона забезпечується системою рідинного охолодження.

2.3. Модулятор (шафа 195ГМ02) забезпечує анодне живлення клістронного підсилювача сигналів у шафі 19ГГ02 і попередніх підсилювальних надвисокочастотних модулів 194ВВ11 у шафі 195ГВ03 імпульсною напругою. Модулятор формує потужний модулюючий імпульс U_m амплітудою мінус (2...3) кВ, який збігається у часі з малопотужними радіоімпульсами збуджувача. Модулятор зібраний за схемою імпульсного модулятора з резонансним зарядом і повним розрядом накопичувальної (формуючої) лінії (ФЛ). Основними функціональними елементами модулятора є зарядний дросель $Dr_{зар}$, зарядний діод $D_{зар}$, формуюча лінія ФЛ та ключовий елемент (тиратрон) Л2. Для забезпечення потрібної потужності модулюючого імпульсу його формування здійснюється чотирма ідентичними паралельно ввімкненими каналами. Зарядний дросель $Dr_{зар}$ є спільним для усіх каналів. Канали працюють на спільне навантаження, яким є первинні обмотки імпульсних трансформаторів, що розташовані у шафах 195ГГ02 та 195ГВ03. Резонансний заряд ФЛ забезпечується підбором значень параметрів зарядного дроселя $Dr_{зар}$ та ємностей C_0 формуючих ліній. Модулюючий імпульс формується при розряді формуючих ліній на первинні обмотки імпульсних трансформаторів через ключові елементи, роль яких відіграють тиратрони Л2. Синхронна робота каналів забезпечується імпульсами запуску, які формуються блоком 194ГМ01 з одного імпульсу запуску модулятора ИЗ-3. Для виключення впливу напруги високовольтного випрямляча на стан тиратронів (під впливом цієї напруги вони можуть після розряду ліній перейти до перманентно відкритого стану) слугує коло затримки заряду формуючих ліній у складі діода $D_{зз}$, індуктивності $L_{зз}$ та ємності $C_{зз}$. Стабілізацію високої напруги на формуючих лініях при їхньому заряді забезпечує стабілізатор (блок 194ГМ02), який складається з диференціального підсилювача і регулювальної пампи П1. Живлення модулятора

2.4. Шафа високовольтного випрямляча 195БВ01 формує постійну високовольтну напругу +(2,5...3,5) кВ шляхом випрямлення й згладжування змінної трифазної напруги 220 В, 400 Гц основним і додатковим випрямлячами, які вмикаються послідовно.

Значення напруги на виході основного високовольтного випрямляча може регулюватися в межах 2...3 кВ. Додатковий випрямляч підключається тільки в режимі повної (номінальної) потужності роботи передавача і формує нерегульовану високовольтну напругу +500 В. Регулювання високовольтної напруги здійснюється блоками магнітних регуляторів БМГ-03, які увімкнені в кола живлення основного випрямляча. Опір блоків БМГ-03 змінюється при дії струму підмагнічування, який формується блоком Л-10 під впливом опорної напруги $U_{оп}$ та напруги внутрішнього ($U_{OC\text{ внутр}}$) або зовнішнього ($U_{OC\text{ внеш}}$) зворотного зв'язку. Великою напруги $U_{оп}$ визначається номінальне значення вихідної напруги випрямляча, при якому забезпечується паспортне значення напруги анодного живлення клістрона (45...55 кВ). Величина напруги $U_{оп}$ встановлюється окремо для частого і рідкого запуску в режимі номінальної й зниженої потужності регулюваннями Ч-Н, Ч-П, Р-Н, Р-П. Коло внутрішнього зворотного зв'язку, з якого на формувач струму підмагнічування надходить напруга $U_{OC\text{ внутр}}$, забезпечує плавність зростання напруги на виході високовольтного випрямляча після його вмикання. При досягненні значення високої напруги на виході високовольтного випрямляча 1,8 кВ коло внутрішнього зворотного зв'язку відключається і вмикається коло зовнішнього зворотного зв'язку, яке забезпечує підтримку сталого значення напруги на виході високовольтного випрямляча. Напруга зовнішнього зворотного зв'язку ($U_{OC\text{ внеш}}$) формується піковим детектором у шафі 194ГГ02 і є пропорційною амплітуді модулюючих імпульсів, що надходять на клістрон.

Розглянута структурна схема передавальної системи надає лише загального уявлення про принципи її побудови та функціонування. В цілому ж передавальна система РЛС 19Ж6 являє собою системну сукупність досить складних технічних пристроїв. Щоби остаточно уявити принципи побудови та функціонування передавальної системи в обсязі, який би дозволив усвідомлено здійснювати налаштування, регулювання та технічне обслуговування системи, необхідно розглянути окремі пристрої системи на рівні функціональних схем.

