

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

УСТРОЙСТВО РЛС РТВ ВВС

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-18Р

Допущено Министерством обороны Российской Федерации в качестве учебника для студентов, обучающихся по программам подготовки офицеров запаса на военных кафедрах по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов противовоздушной обороны Военно-воздушных сил», а также курсантов учебных военных центров

Под общей редакцией доктора технических наук полковника Е.Н. Гарина

В двух частях
Часть 2. Альбом схем и рисунков

Красноярск
СФУ
2012

УДК 621.396.96(07)
ББК 68.517я73
В634

Авторы:

Е.Н. Гарин, Д.Д. Дмитриев, В.Н. Тяпкин, Ю.Л. Фатеев, В.М. Владимиров, В.Ю. Градусов,
А.Н. Фомин, Б.К. Саргин, Н.Е. Анпилогов, А.Д. Сосновский, В.А. Абалмасов, В.А. Леусенко

В634 Военно-техническая подготовка. Устройство РЛС РТВ ВВС. Радиолокационная станция П-18Р : учеб. : в 2-х ч. Ч. 2. Альбом схем и рисунков / Е.Н. Гарин, Д.Д. Дмитриев, В.Н. Тяпкин [и др.] ; ред. Е.Н. Гарин. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 120 с.
ISBN 978-5-7638-2720-0 (Ч. 2)
ISBN 978-5-7638-2721-7

В альбоме приведены структурные и функциональные схемы основных систем и устройств РЛС П-18Р и рисунки, поясняющие принцип их действия.

Учебник предназначен для студентов, обучающихся по программам подготовки офицеров запаса на военных кафедрах по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов противовоздушной обороны Военно-воздушных сил» а также курсантов учебных военных центров. Может быть использован инженерно-техническим составом, обслуживающим РЛС П-18Р.

УДК 621.396.96(07)
ББК 68.517я73

ISBN 978-5-7638-2720-0 (Ч. 2)
ISBN 978-5-7638-2721-7

© Сибирский федеральный университет, 2012

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Военно-техническая подготовка» является профилирующей в обучении студентов по программе подготовки офицеров запаса. Основным разделом этой дисциплины является «Устройство радиолокационных станций РТВ ВВС». В рамках этого раздела на военной кафедре Института военного обучения Сибирского федерального университета изучается радиолокационная станция П-18Р.

Данный альбом схем и рисунков (далее – Альбом) разработан на основе учебной программы подготовки офицеров запаса по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов ПВО ВВС».

Настоящий Альбом является второй частью учебника «Военно-техническая подготовка. Устройство РЛС РТВ ВВС. Радиолокационная станция П-18Р», в котором изложены общие сведения об РЛС П-18Р, ее устройстве, принципах работы отдельных

систем и блоков. Особое внимание уделено описанию физического смысла процессов, происходящих при работе систем РЛС. Работа отдельных систем и устройств рассмотрена в объеме структурных и функциональных схем, а в необходимых случаях и с элементами принципиальных схем.

В Альбоме приведены схемы основных систем и устройств РЛС и рисунки, поясняющие принцип их действия. В издании представлены структурные и функциональные схемы с элементами принципиальных схем, предназначенные для облегчения понимания обучаемыми принципов работы систем и отдельных блоков в их взаимосвязи.

Альбом предназначен для курсантов (студентов) учебных военных центров (факультетов военного обучения, военных кафедр), обучающихся по военно-учетной специальности «Эксплуатация и ремонт радиолокационных комплексов ПВО ВВС».

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р

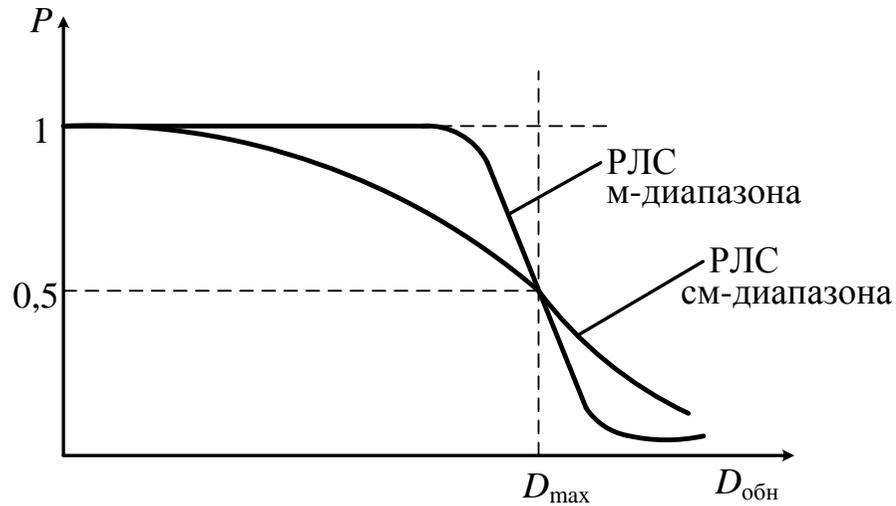


Рис. 1.1. Зависимость вероятности обнаружения цели от дальности

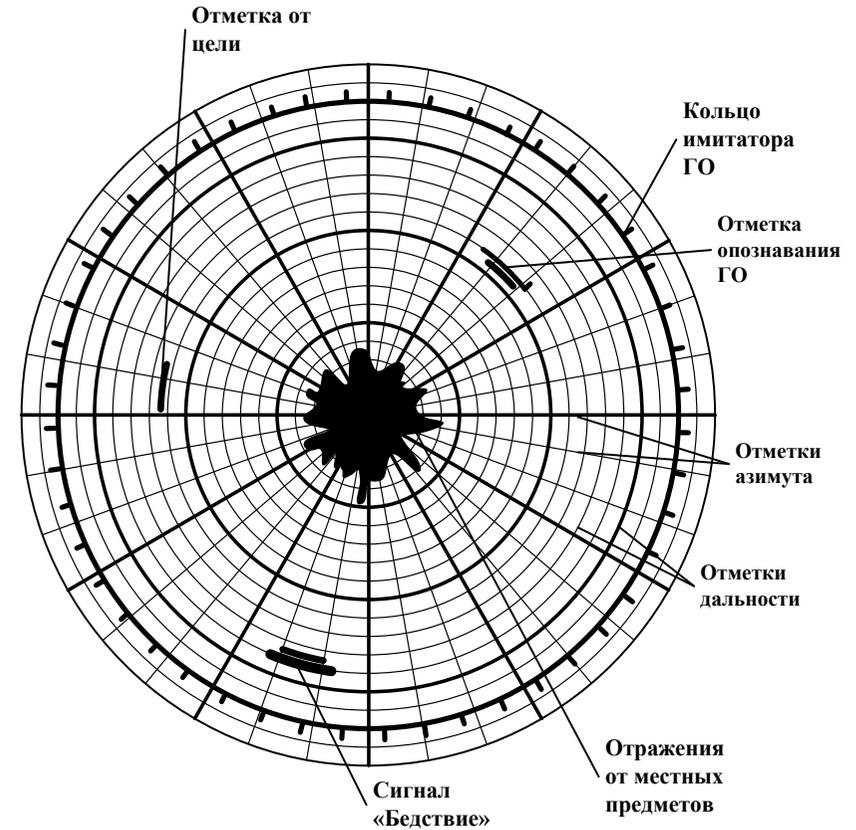


Рис. 1.2. Вид экрана ИКО при отсутствии активных шумовых помех



Рис. 1.3. Общий вид радиолокационной станции П-18Р

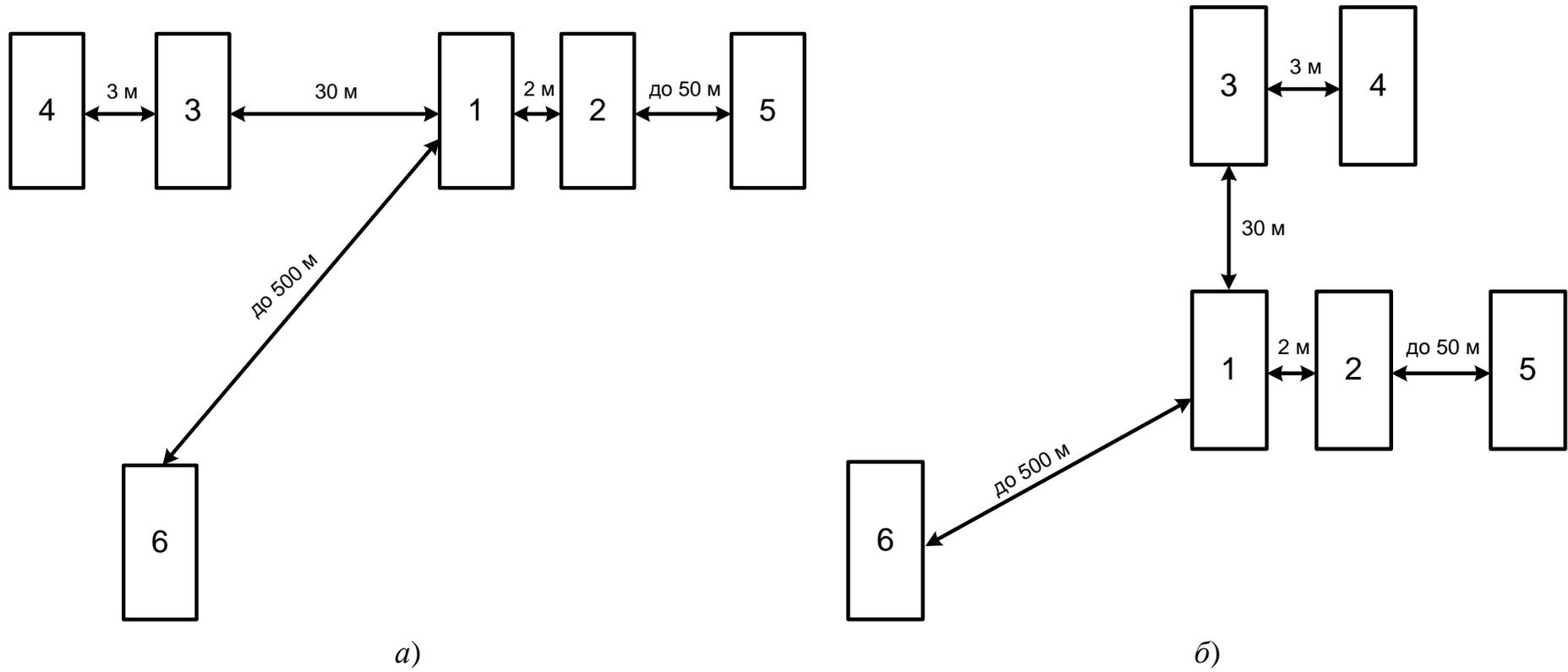
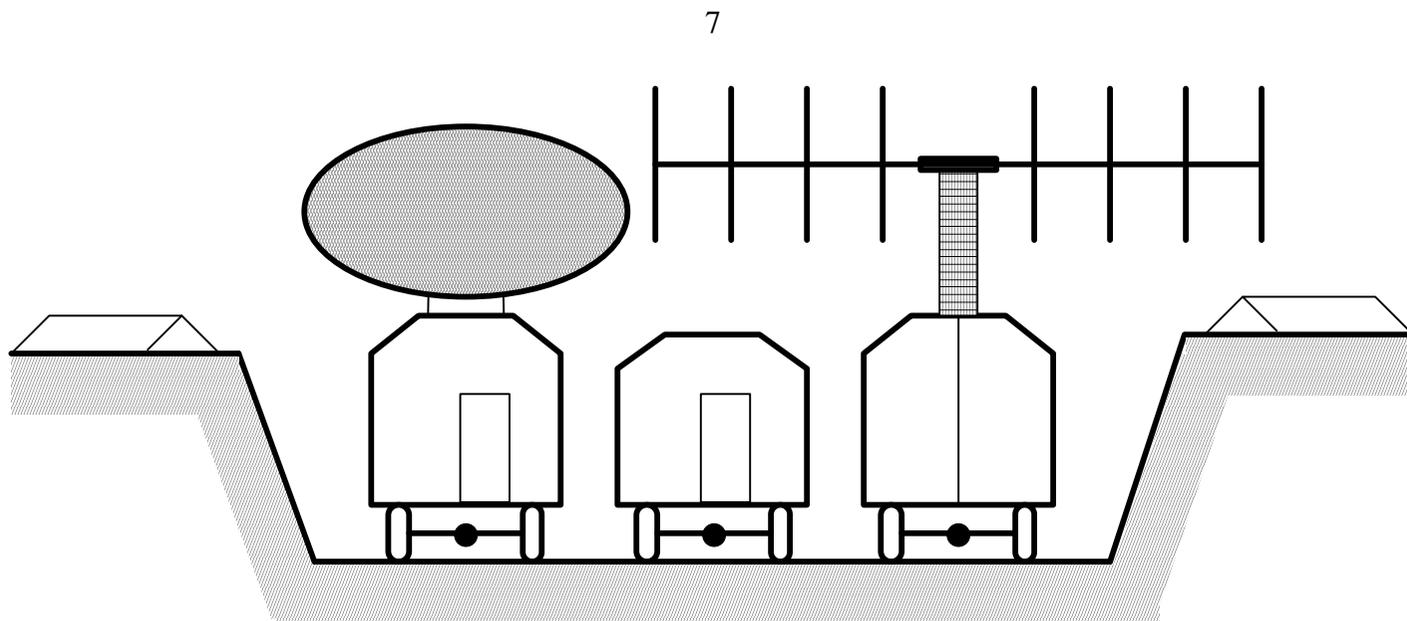


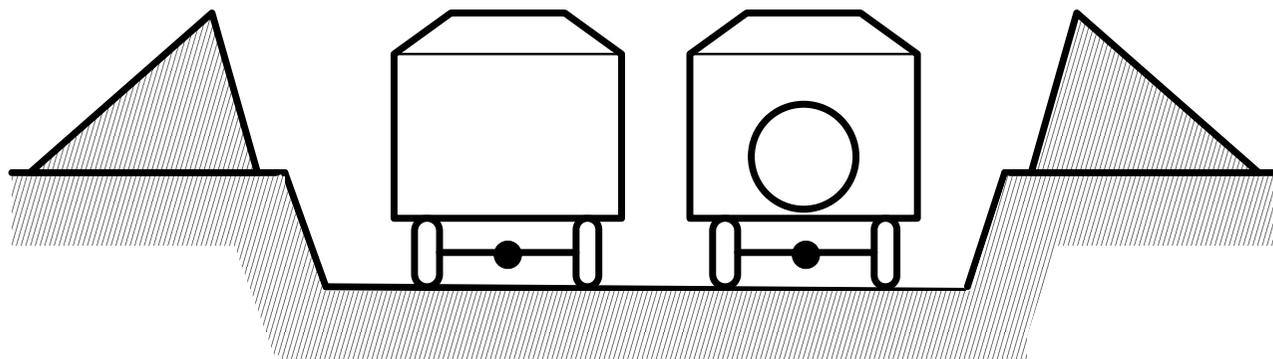
Рис. 1.4. Расположение машин и прицепов РЛС на позиции:

а – вариант в линию, *б* – рассредоточенно;

1 – аппаратная машина; 2 – машина АМУ; 3 – силовой прицеп ПС-1; 4 – силовой прицеп ПС-2; 5 – изделие 1Л22; 6 – ВИКО

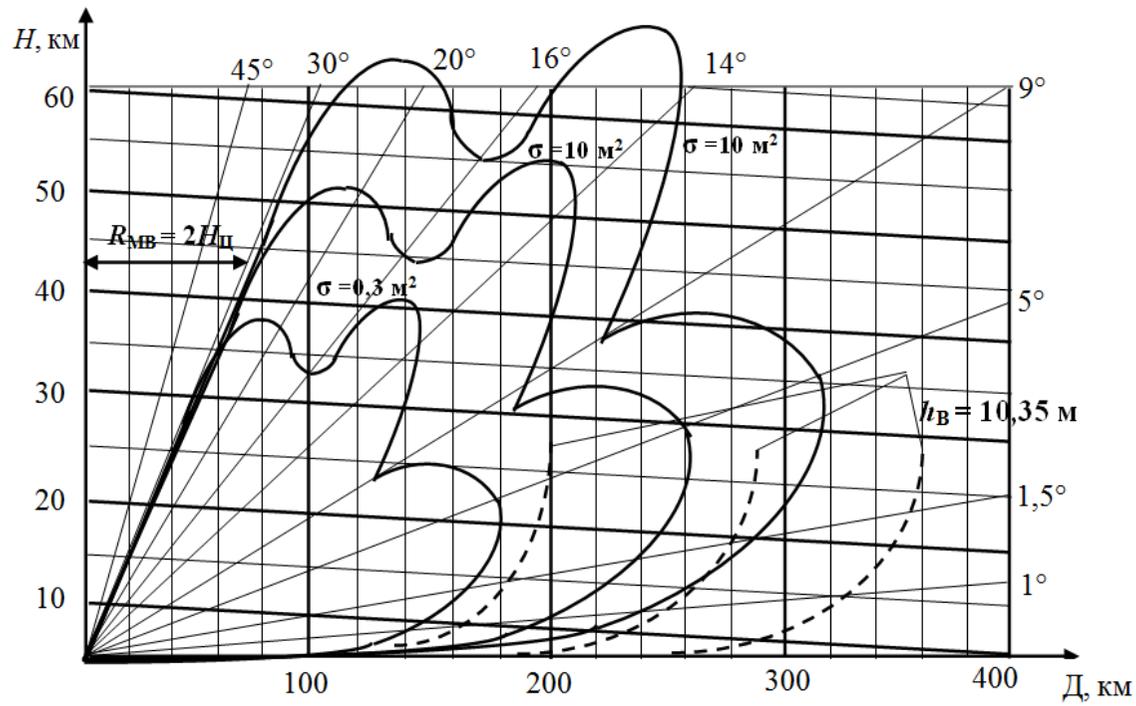


a)

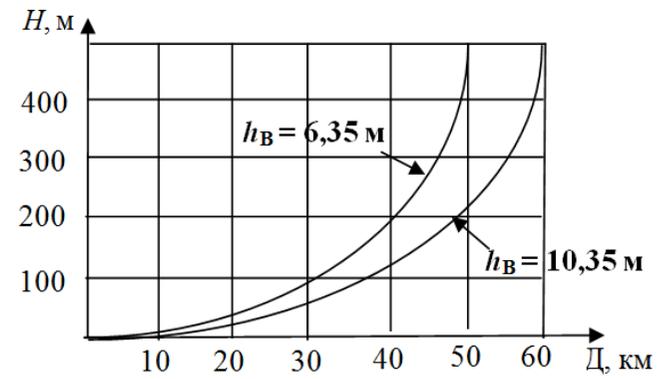


б)

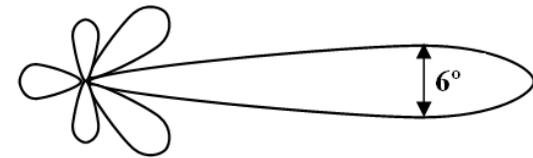
Рис. 1.5. Расположение машин и прицепов РЛС в укрытии:
a – изделие 1Л22, аппаратная машина, машина АМУ; *б* – прицепы ПС-1 и ПС-2



a)



б)



в)

Рис. 1.6. Зона обнаружения РЛС П-18Р:

а – ДНА в вертикальной плоскости; б – ДНА на малых высотах для $\sigma = 1 \text{ м}^2$; в – ДНА в горизонтальной плоскости



Рис. 1.7. Вариант размещения РЛС П-18Р в защищенном инженерном сооружении

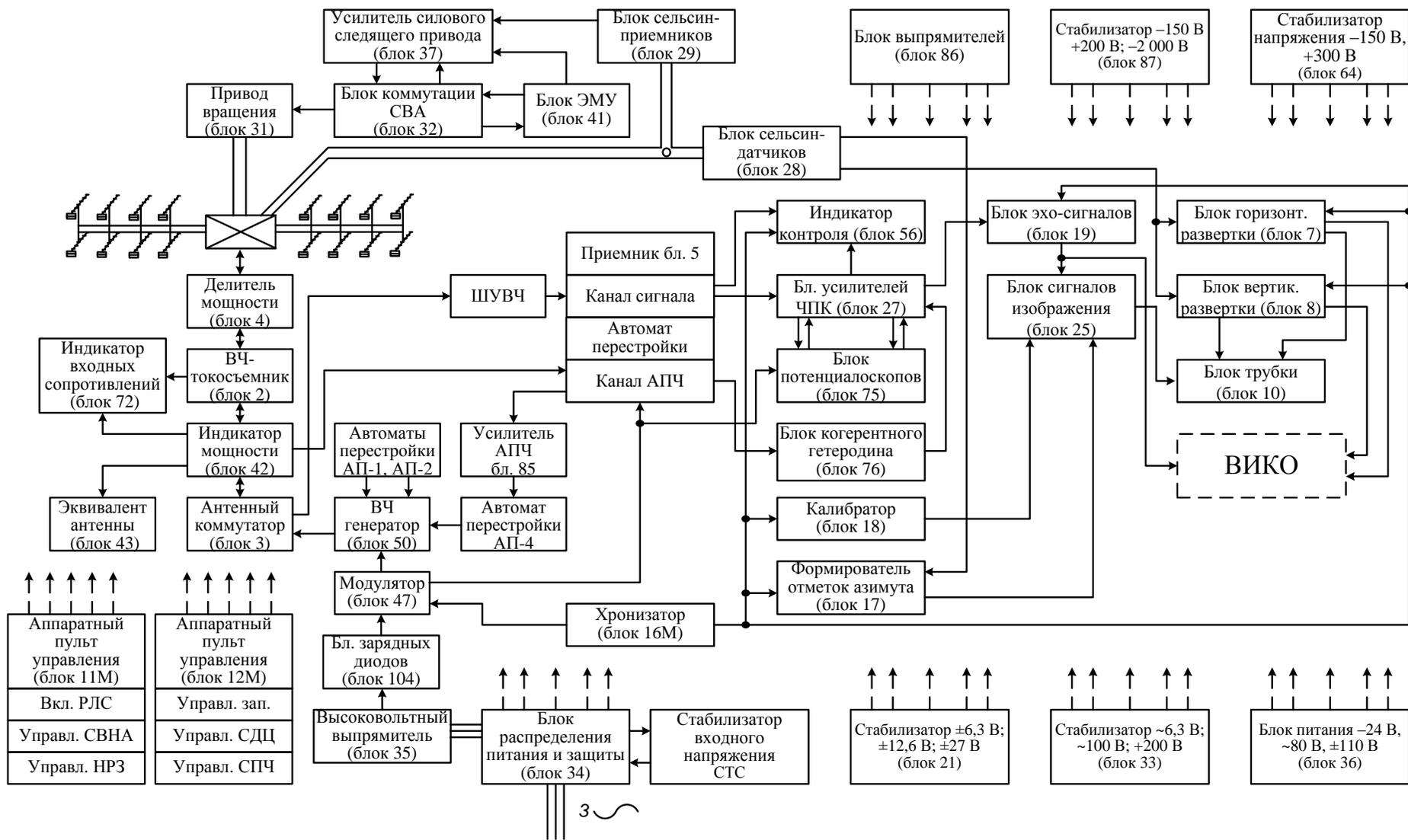


Рис. 1.8. Структурная схема РЛС П-18Р

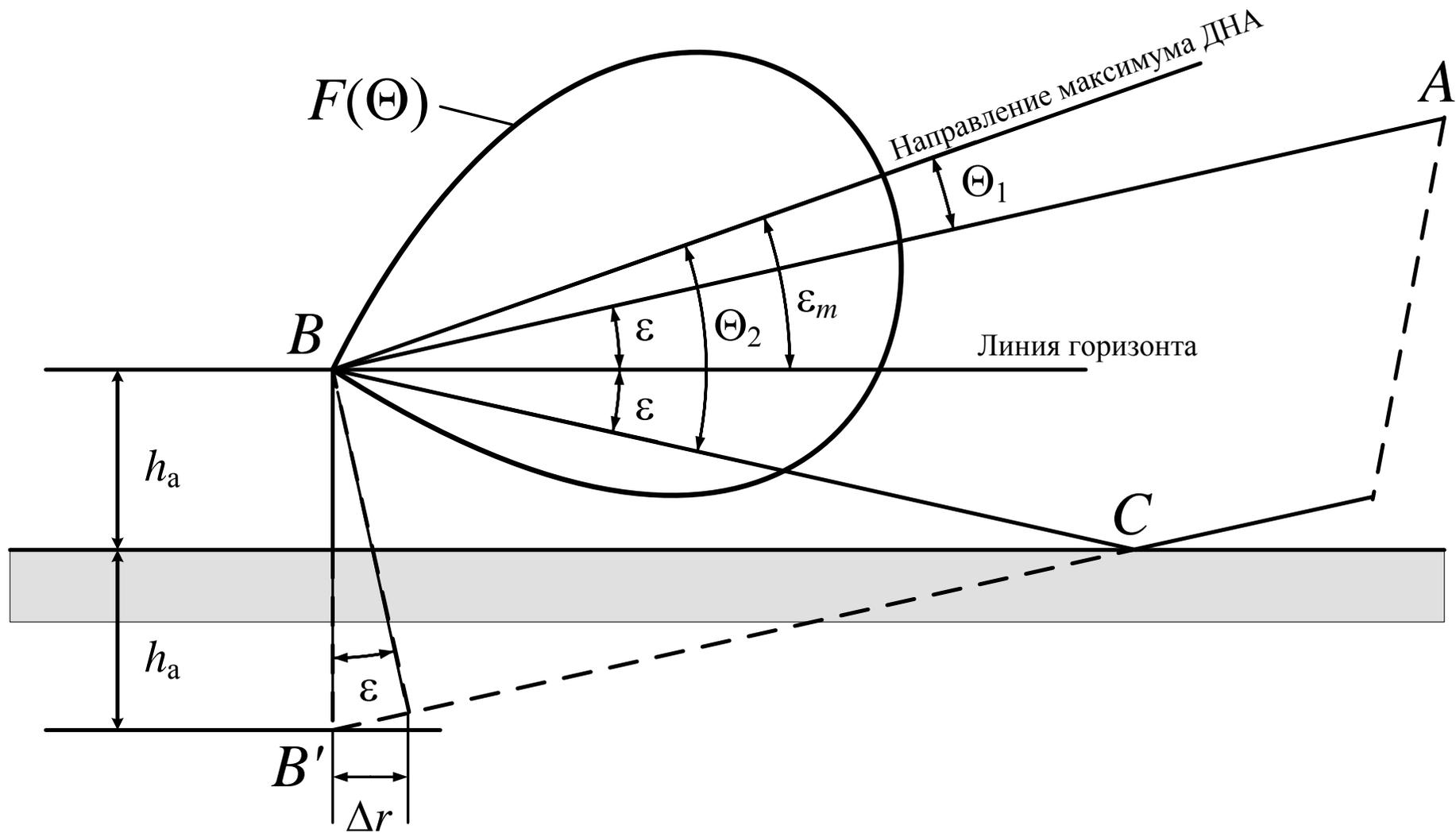


Рис. 1.9. Влияние подстилающей поверхности на формирование ДНА в вертикальной плоскости

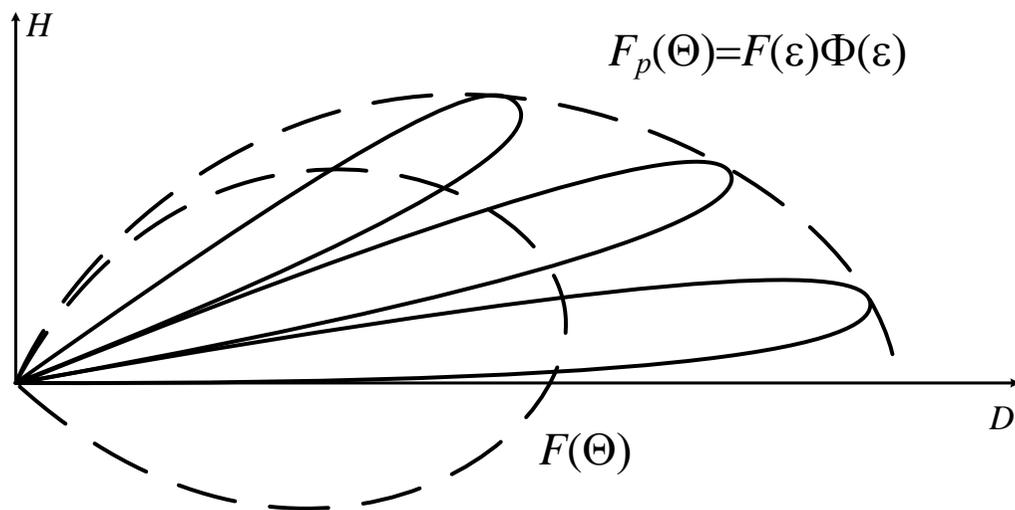


Рис. 1.10. Примерный вид результирующей ДФА, сформированной при участии земной поверхности

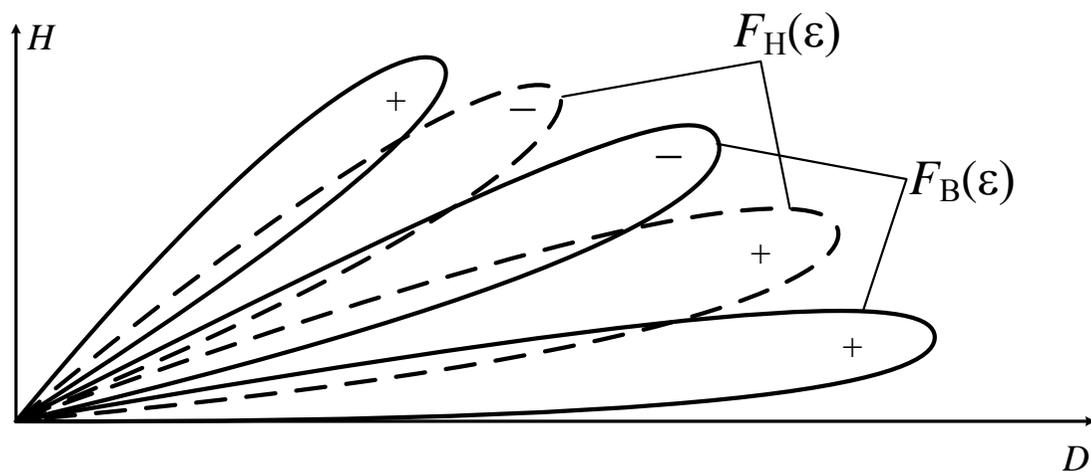


Рис. 1.11. Формирование ДФА с помощью двух разнесенных по высоте антенн

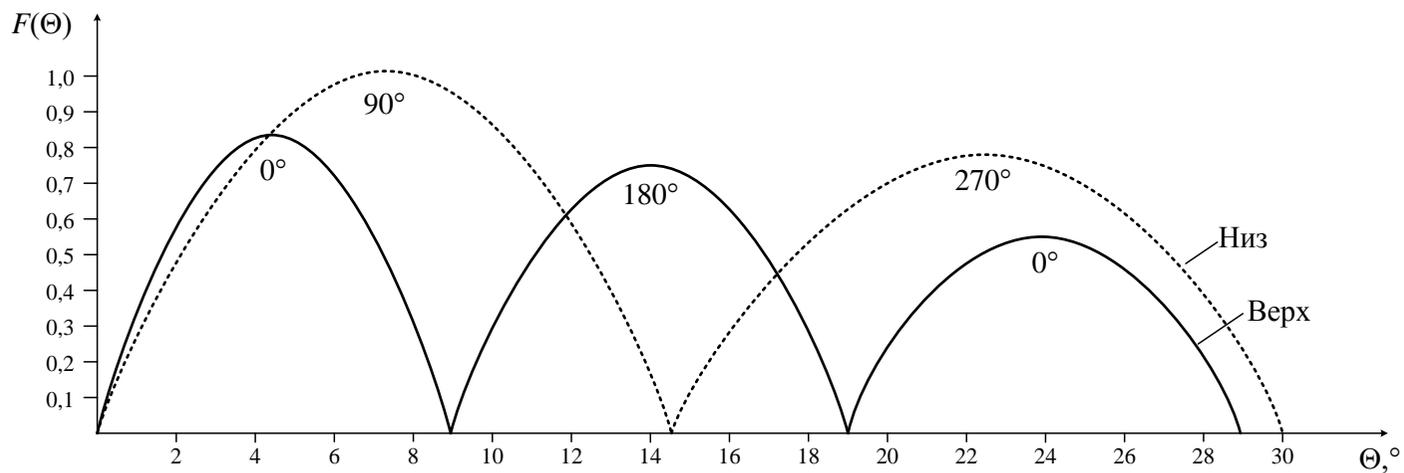


Рис. 1.12. ДНА этажей антенны в вертикальной плоскости при $h_H = 3,9$ м; $h_B = 6,35$ м

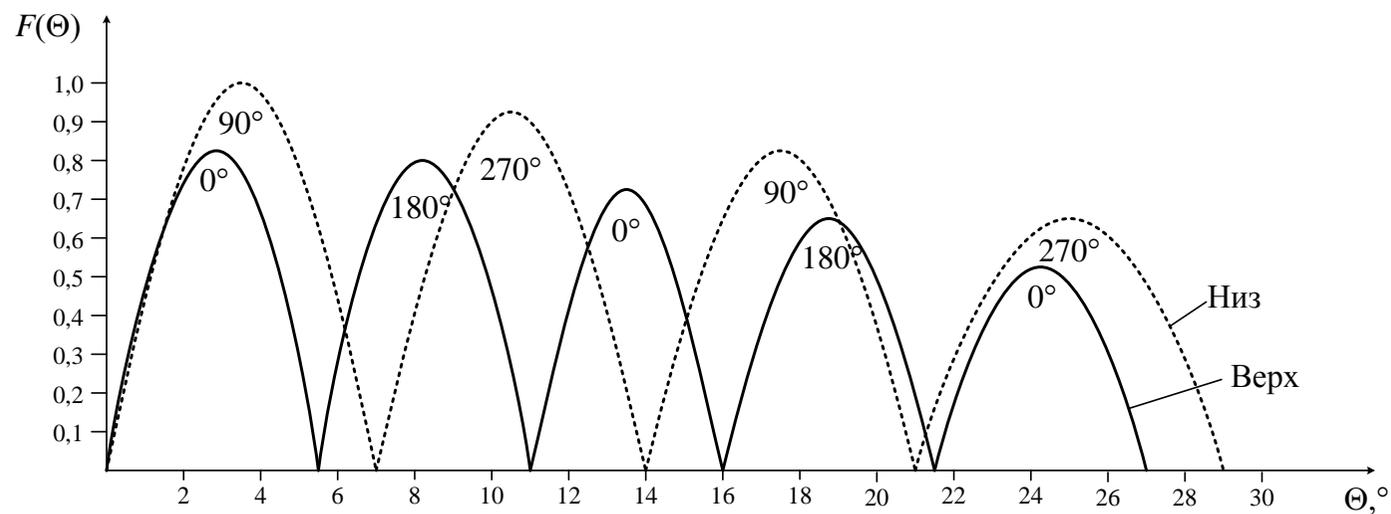


Рис. 1.13. ДНА этажей антенны в вертикальной плоскости при $h_H = 7,9$ м; $h_B = 10,35$ м

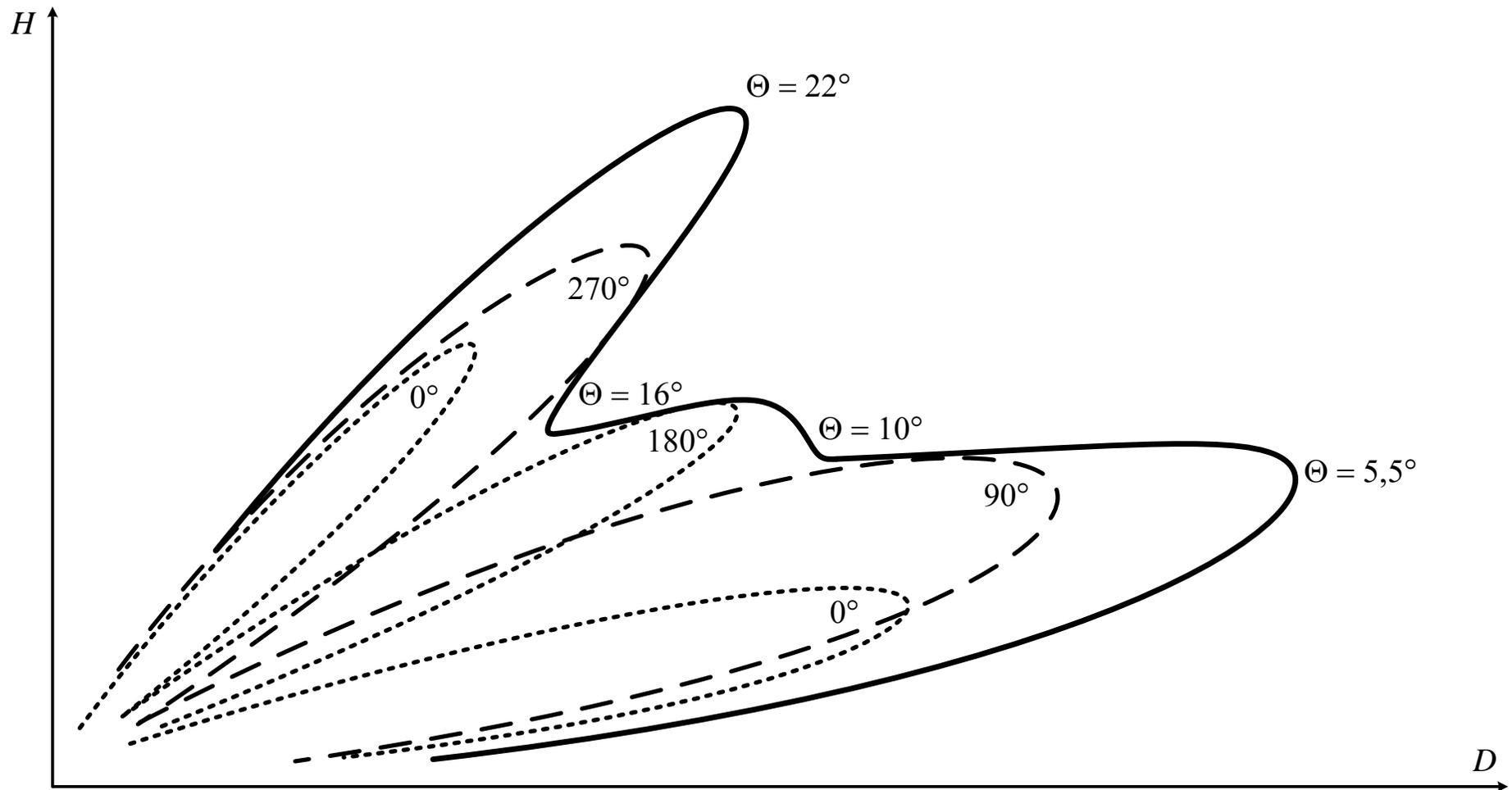


Рис. 1.14. ДНА при $h_H = 3,9$ м; $h_B = 6,35$ м:

0° , 180° – фазы поля в лепестках верхнего этажа; 90° , 270° – фазы поля в лепестках нижнего этажа; – диаграмма верхнего этажа; — — — — — диаграмма нижнего этажа; ————— – суммарная диаграмма

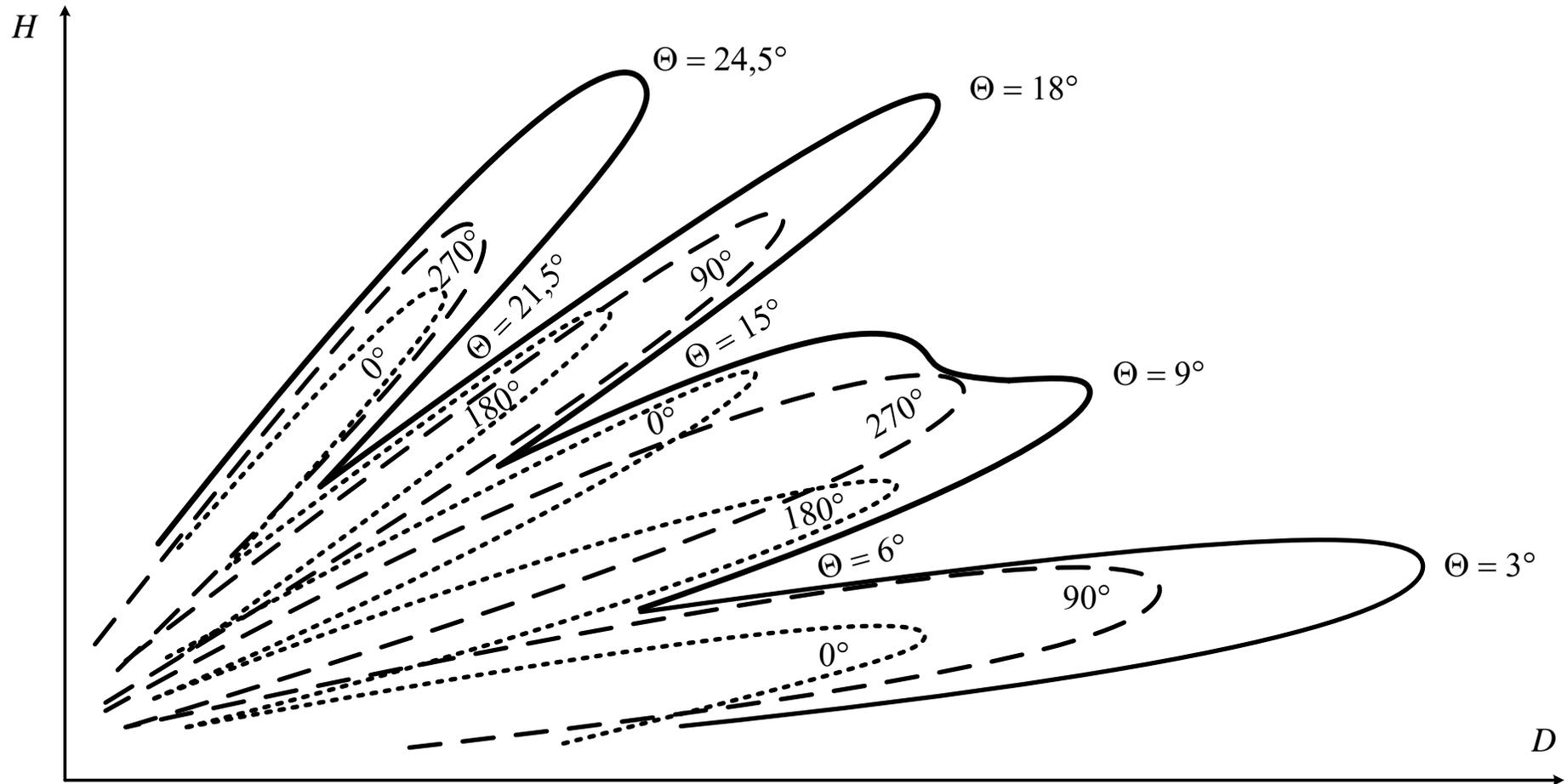


Рис. 1.15. ДНА при $h_H = 7,9$ м; $h_B = 10,35$ м:

$0^\circ, 180^\circ$ – фазы поля в лепестках верхнего этажа; $90^\circ, 270^\circ$ – фазы поля в лепестках нижнего этажа; – диаграмма верхнего этажа; — — — — — диаграмма нижнего этажа; ————— – суммарная диаграмма

2. ТРАКТ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р

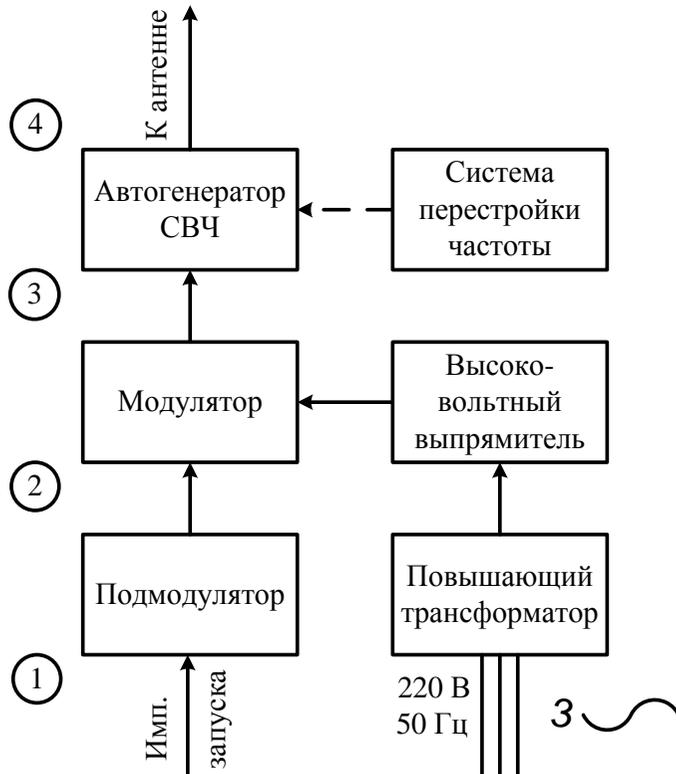


Рис. 2.1. Упрощенная структурная схема РПУ с автогенератором СВЧ

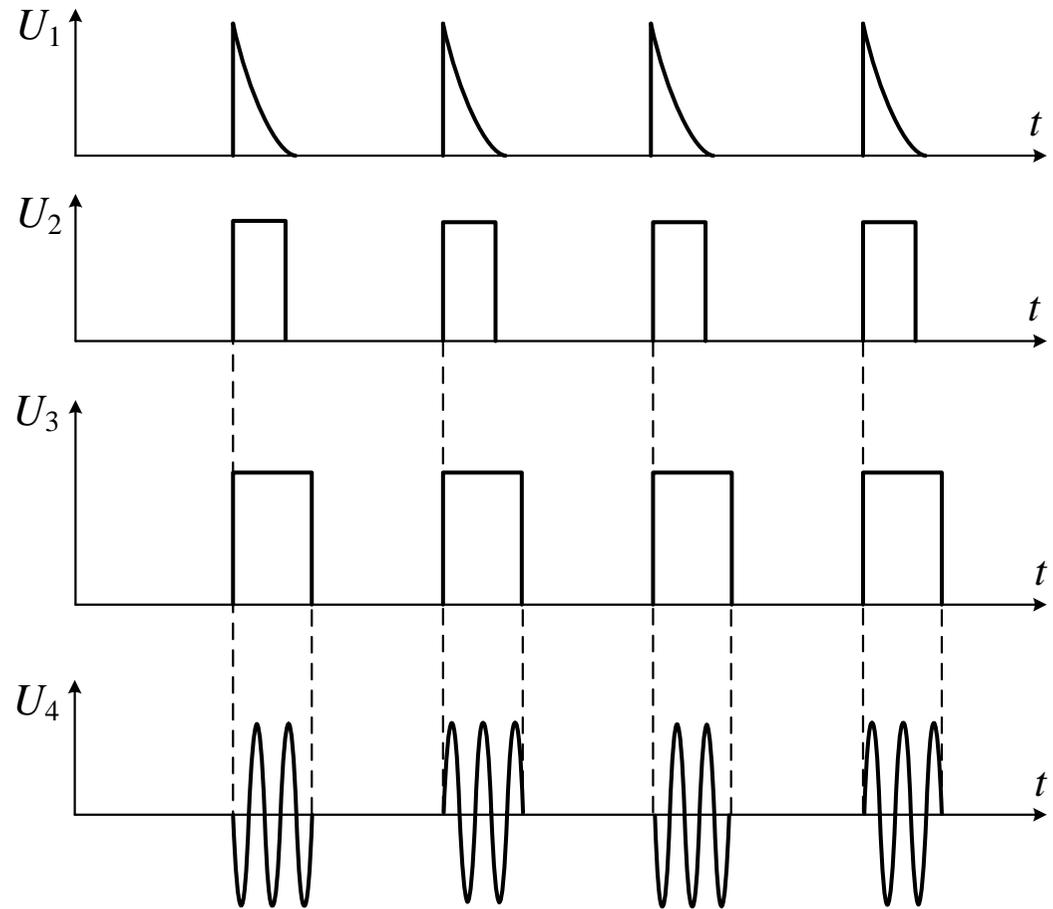


Рис. 2.2. Структура сигналов на входе элементов РПУ с мощным автогенератором

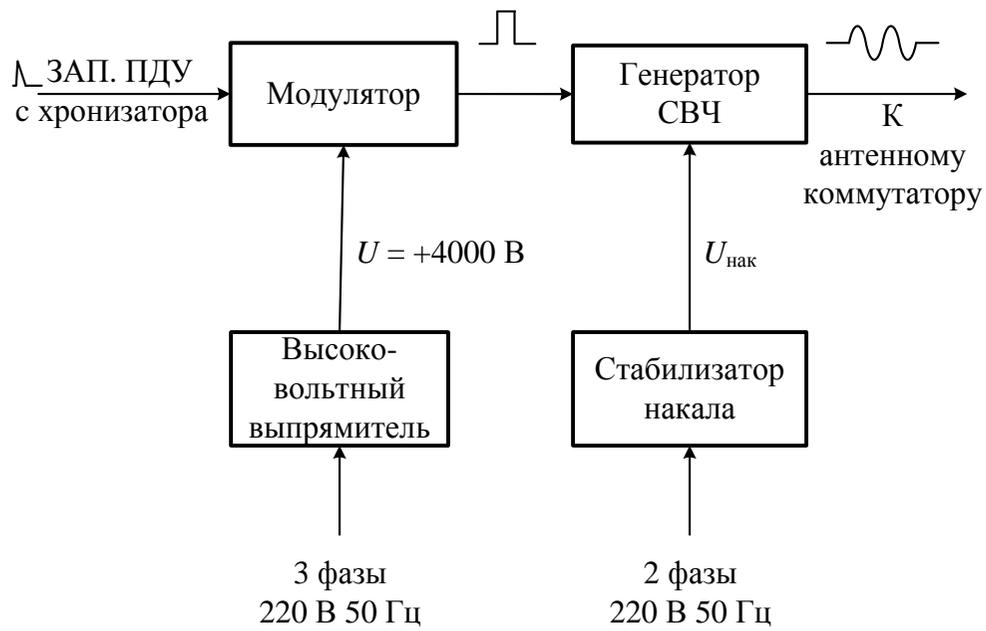


Рис. 2.3. Структурная схема РПУ

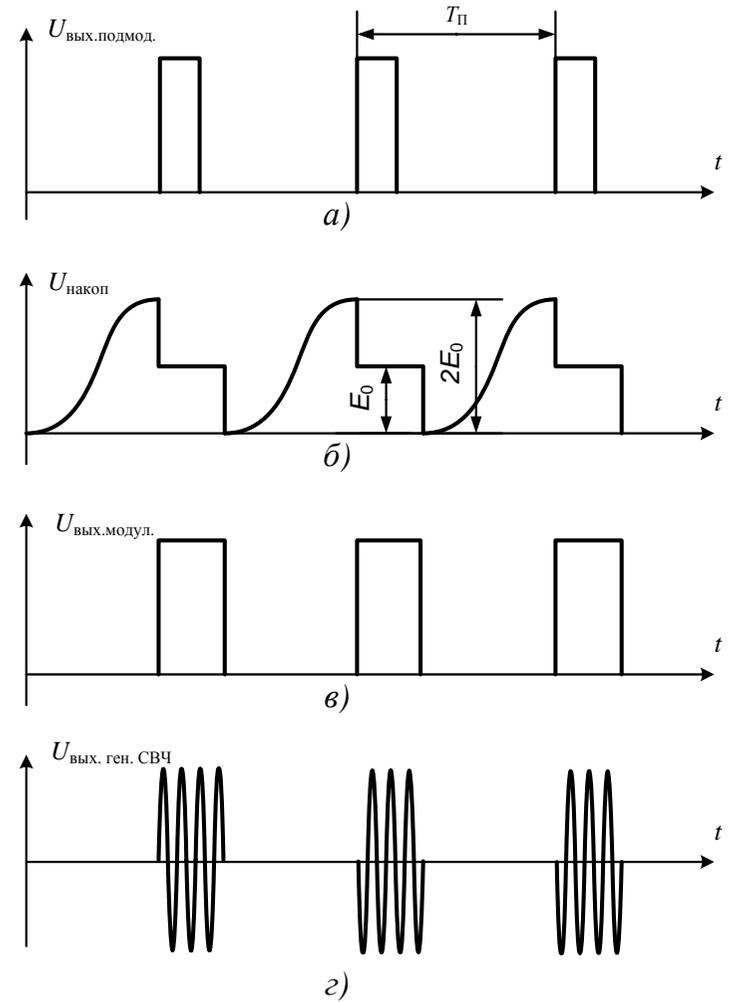


Рис. 2.4. Эпюры формирования импульсов РПУ

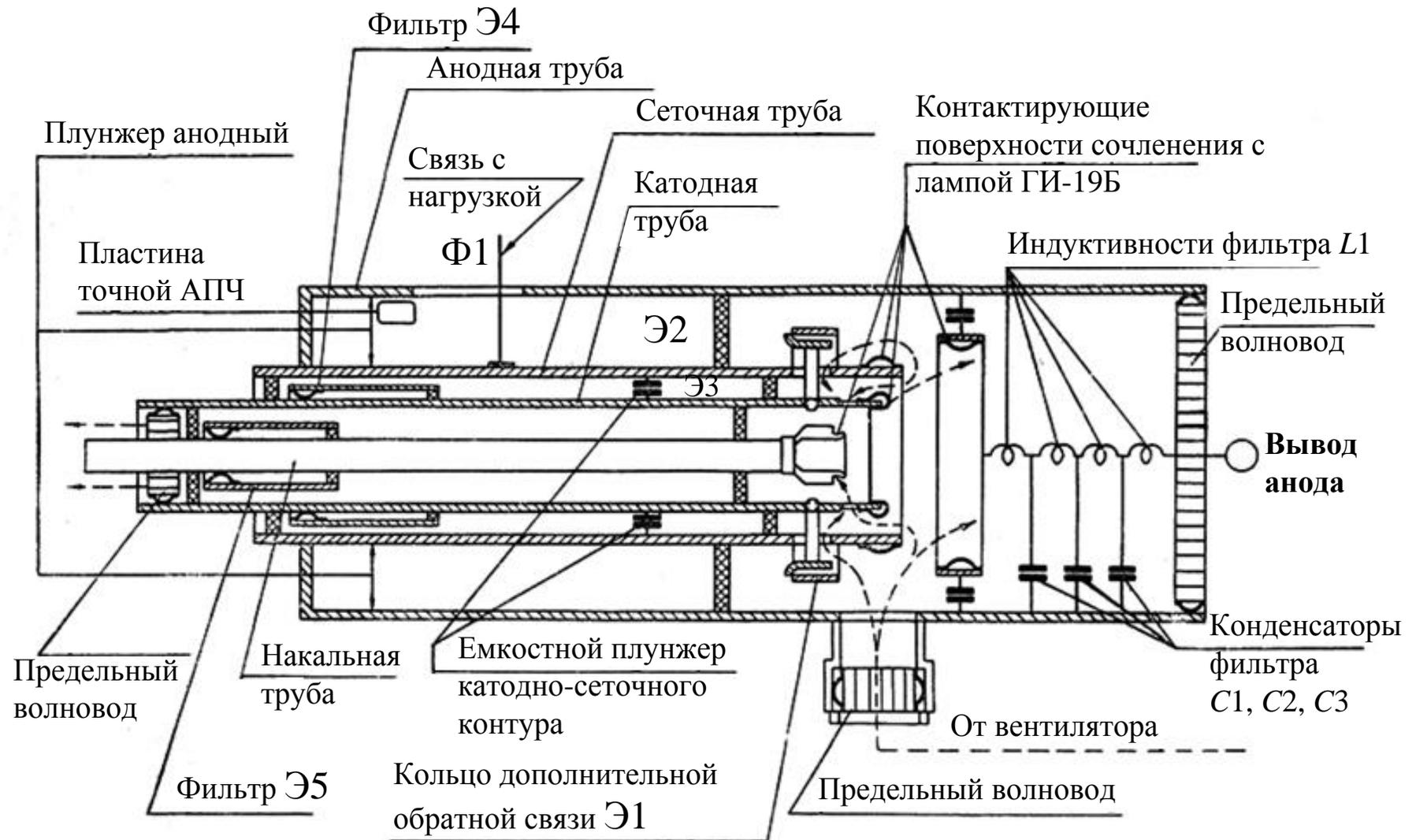


Рис. 2.5. Колебательная система генератора СВЧ (блок 50)

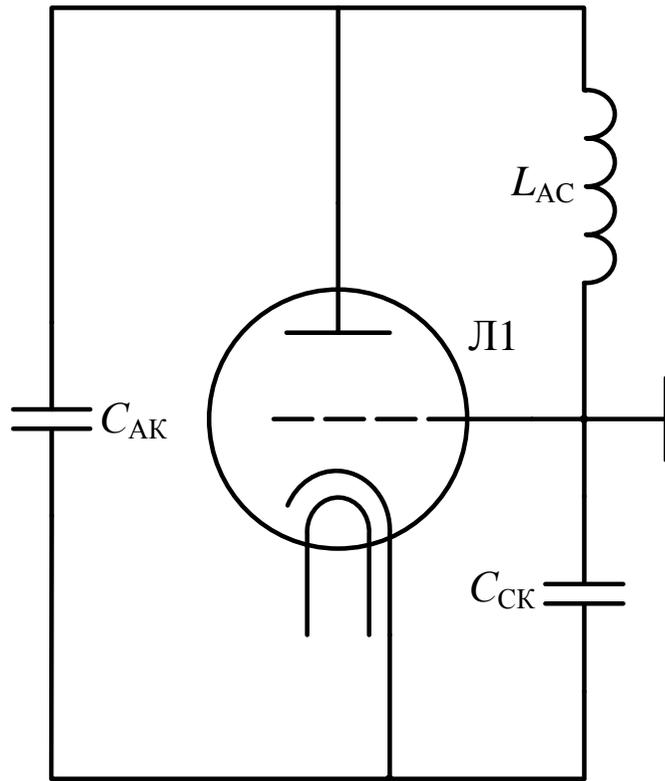


Рис. 2.6. Эквивалентная схема генератора СВЧ

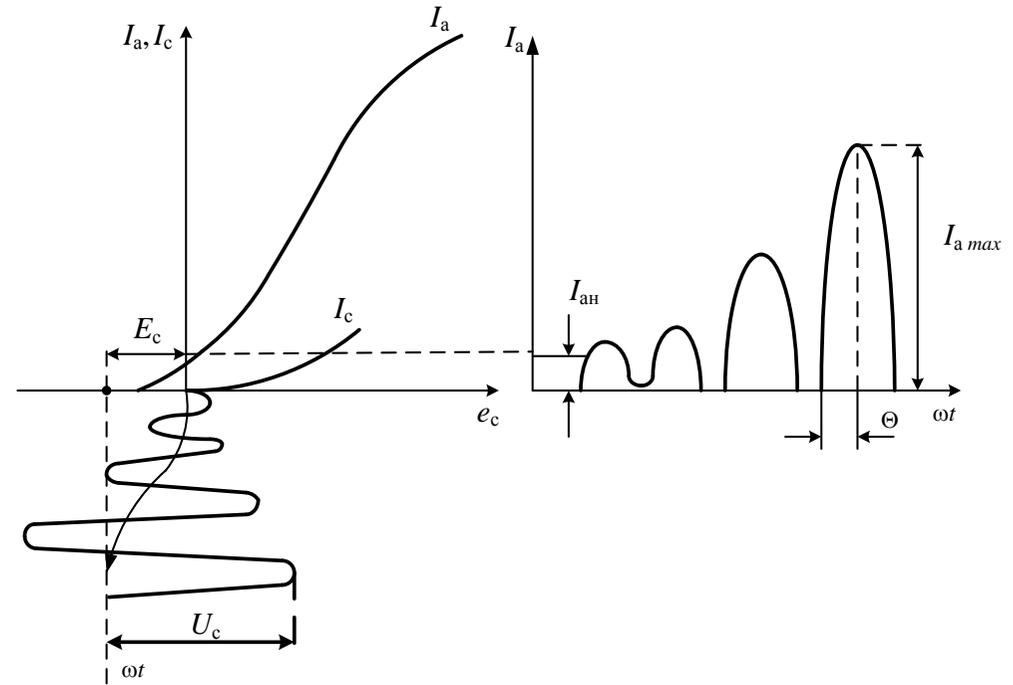


Рис. 2.7. Графическое пояснение процесса установления колебаний в генераторе СВЧ:

I_a – ток анода лампы; E_c – напряжение смещения на сетке лампы; e_c – мгновенные значения напряжения на сетке; U_c – амплитуда напряжения возбуждения на сетке; Θ – угол отсечки анодного тока; $I_{a\max}$ – максимальное значение анодного тока в импульсе; $I_{ан}$ – начальный ток анода лампы; I_c – ток сетки лампы; ωt – угол, соответствующий времени отсчета, « t »

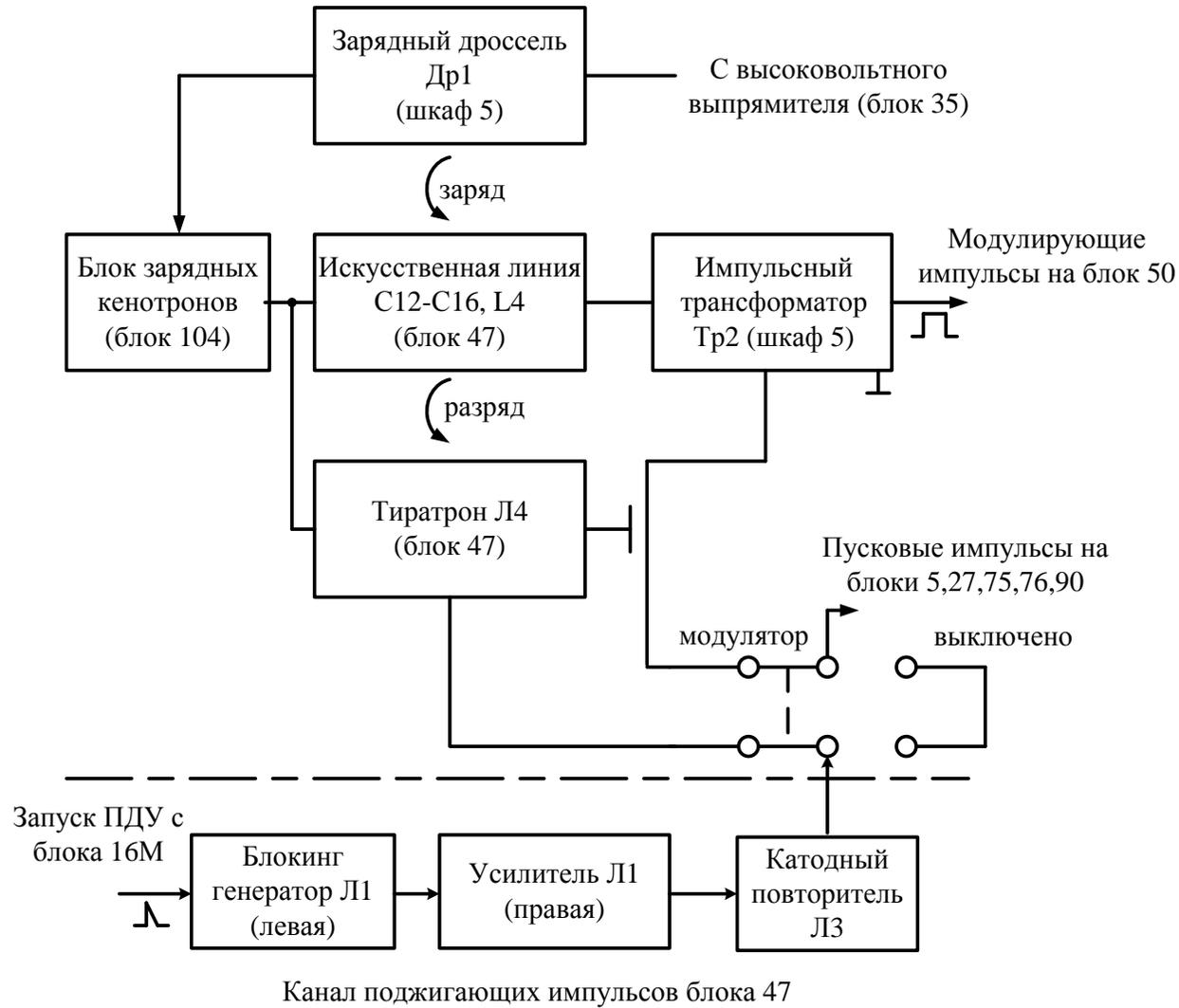


Рис. 2.8. Структурная схема модулятора

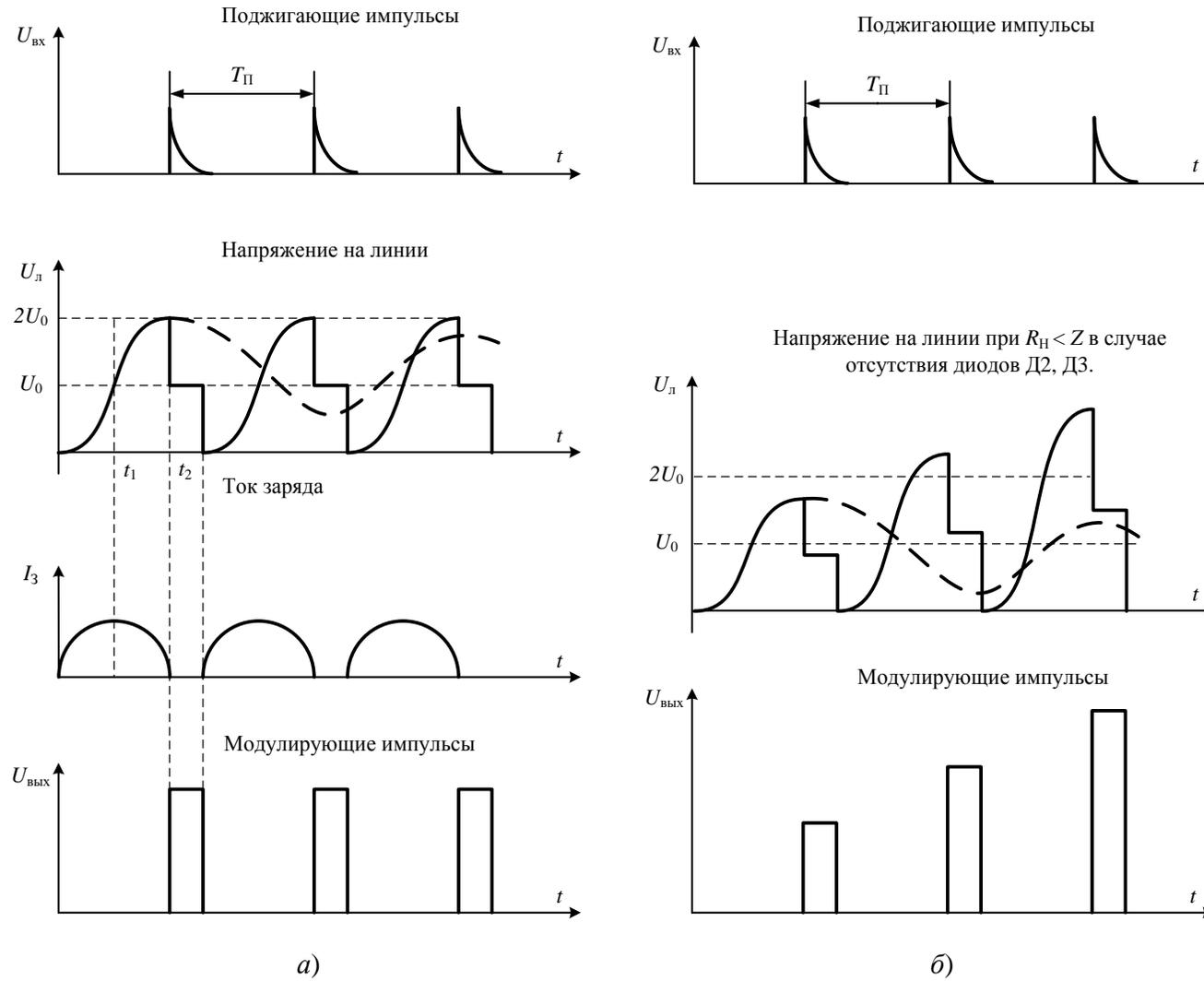


Рис. 2.9. Эпюры напряжений и токов в цепях модулятора:
 а – при $R_{\text{н}} = Z$; б – при $R_{\text{н}} < Z$

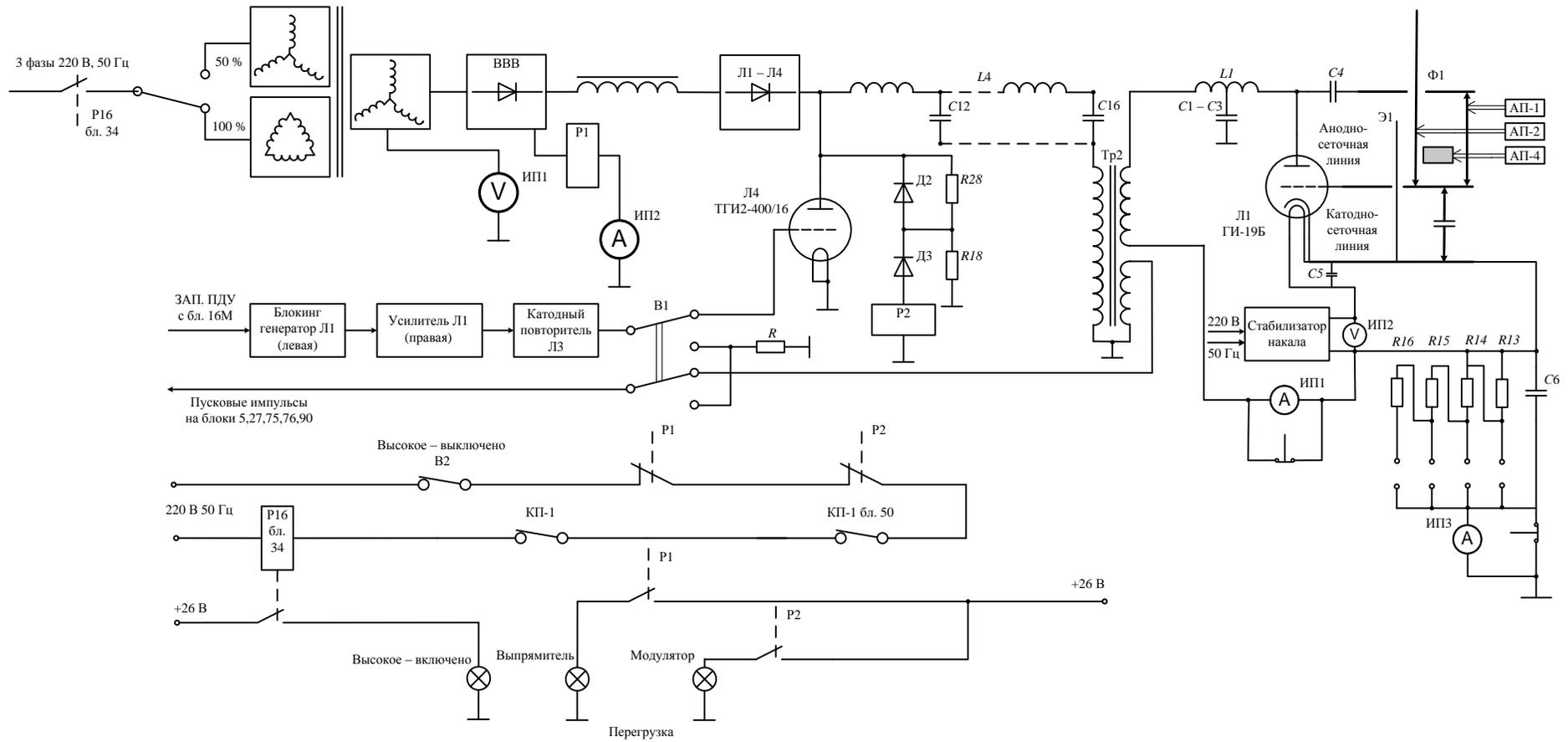


Рис. 2.10. Функциональная схема радиопередающего устройства

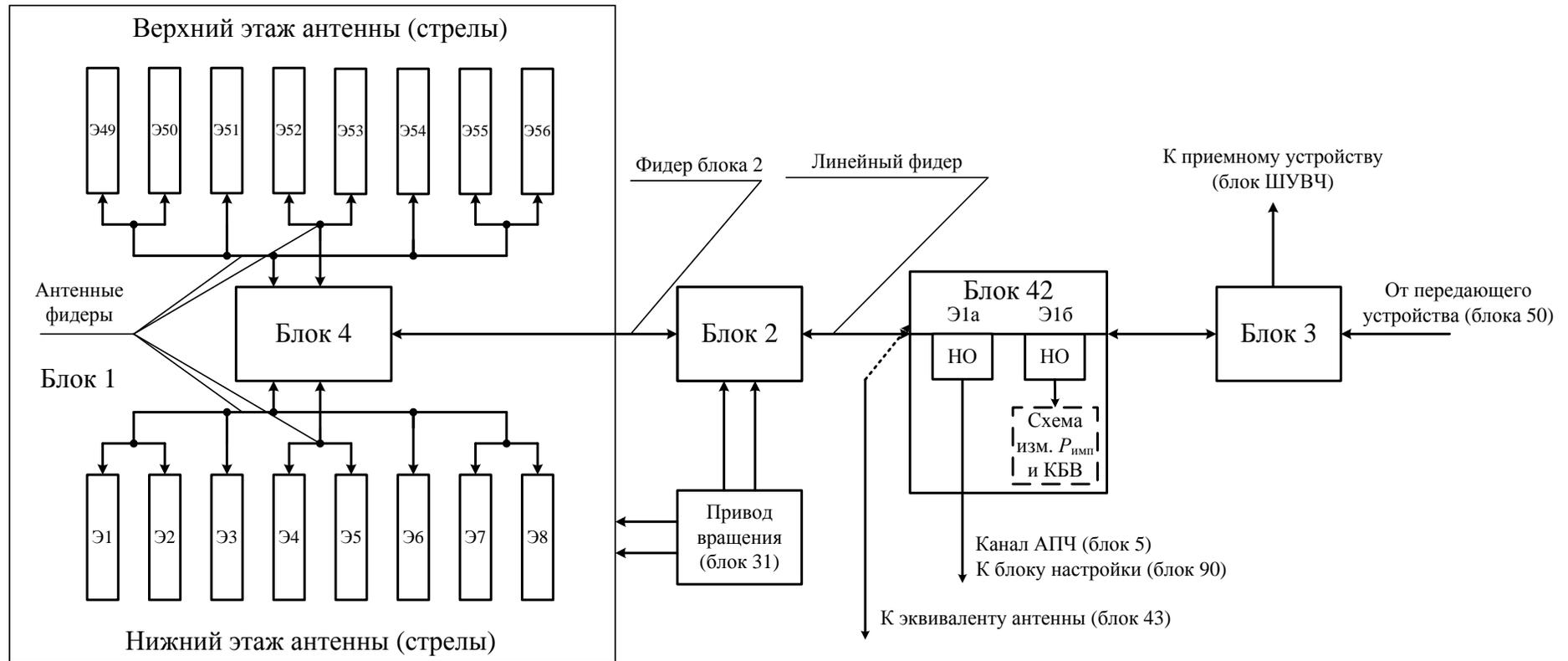


Рис. 2.11. Структурная схема антенно-фидерной системы

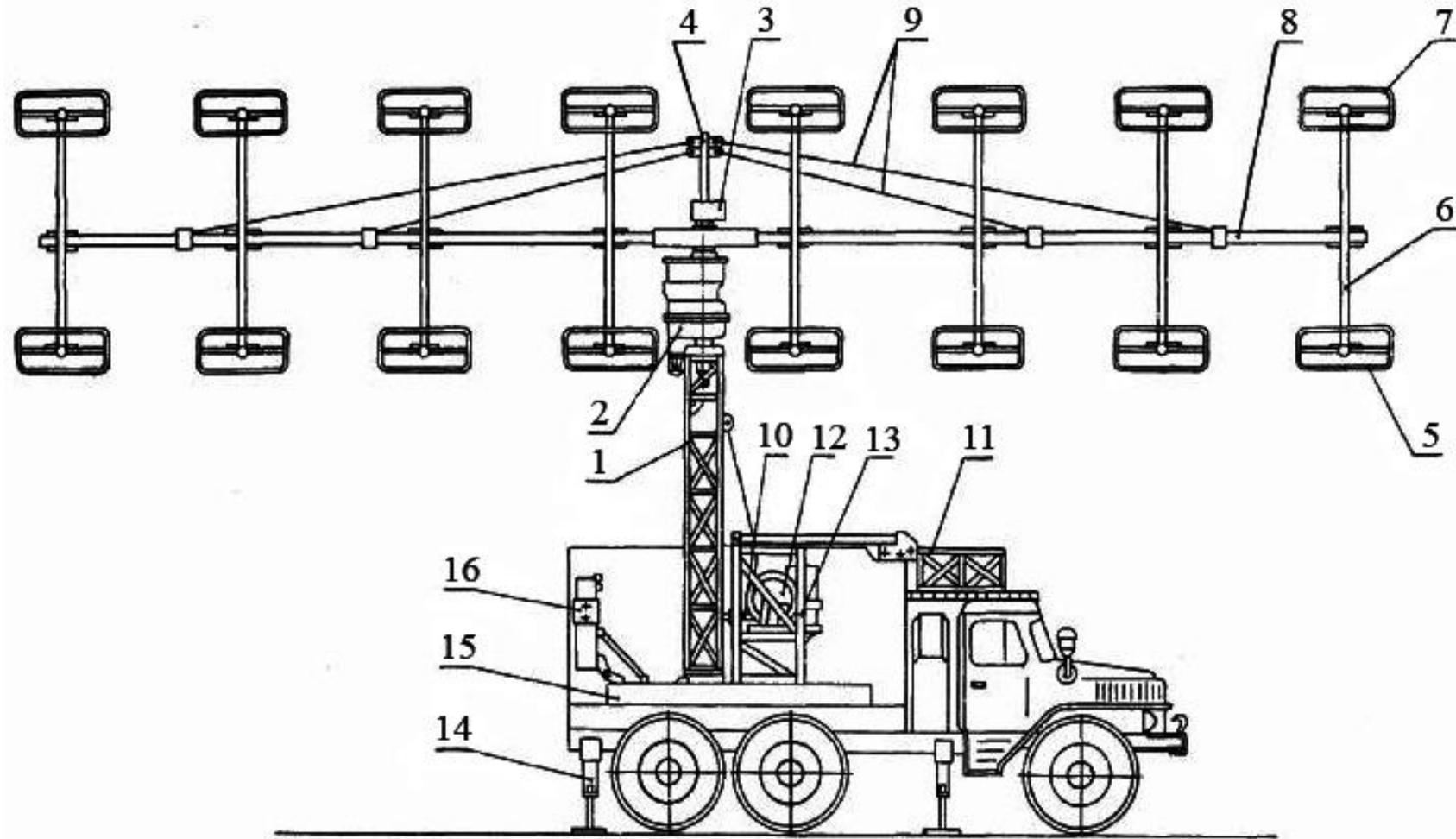


Рис. 2.12. Антенно-мачтовое устройство РЛС:

1 – вертикальный ствол; 2 – редуктор вращения (блок 31); 3 – делитель мощности (блок 4); 4 – крестовина; 5 – стрела нижнего этажа; 6 – подкос; 7 – стрела верхнего этажа; 8 – траверса; 9 – расчалки; 10 – амортизатор; 11 – дополнительные секции; 12 – электролебедка; 13 – опорная секция; 14 – домкраты; 15 – рама; 16 – ручная лебедка

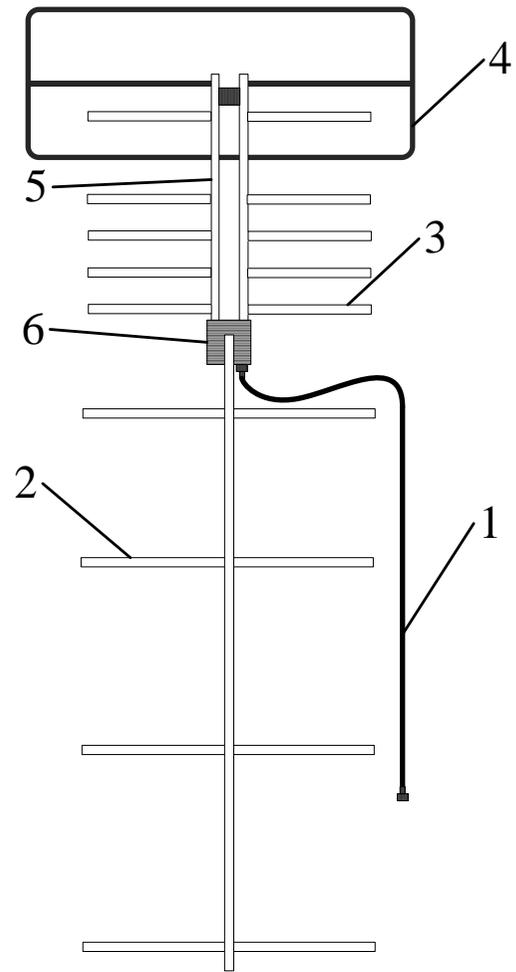


Рис. 2.13. Волновой канал антенны (стрела):
 1 – кабель питания активного излучателя; 2 – директоры волнового канала; 3 – вибраторы активного излучателя; 4 – рефлектор;
 5 – двухпроводная линия активного излучателя; 6 – узел крепления

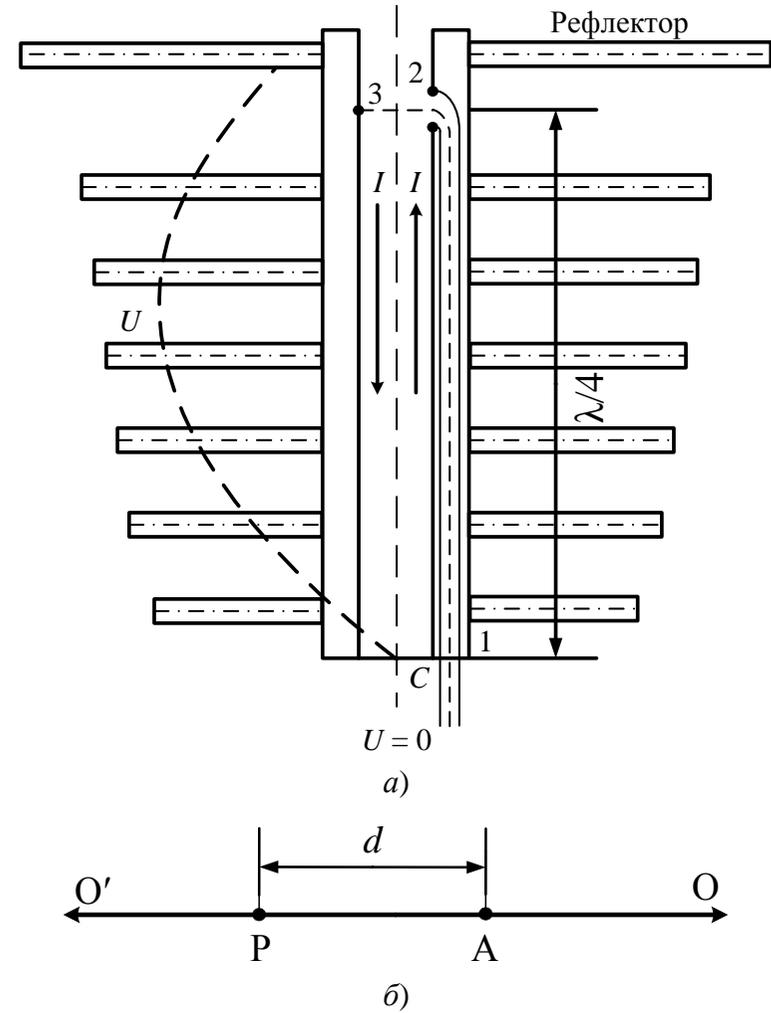


Рис. 2.14. Схема питания активного излучателя с рефлектором:
 а – питание активного излучателя; б – питание рефлектора

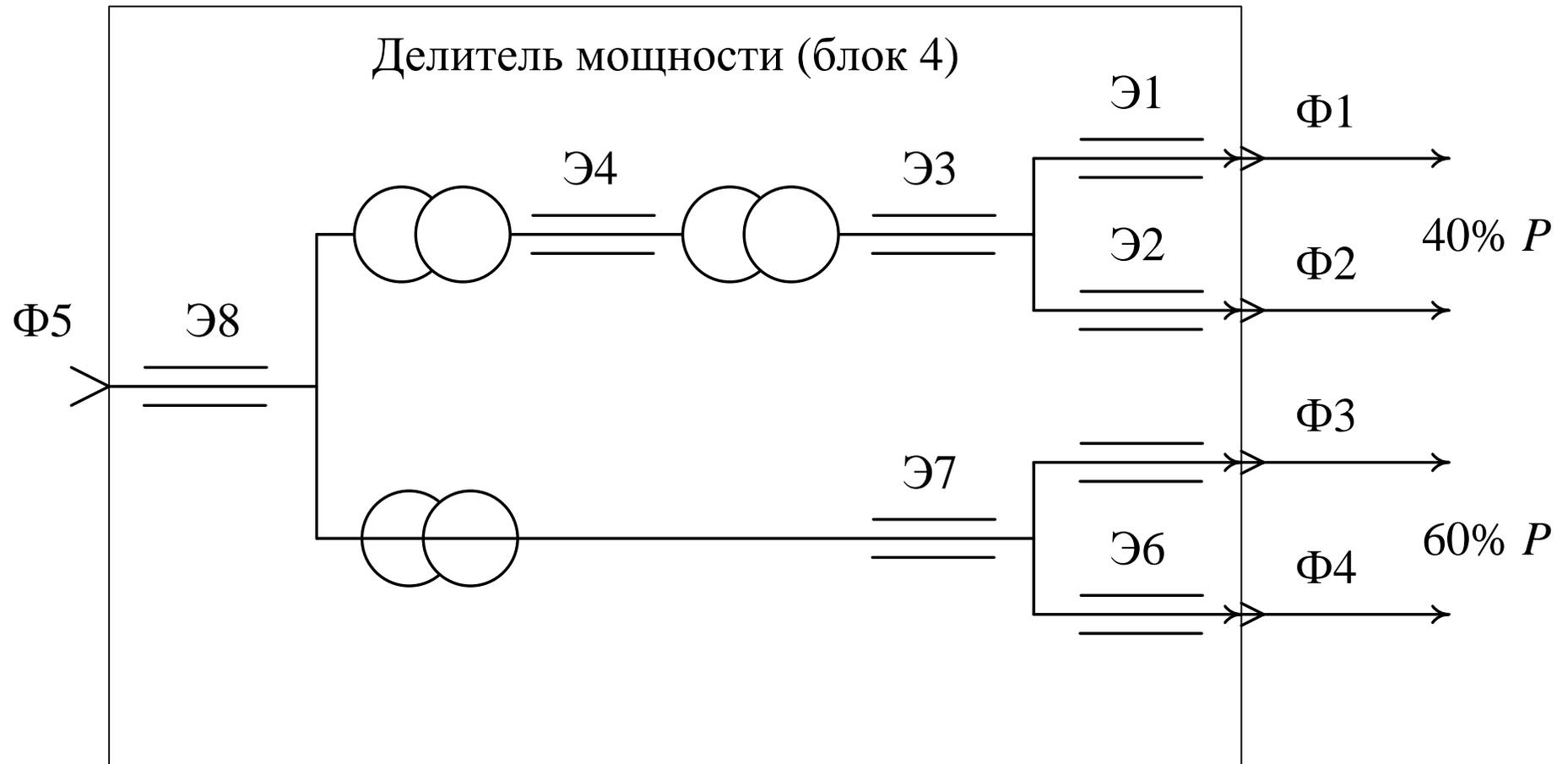


Рис. 2.15. Схема делителя мощности (блок 4)

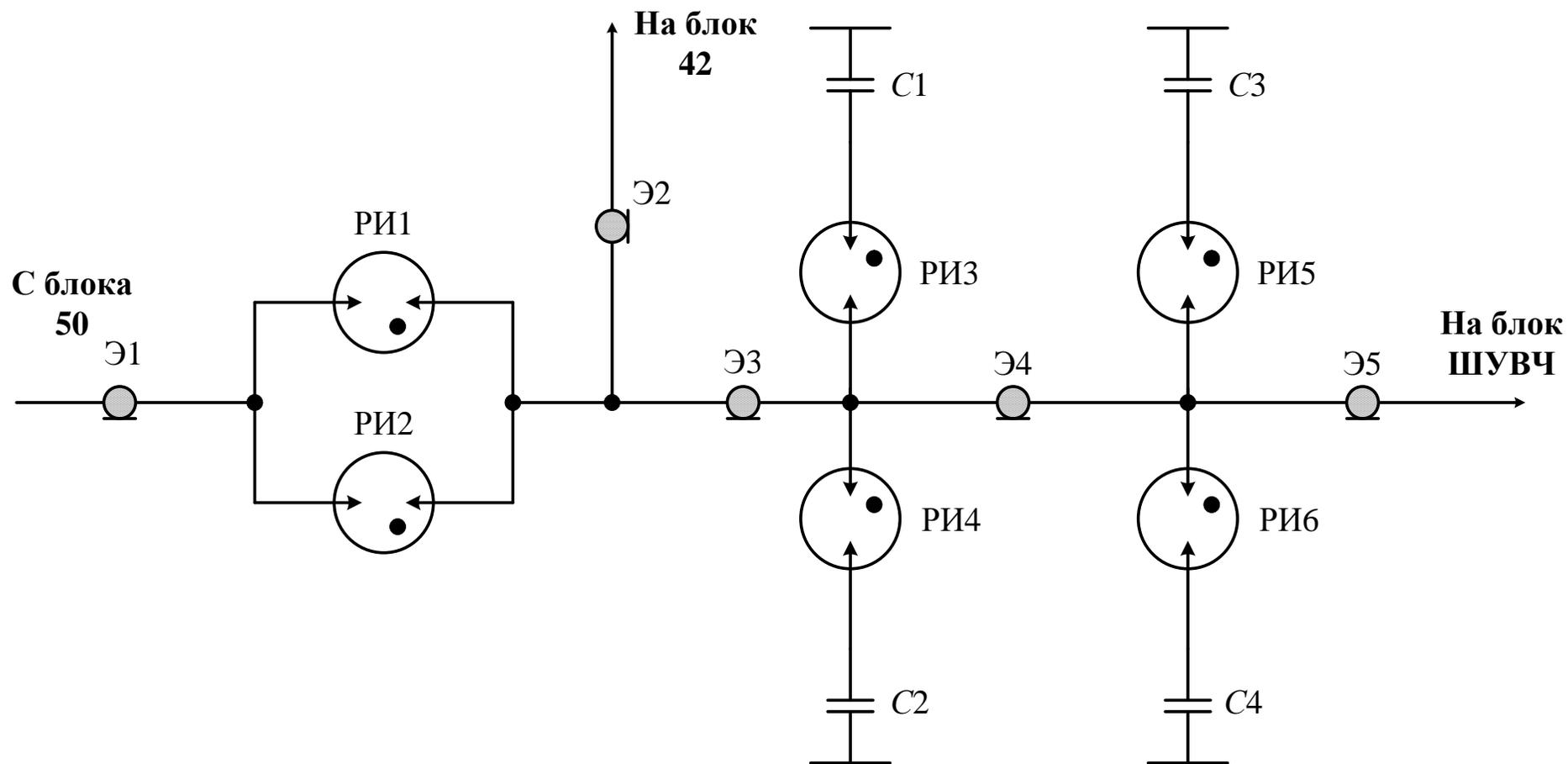


Рис. 2.16. Схема антенного коммутатора (блока 3)

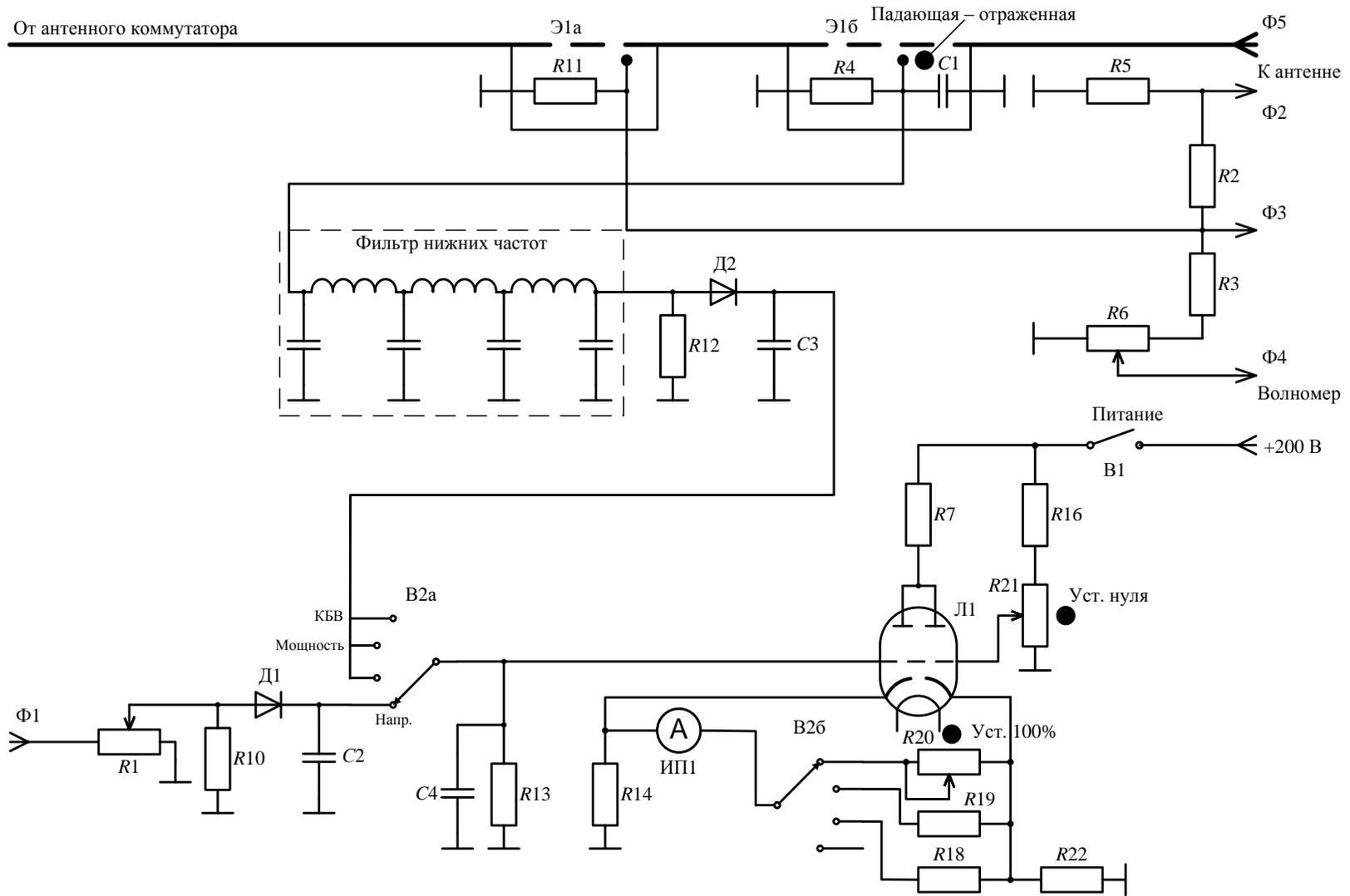


Рис. 2.17. Схема индикатора мощности (блок 42)

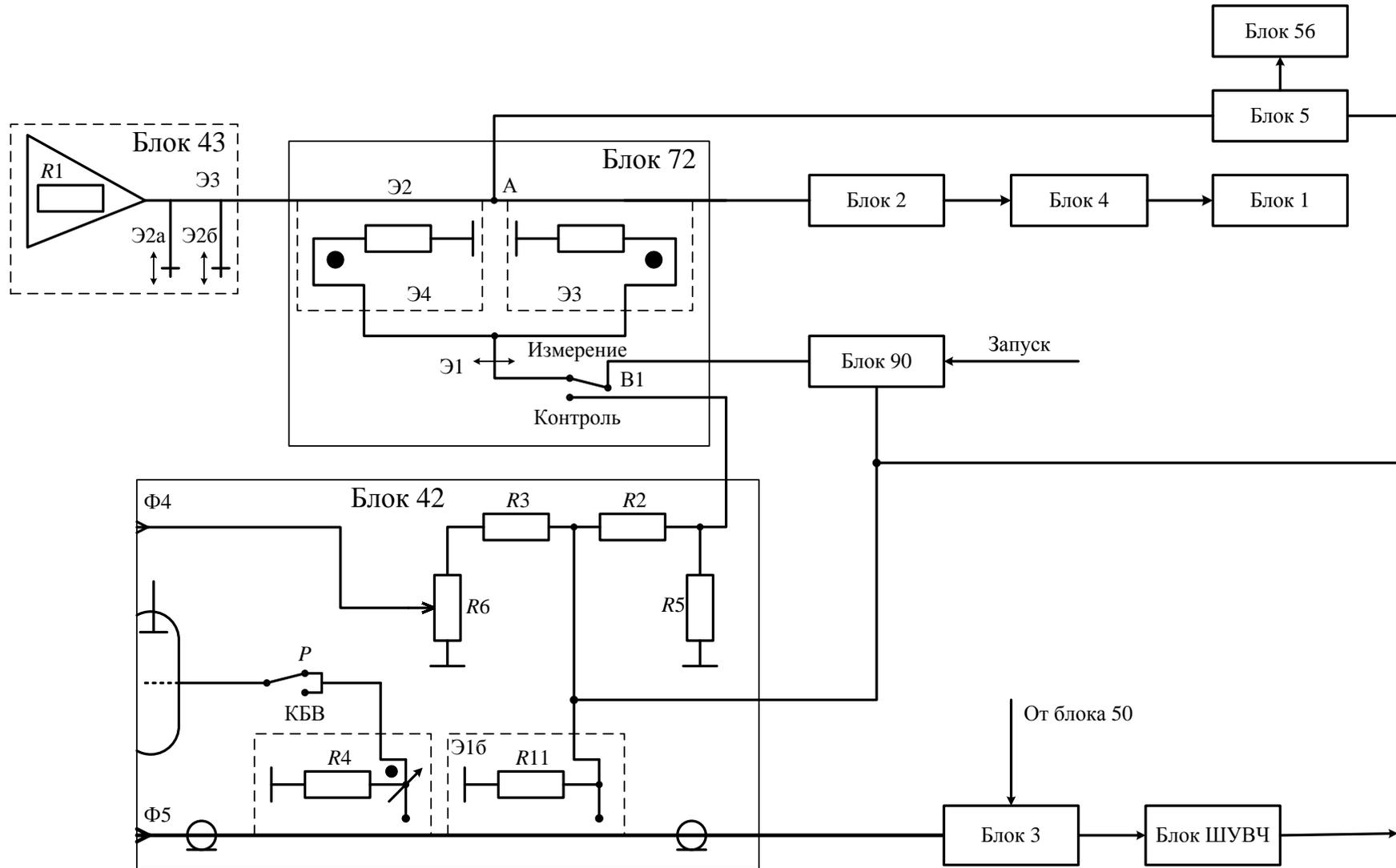


Рис. 2.18. Структурная схема СНСЭ

3. ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р, АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ОТ ПОМЕХ

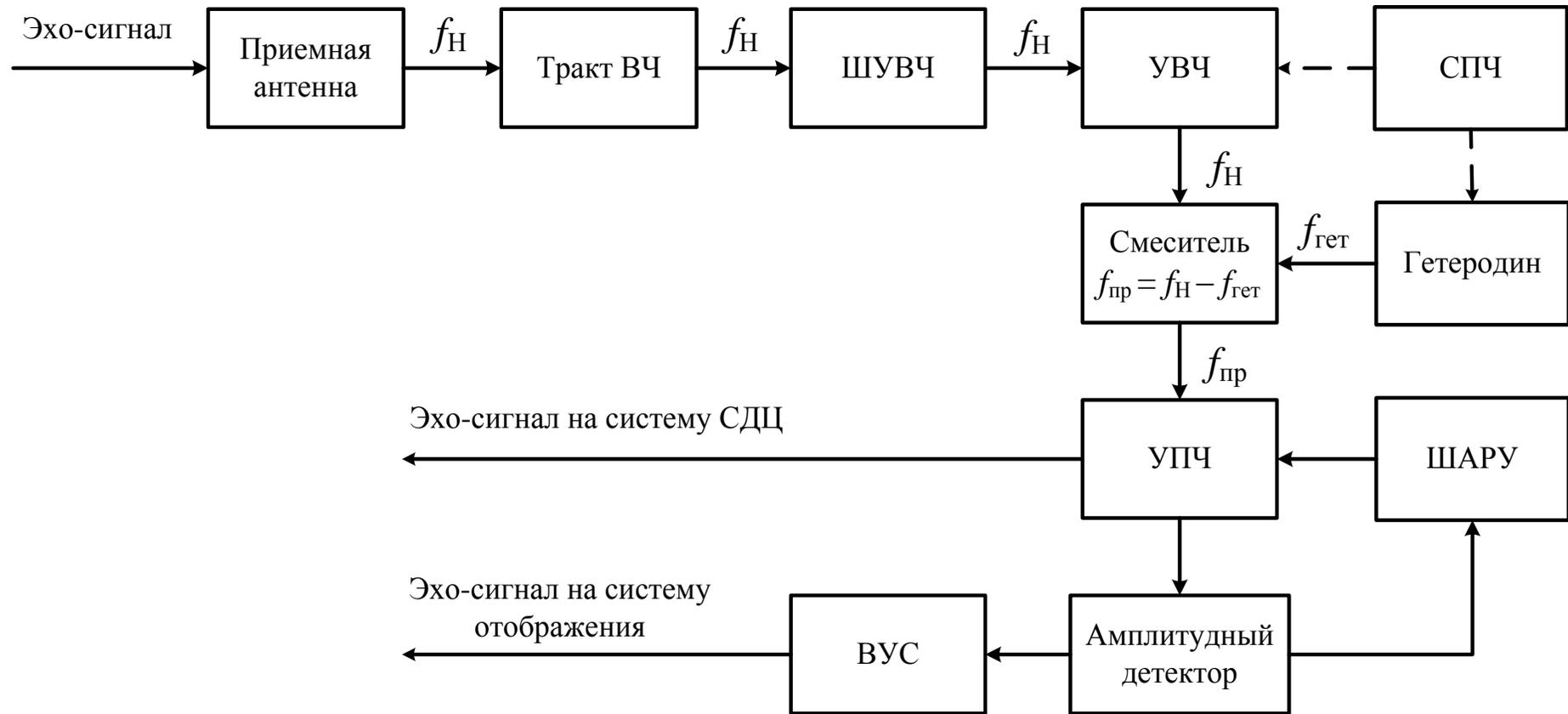


Рис. 3.1. Обобщенная структурная схема супергетеродинного радиолокационного приемника

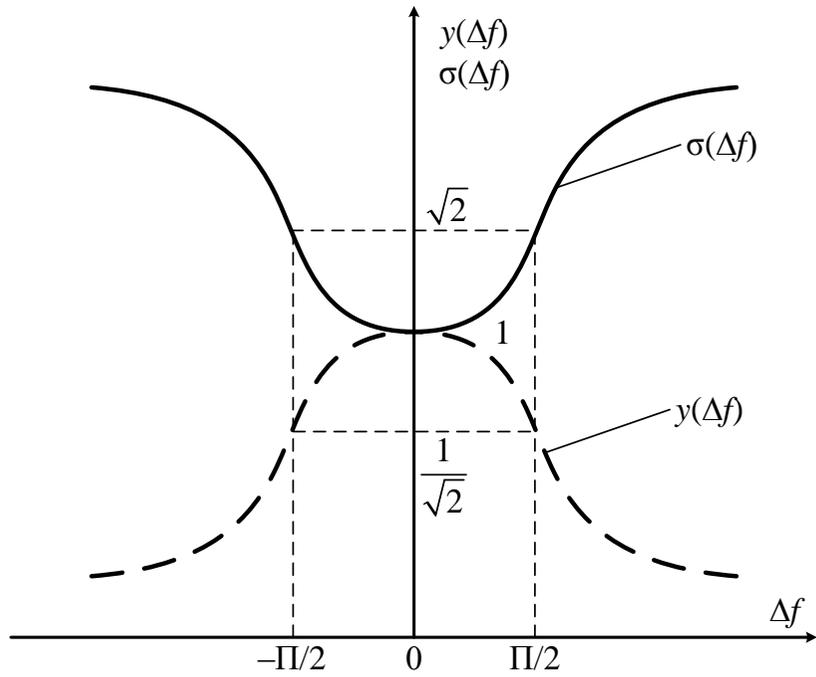
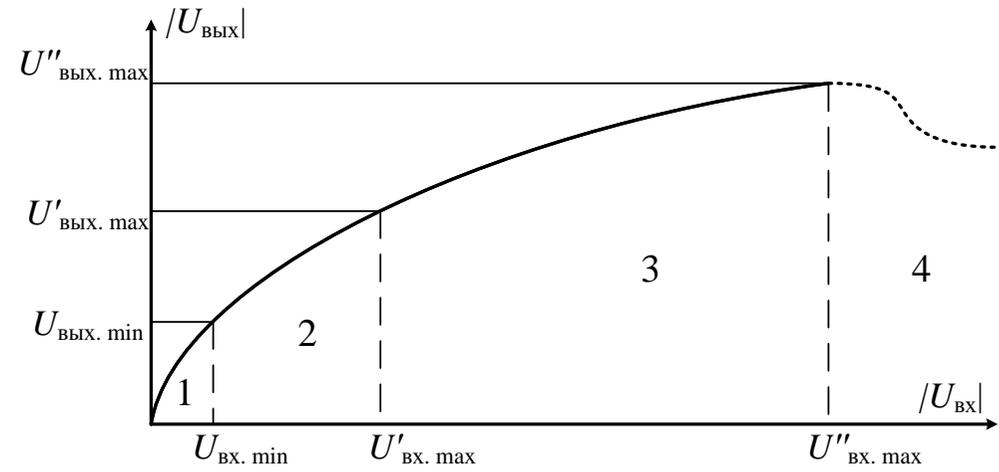
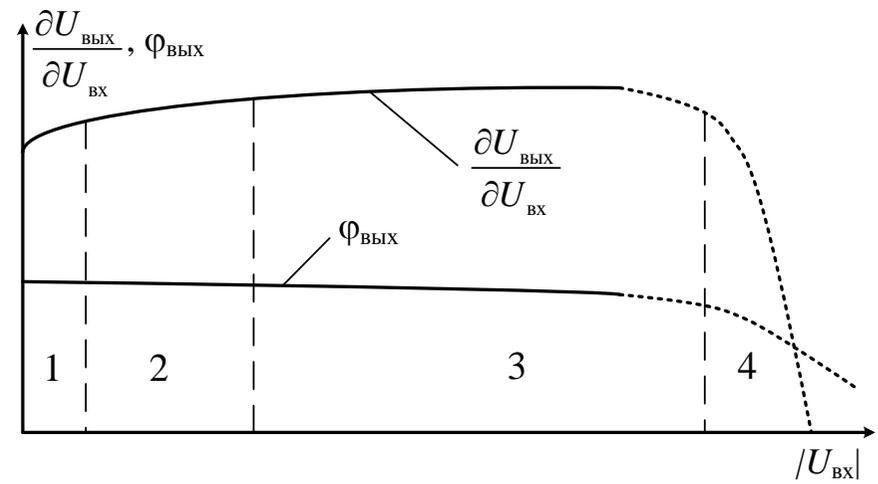


Рис. 3.2. Нормированная АЧХ приемника и избирательность



а)



б)

Рис. 3.3. Характеристики приемного устройства:
а – амплитудная характеристика; б – фазовая характеристика

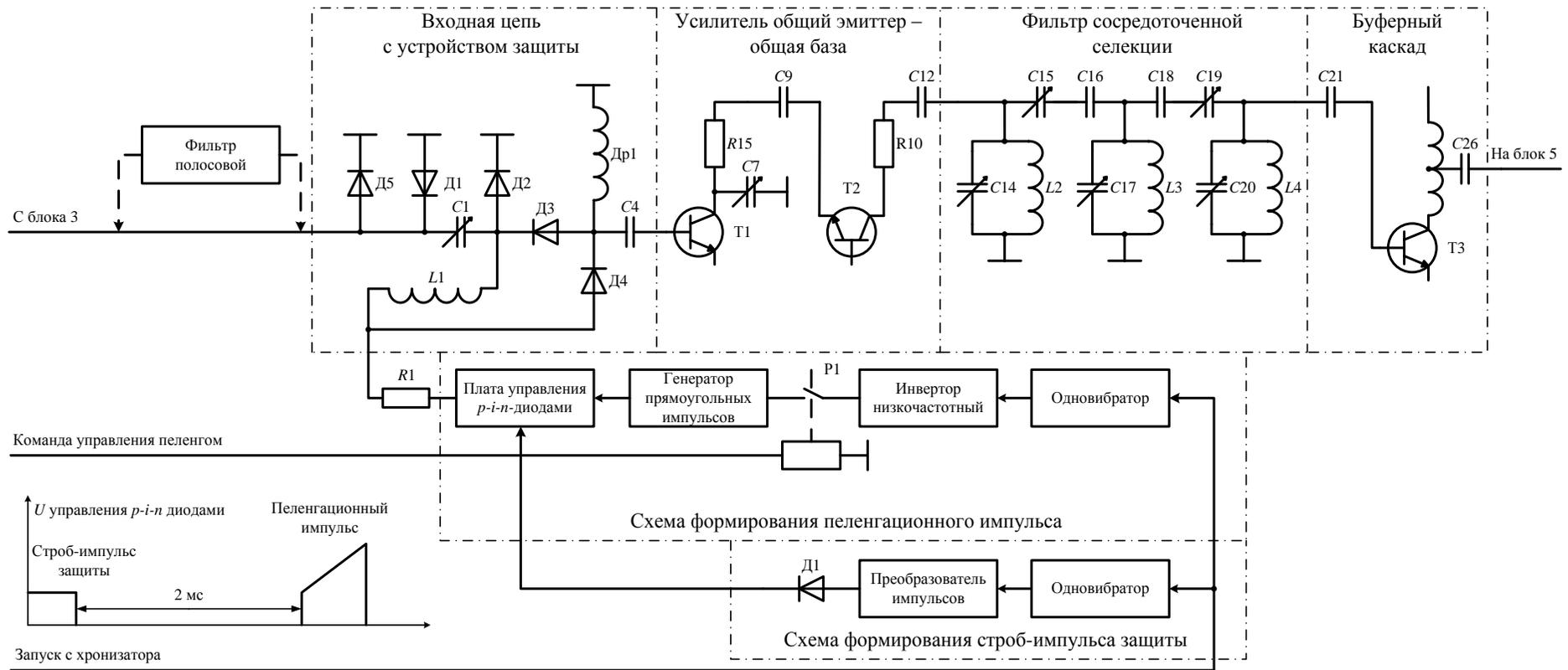


Рис. 3.4. Функциональная схема блока ШУВЧ

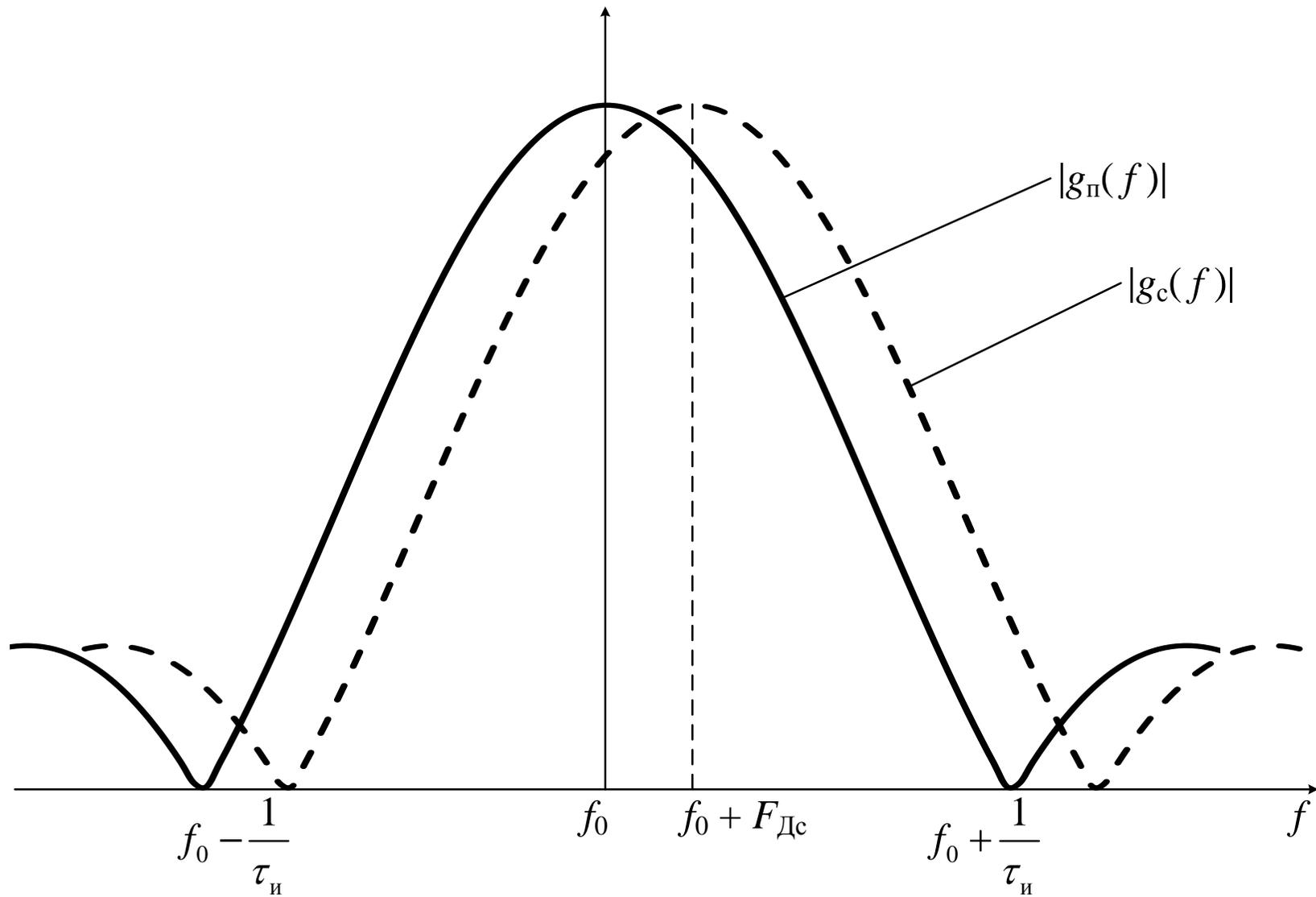


Рис. 3.6. Спектры одиночного радиоимпульса, отражённого от источника пассивных помех и движущейся цели (пунктиром)

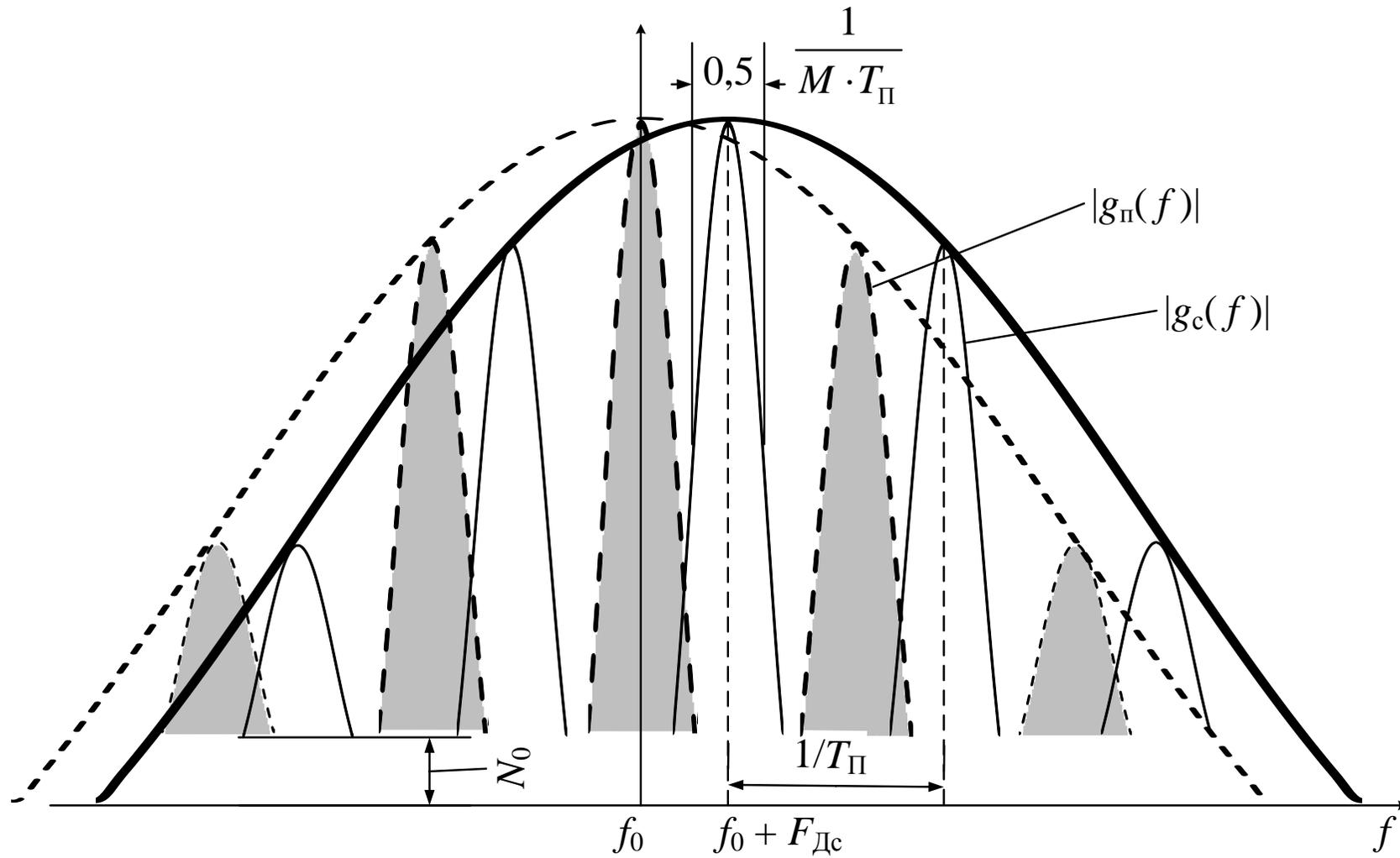


Рис. 3.7. Спектр пачки отражённых когерентных сигналов от источника пассивных помех $|g_{\text{п}}(f)|$, движущейся цели $|g_{\text{с}}(f)|$ и собственных шумов приёмного устройства N_0



Рис. 3.8. Структурная схема системы оптимальной фильтрации сигналов на фоне отражений от пассивных помех

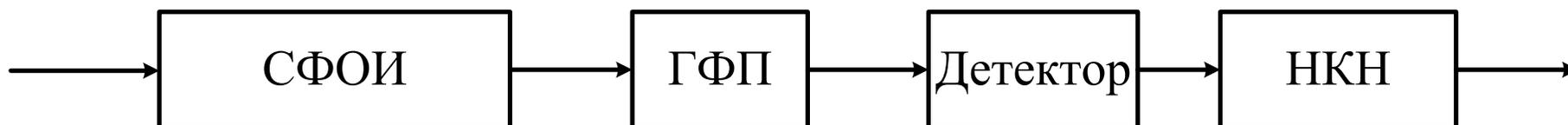


Рис. 3.9. Структурная схема системы квазиоптимальной фильтрации сигналов на фоне отражений от пассивных помех

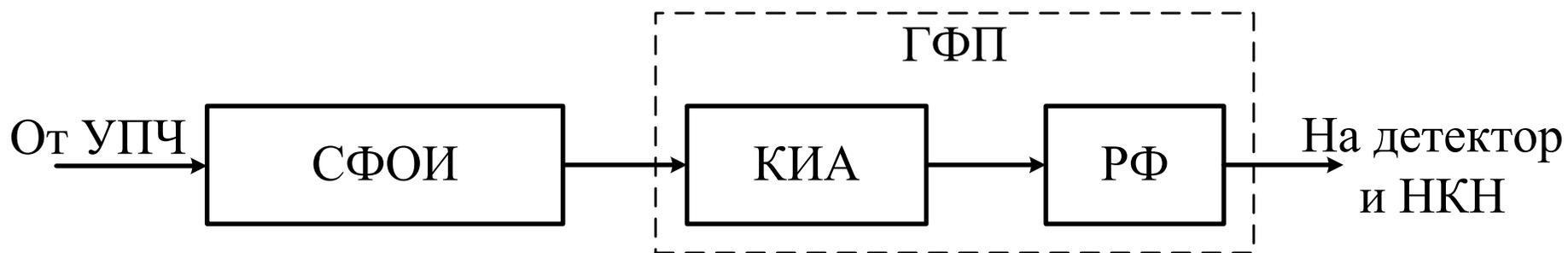
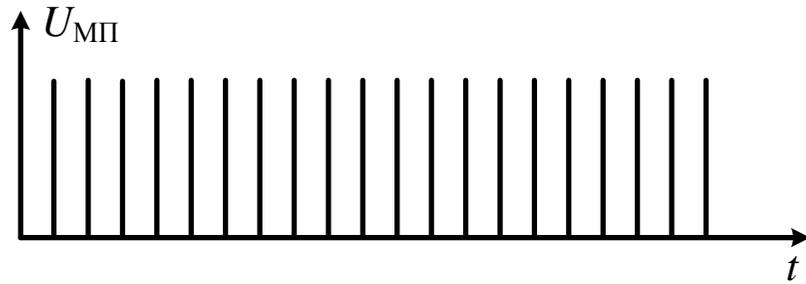
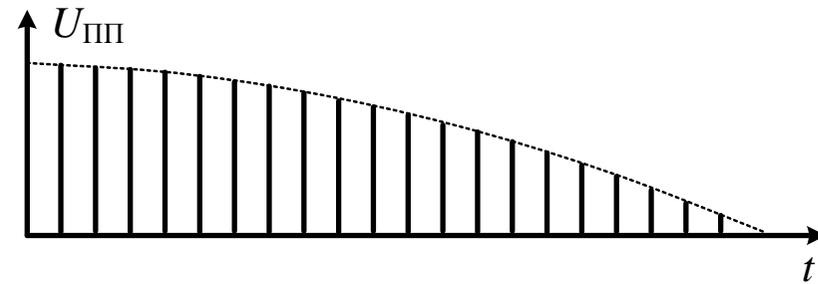


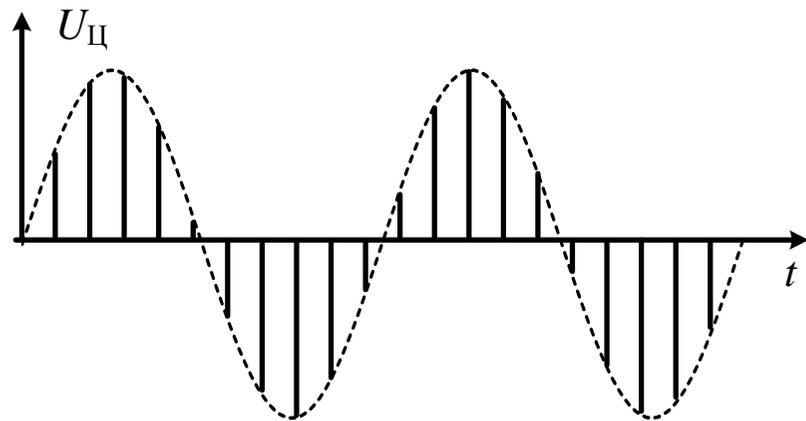
Рис. 3.10. Структурная схема квазиоптимального ГФП



a)



б)



в)

Рис. 3.11. Видеоимпульсы на выходе ФД в зависимости от $F_{Д}$ при отражении: *a* – от местного предмета; *б* – от пассивной помехи, движущейся со скоростью ветра; *в* – от движущейся цели

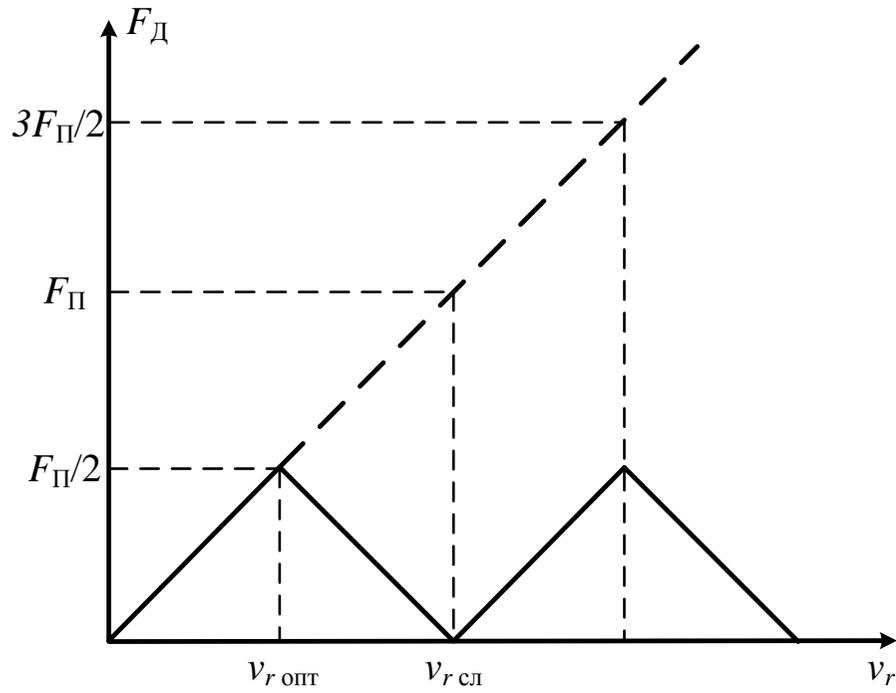


Рис. 3.12. Зависимость выделяемой частоты Доплера от радиальной скорости

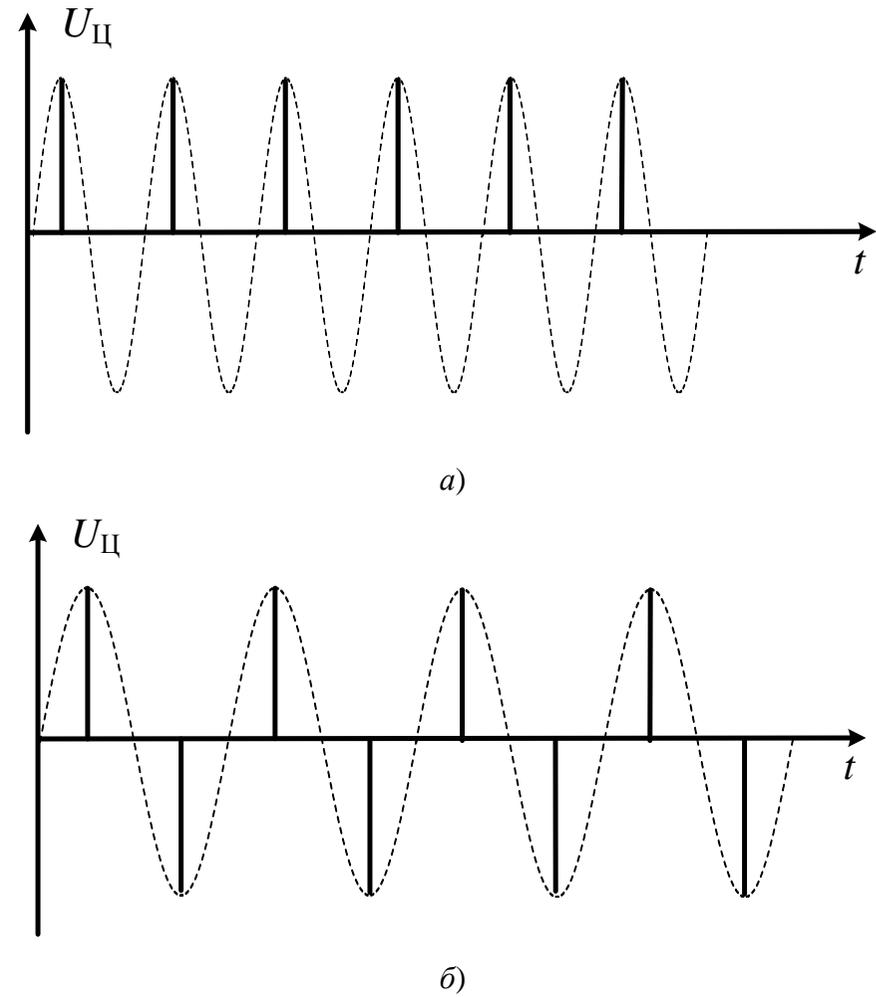


Рис. 3.13. Видеоимпульсы на выходе ФД в зависимости от F_D при отражении: *а* – от цели, движущейся со «слепой» скоростью; *б* – от цели, движущейся с оптимальной скоростью

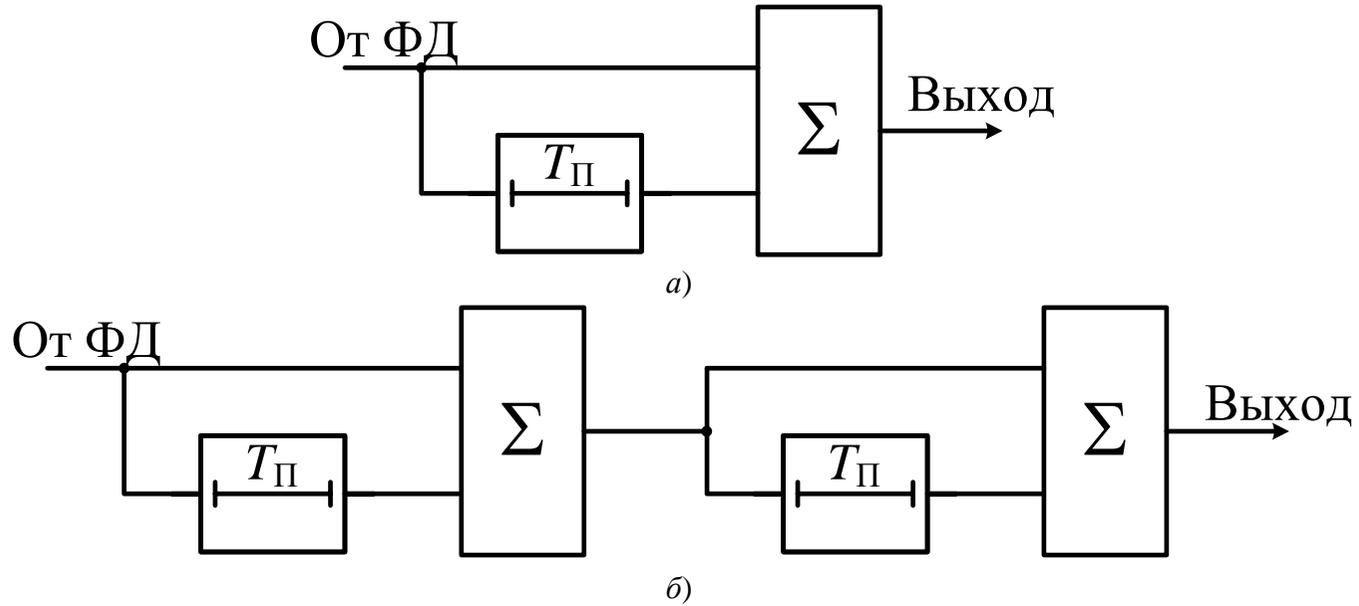


Рис. 3.14. Структурная схема системы ЧПК однократной (а) и двукратной (б) на видеочастоте

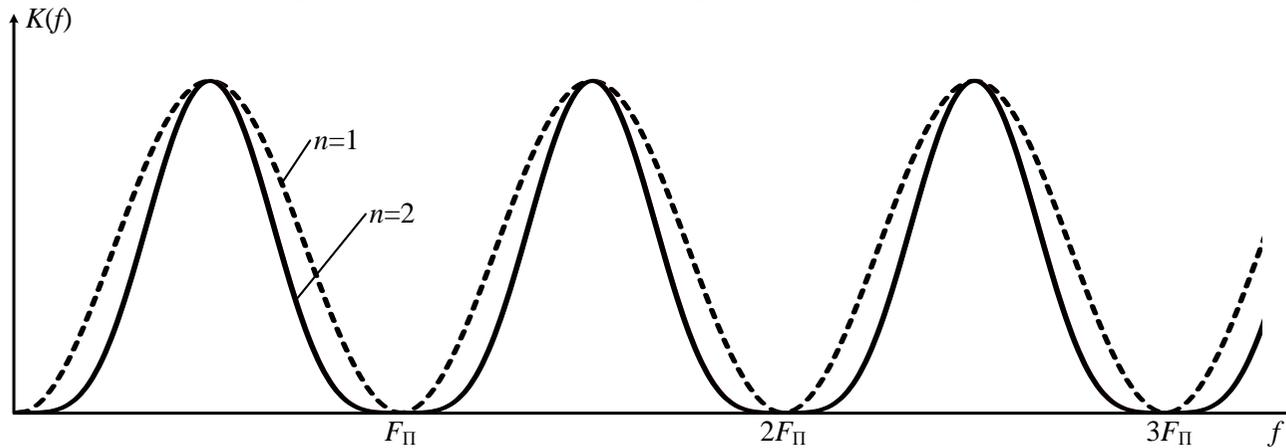


Рис. 3.15. Амплитудно-частотные характеристики системы СДЦ с однократным и двукратным ЧПК

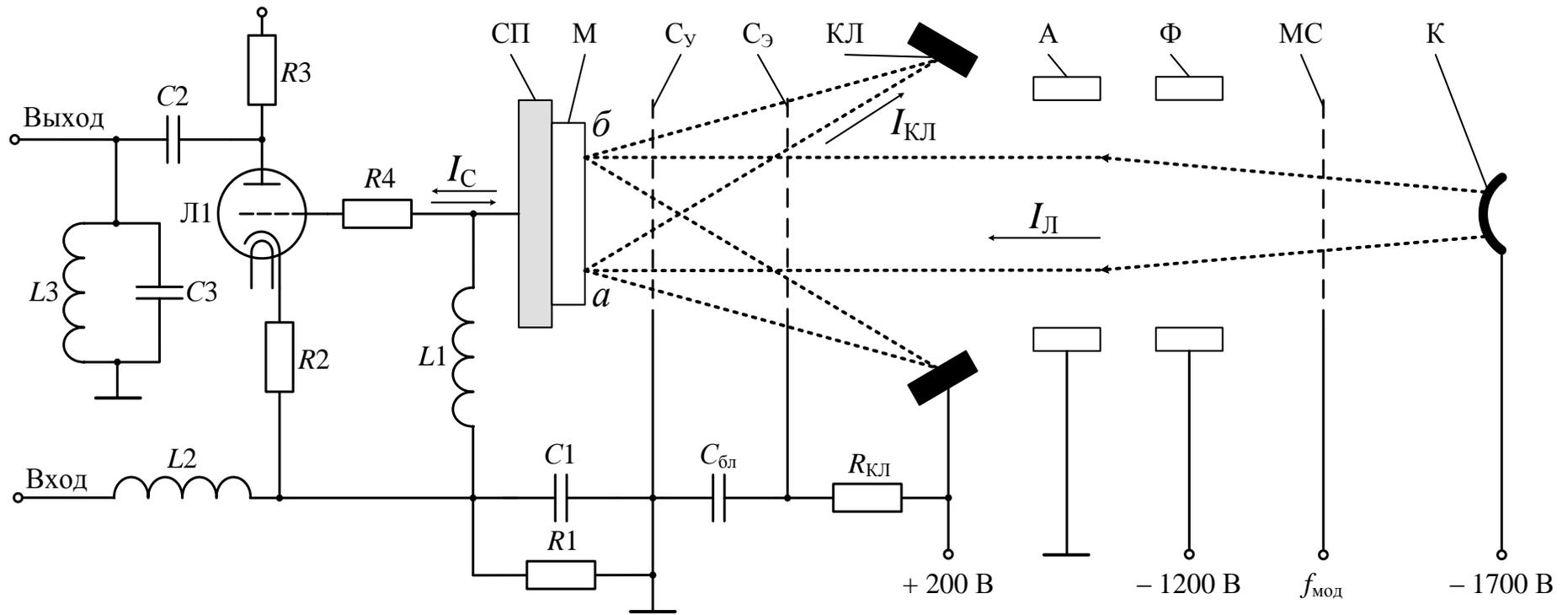


Рис. 3.16. Упрощенная схема вычитающей потенциоскопической трубки:

СП – сигнальная пластина; М – мишень; C_y – управляющая сетка; $C_Э$ – экранная сетка; КЛ – коллектор; А – второй анод;
 Ф – фокусирующий анод; МС – модулирующая сетка; К – катод; $C_{бл}$ – конденсатор блокировки; $R_{КЛ}$ – нагрузка в цепи коллектора;
 $R_{СП}$ – нагрузка в цепи сигнальной пластины

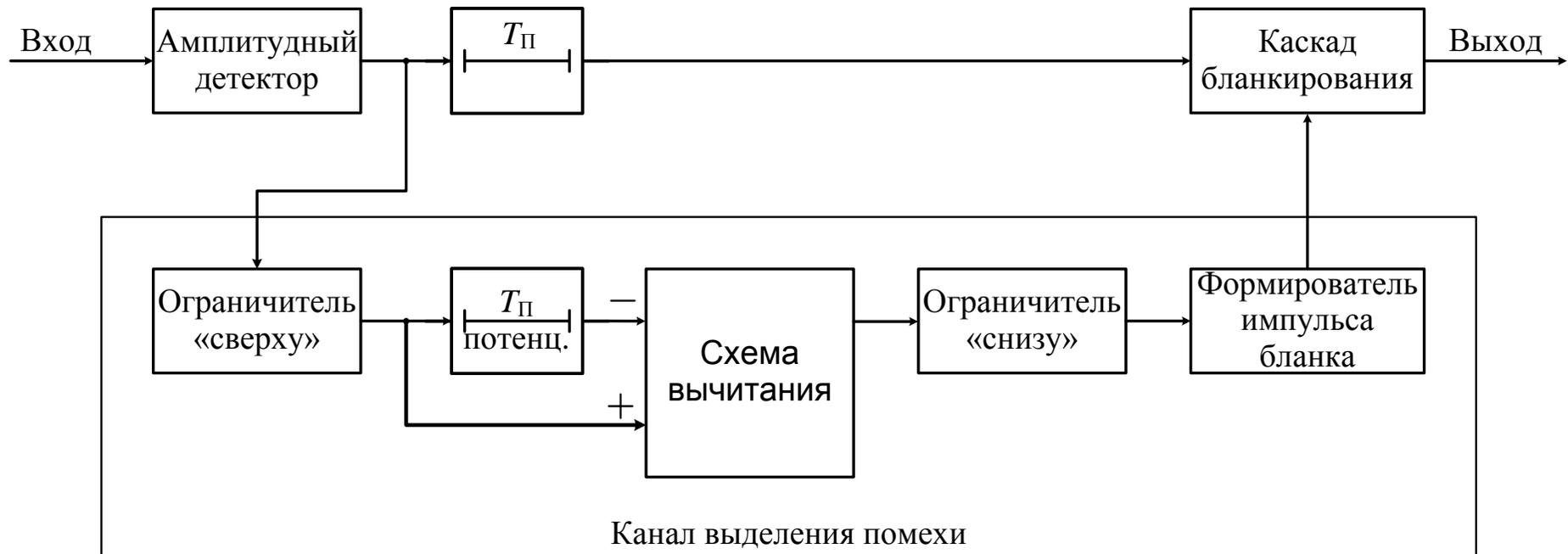


Рис. 3.17. Структурная схема устройства подавления НИП

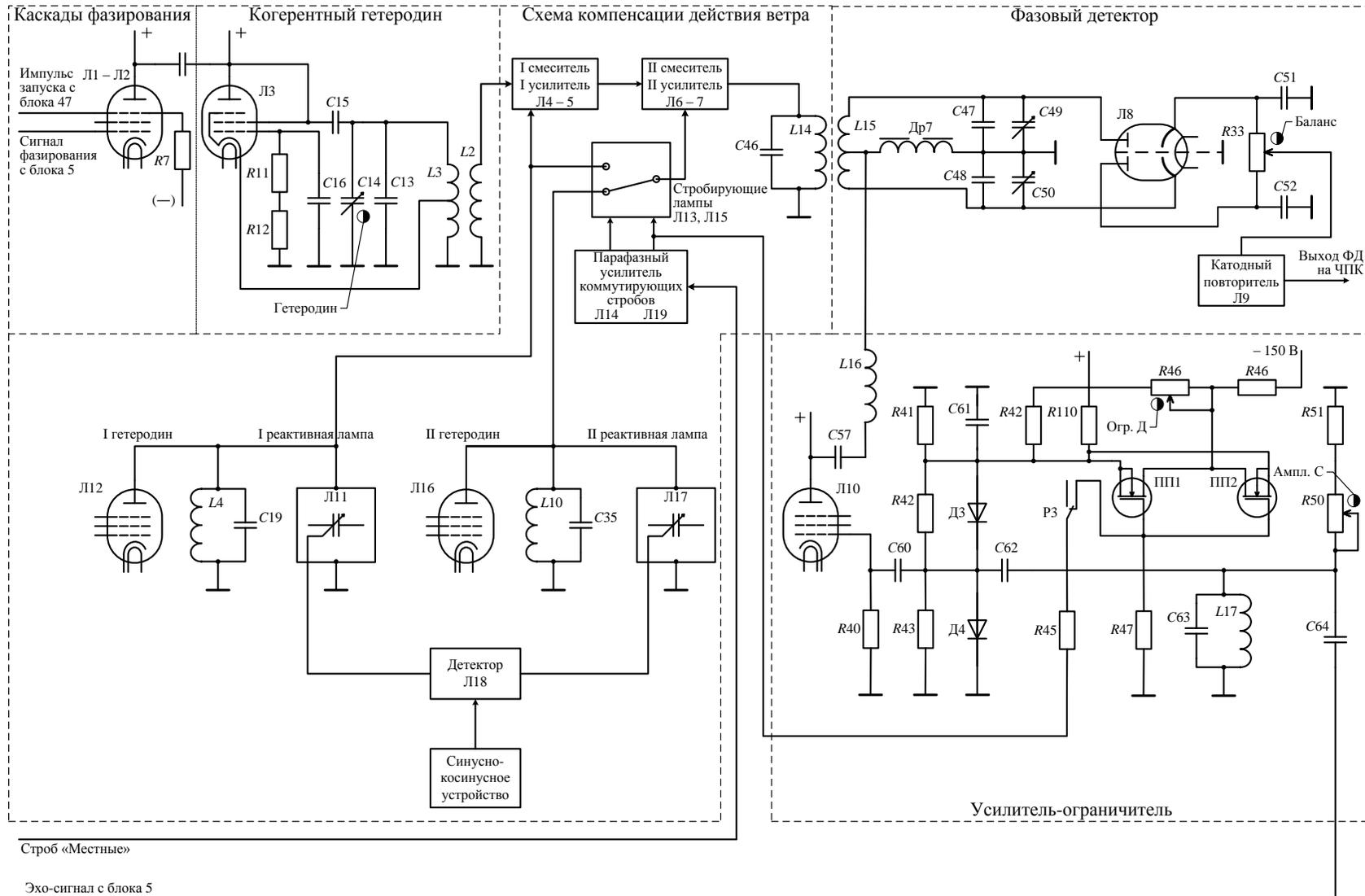


Рис. 3.18. Функциональная схема когерентно-импульсной аппаратуры

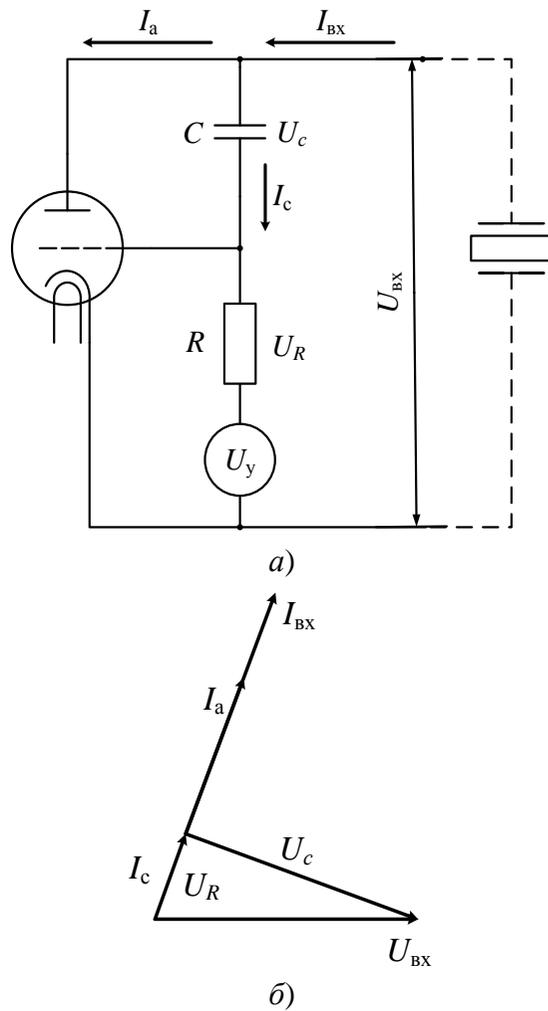


Рис. 3.19. Эквивалентная схема (а) и векторная диаграмма (б) реактивной лампы

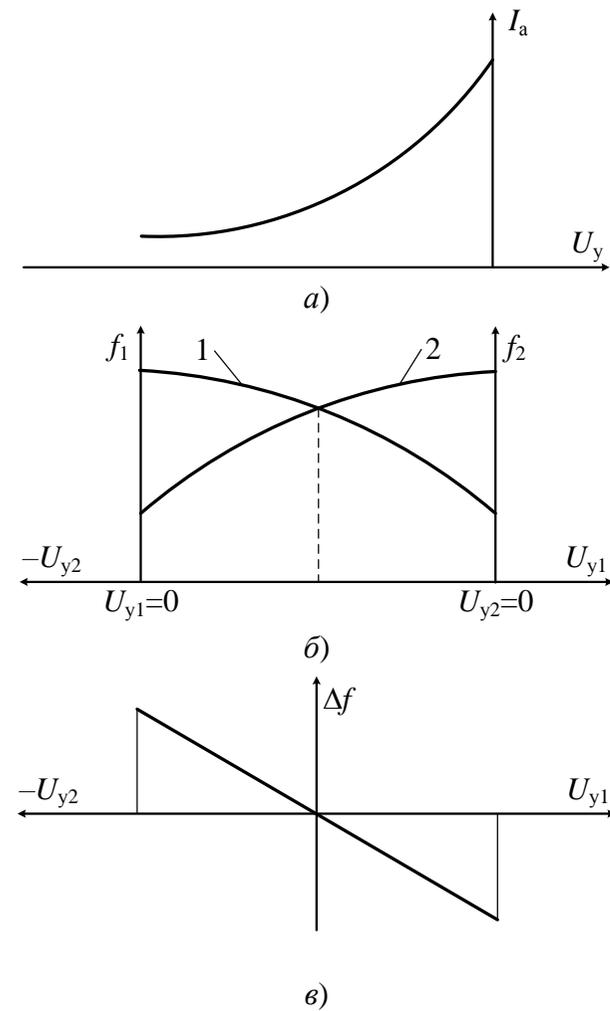


Рис. 3.20. Формирование модуляционной характеристики кварцевых гетеродинов: а – анодно-сеточная характеристика реактивной лампы; б – модуляционная характеристика кварцевого гетеродина; в – результирующая модуляционная характеристика

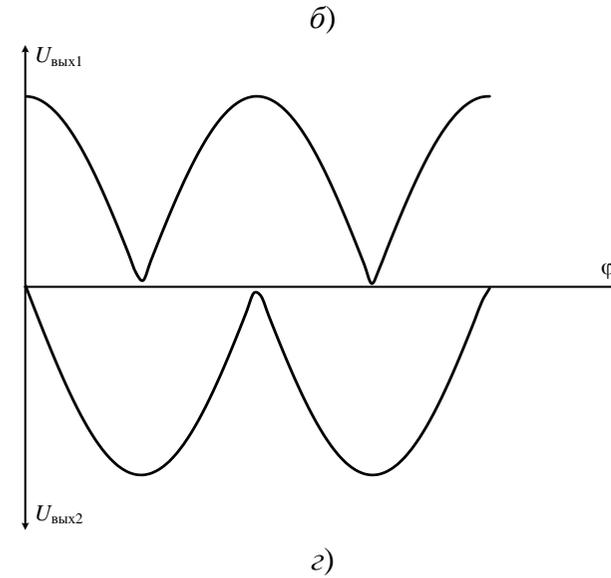
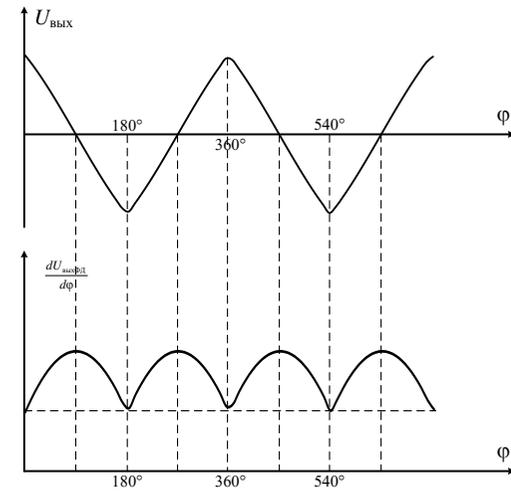
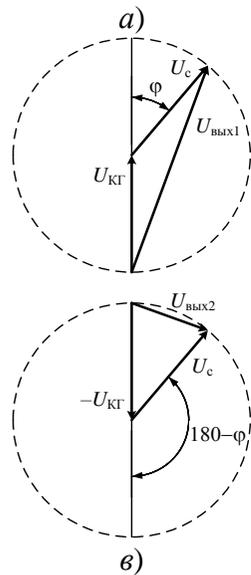
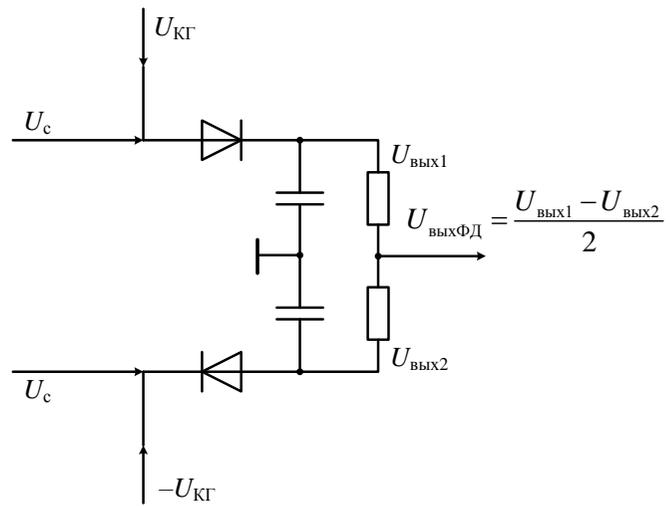


Рис. 3.21. Балансный фазовый детектор: а – упрощенная схема балансного ФД; б – фазовая характеристика балансного ФД; в – векторные диаграммы двух небалансных ФД; г – фазовые характеристики двух небалансных ФД

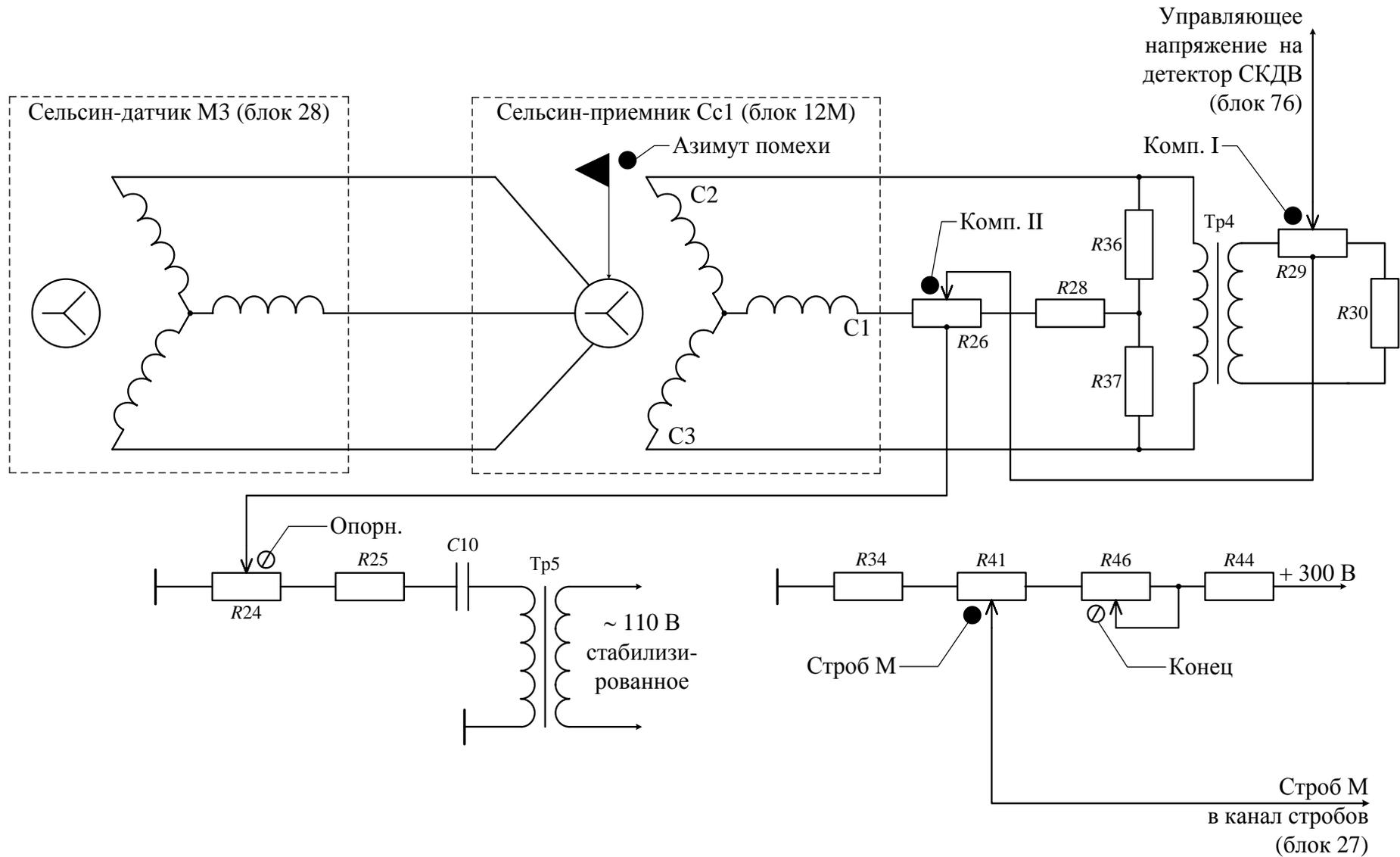


Рис. 3.22. Функциональная схема синусно-косинусного устройства

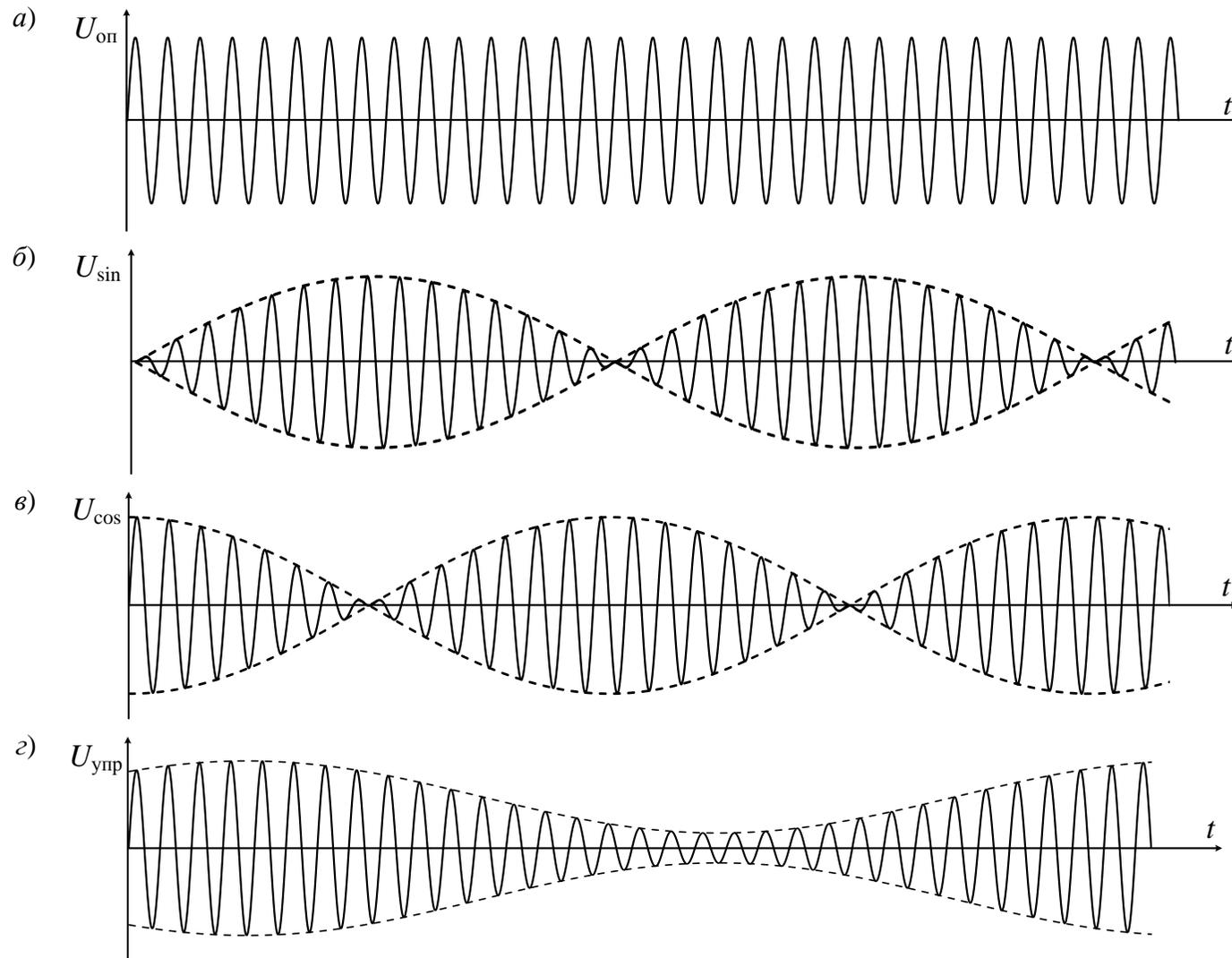


Рис. 3.23. Эпюры формирования управляющего напряжения СКДВ:
a – опорное напряжение; *б* – синусное напряжение; *в* – косинусное напряжение; *г* – управляющее напряжение

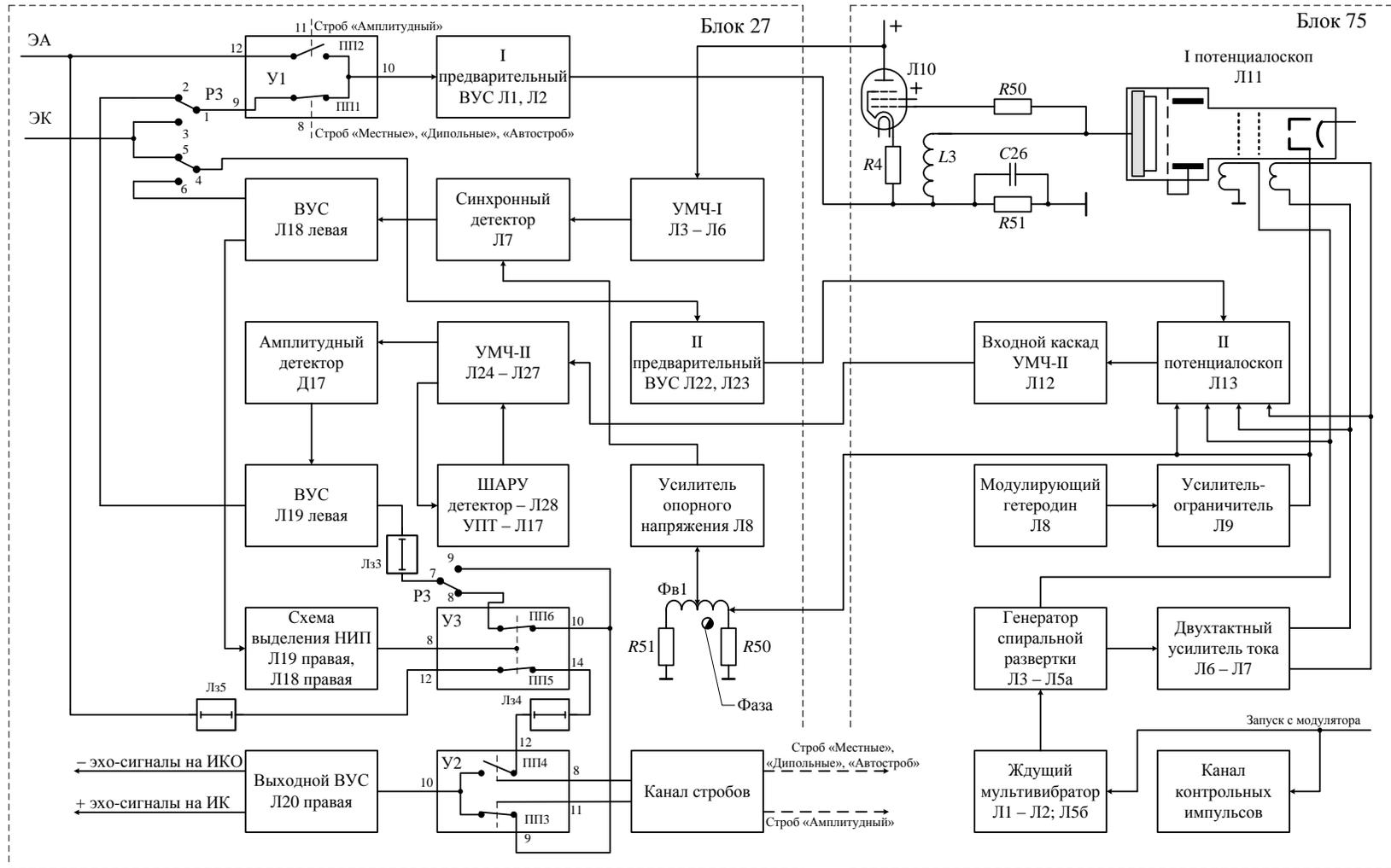


Рис. 3.24. Функциональная схема компенсационной аппаратуры (положение контактов реле Р3 показано для рода работы «СПЦ + ПНП», состояние транзисторов входного У1 и выходного У2 коммутаторов – действует строб «Местные»):
 У1 – входной коммутатор; У2 – выходной коммутатор; У3 – схема подавления НИП

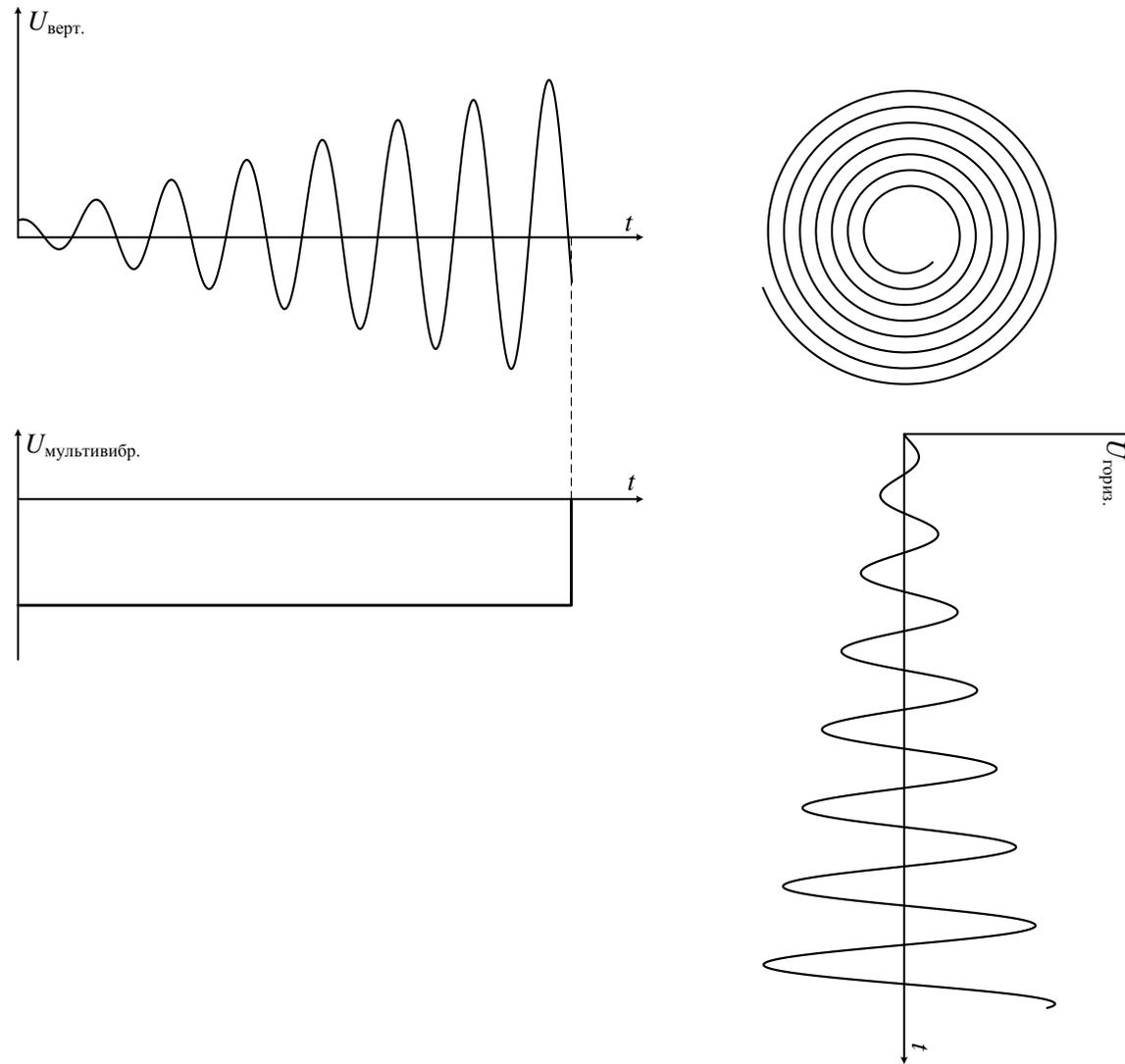


Рис. 3.25. Эпюры напряжений при формировании спиральной развертки

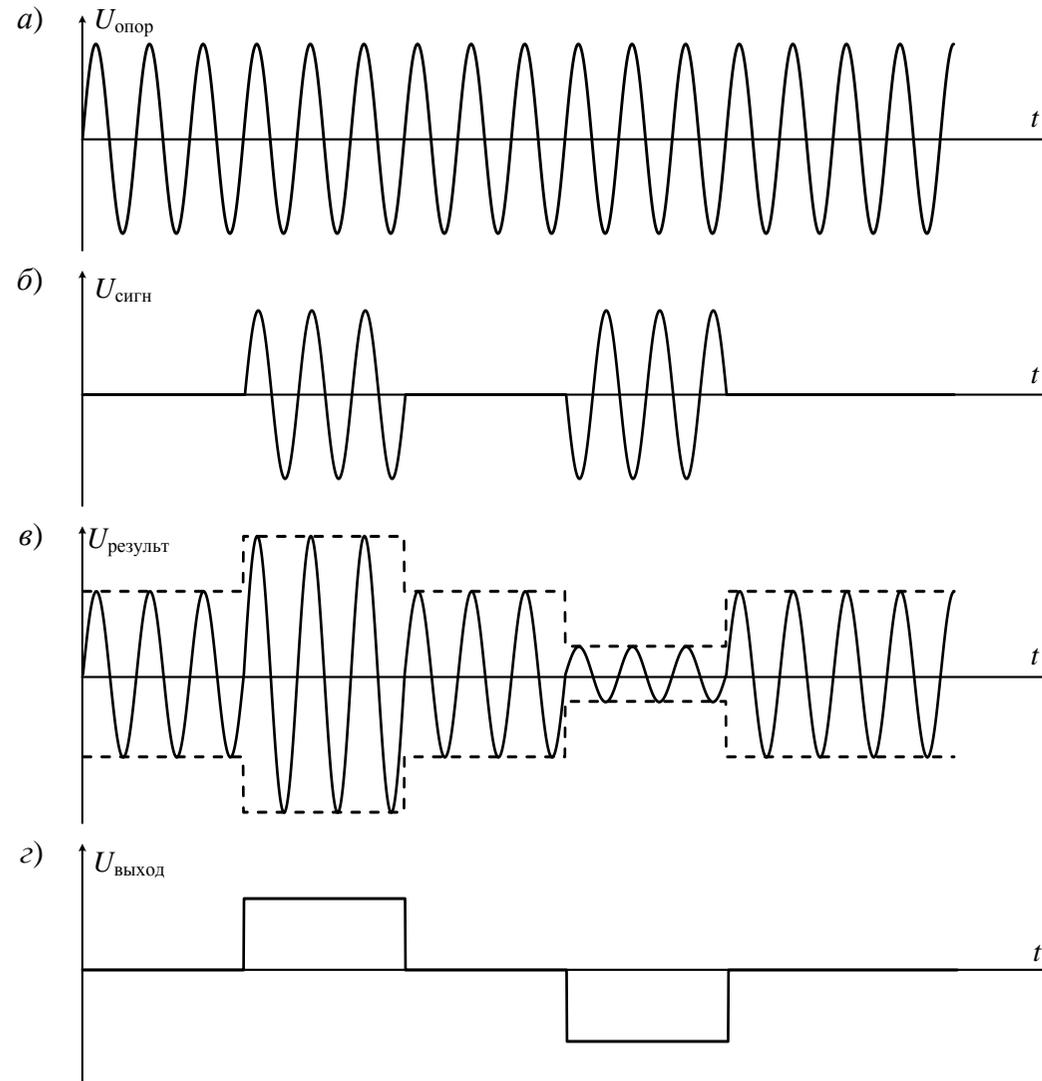


Рис. 3.26. Эпюры напряжений синхронного детектора: *a* – опорное напряжение; *б* – напряжение сигнала; *в* – результирующие колебания; *г* – выходное напряжение

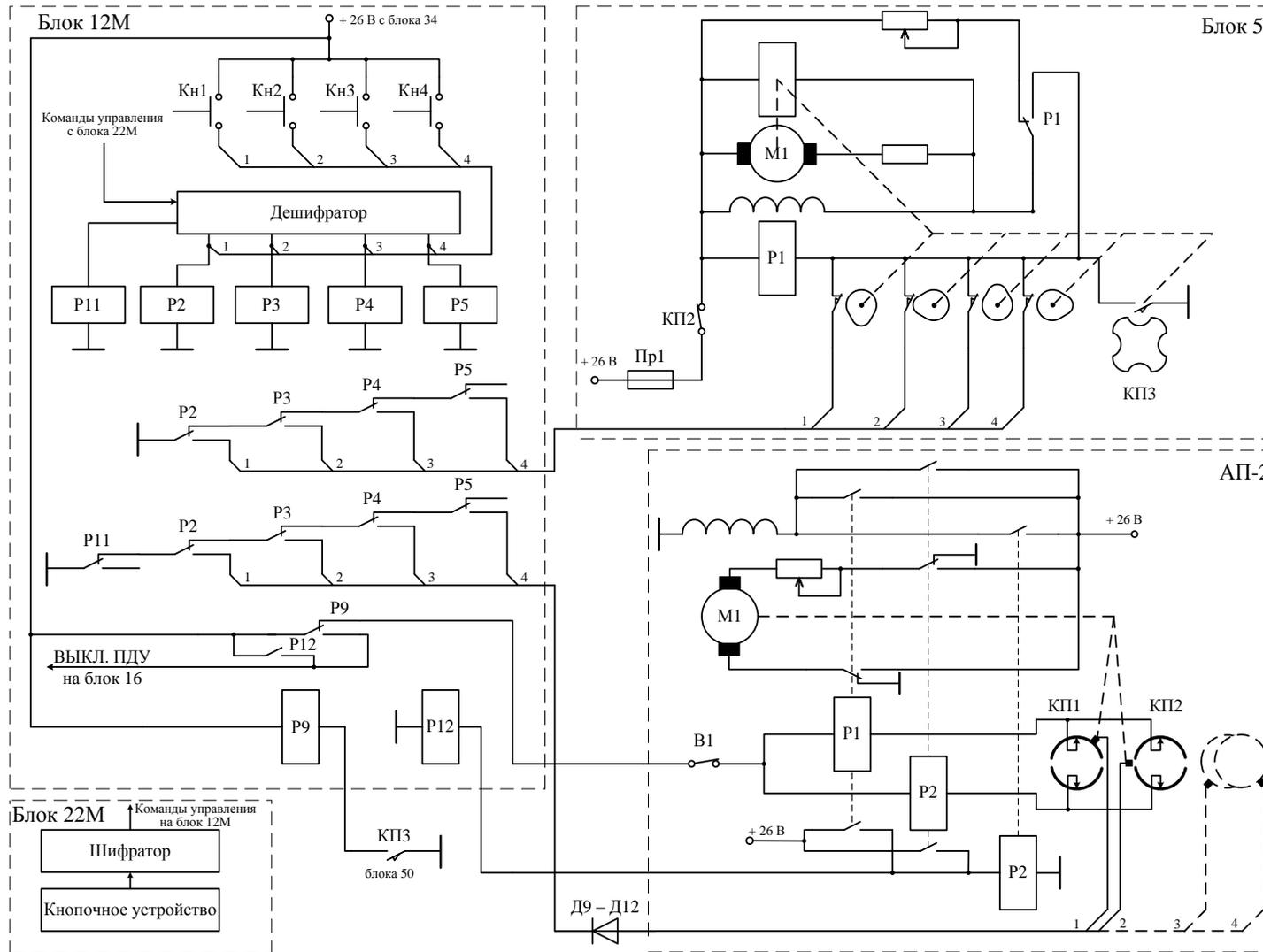


Рис. 3.27. Упрощенная функциональная схема перестройки частоты

4. СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р

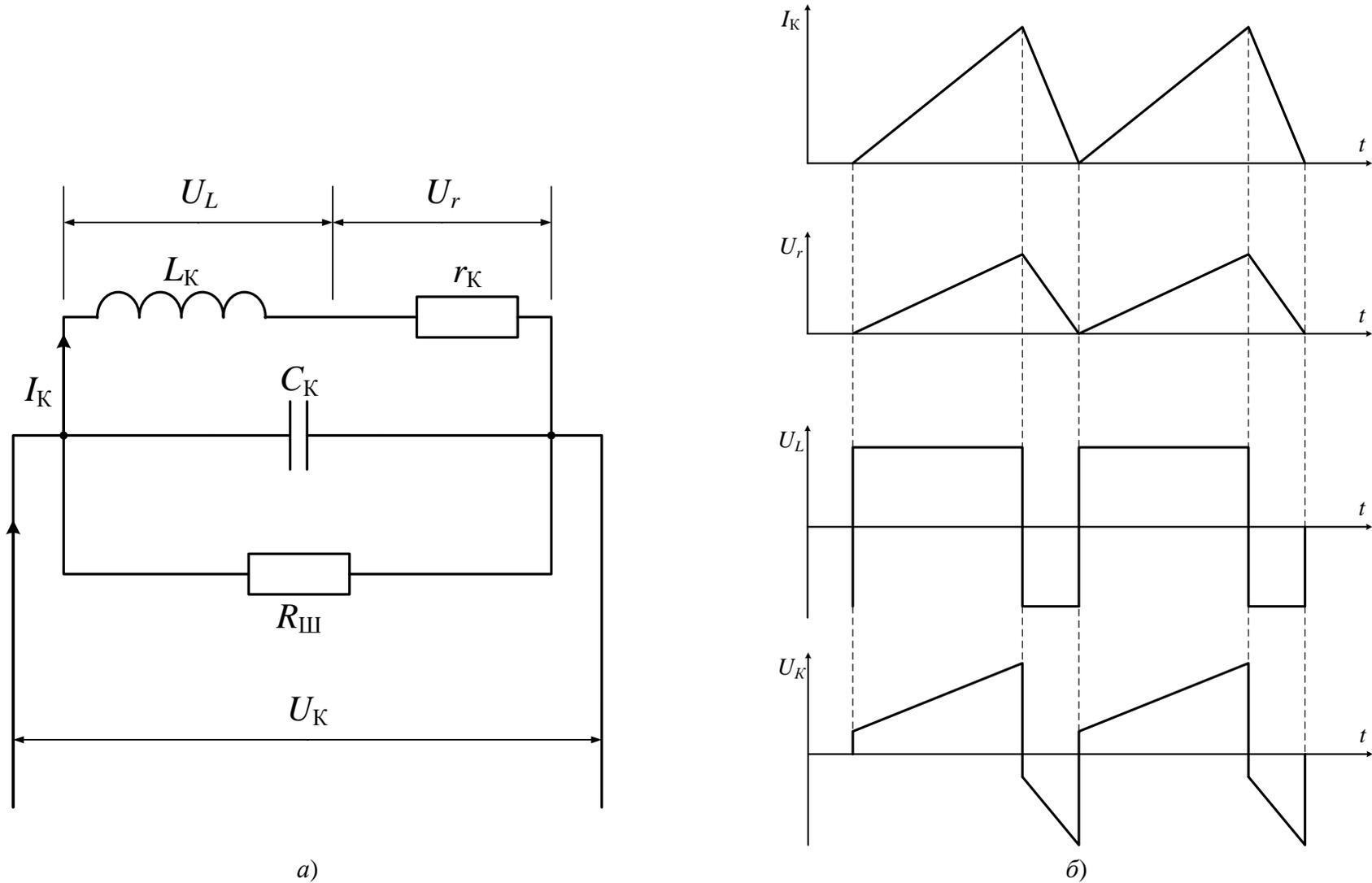


Рис. 4.1. Эквивалентная схема отклоняющей катушки (а) и эпюры, поясняющие ее работу (б)

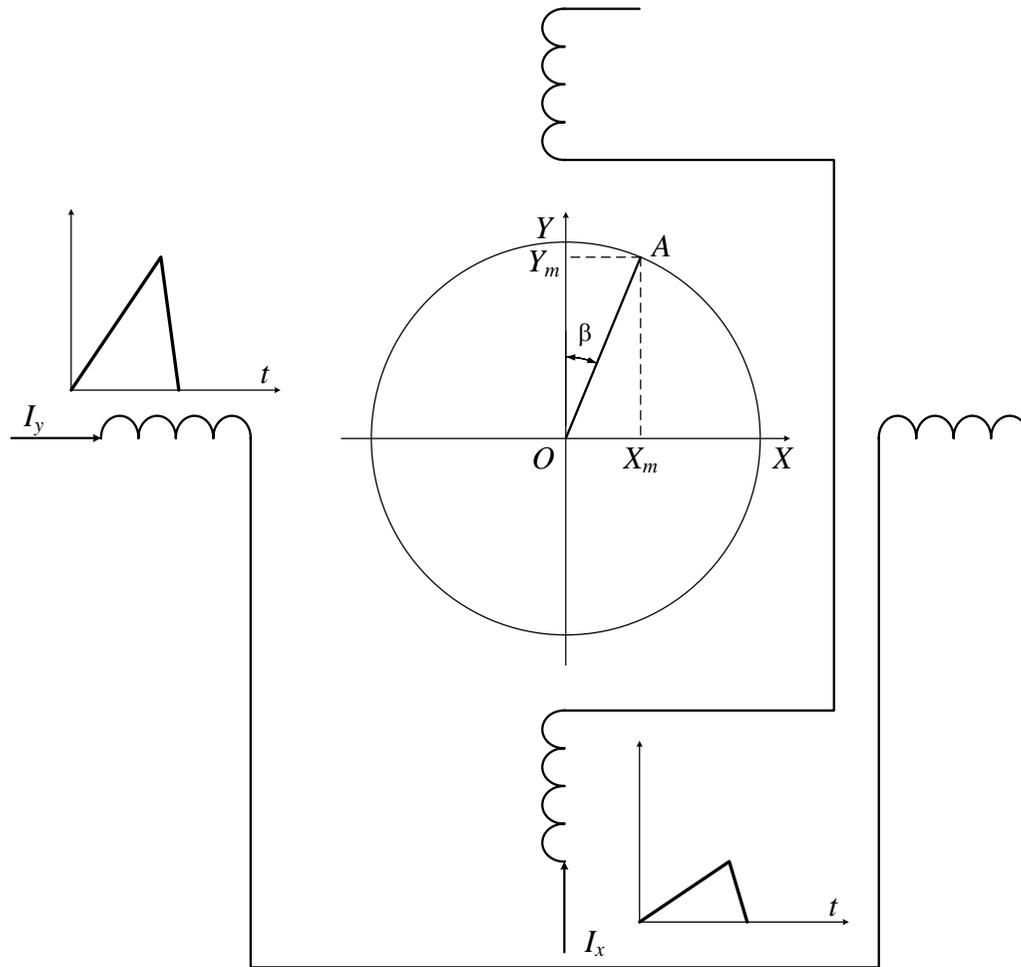


Рис. 4.2. Упрощенная схема формирования отклоняющих токов в системе с неподвижными отклоняющими катушками

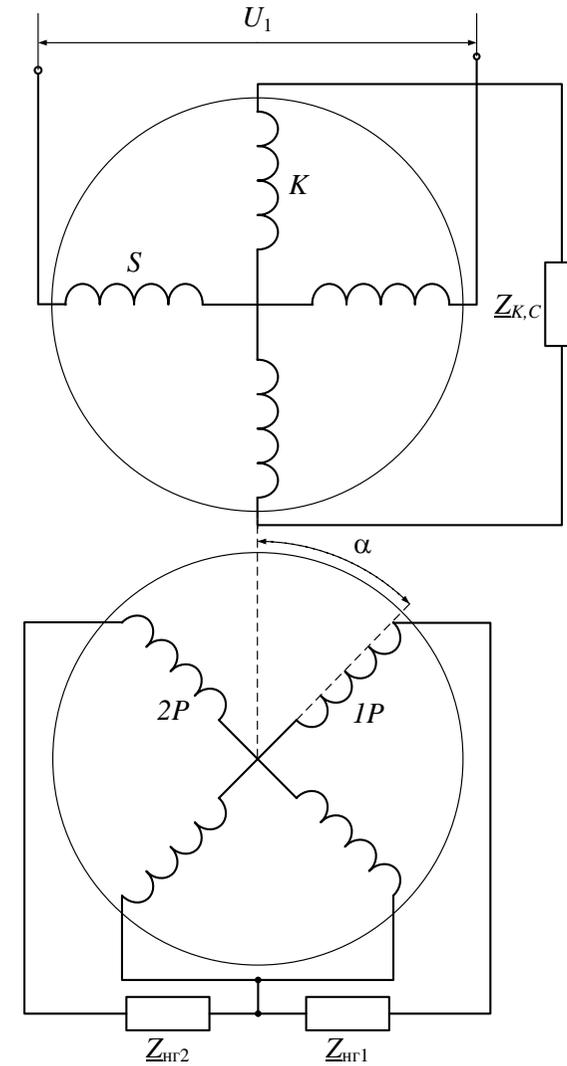


Рис. 4.3. Принципиальная схема синусно-косинусного VT

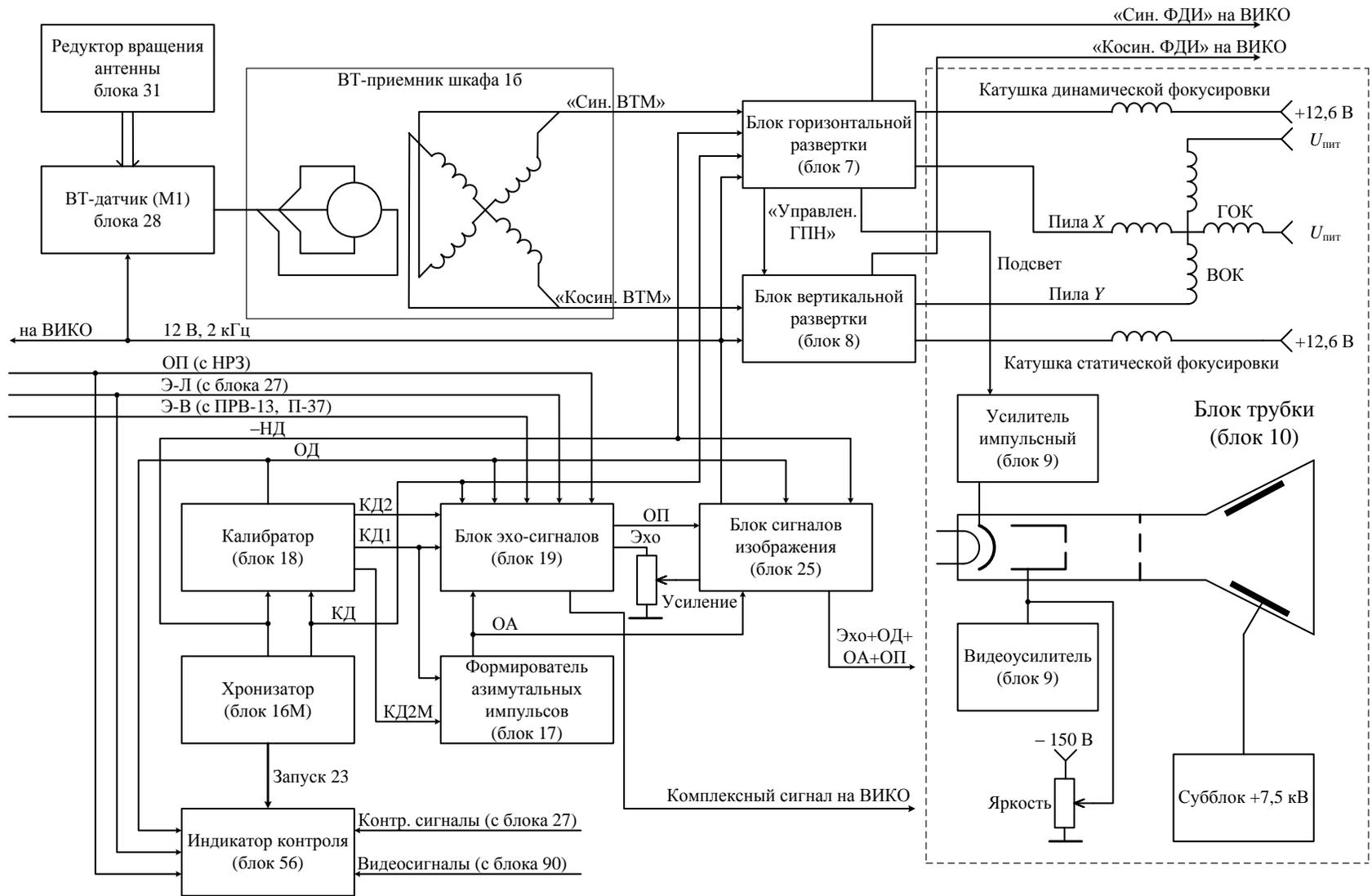


Рис. 4.4. Структурная схема индикаторной системы (без ВИКО)

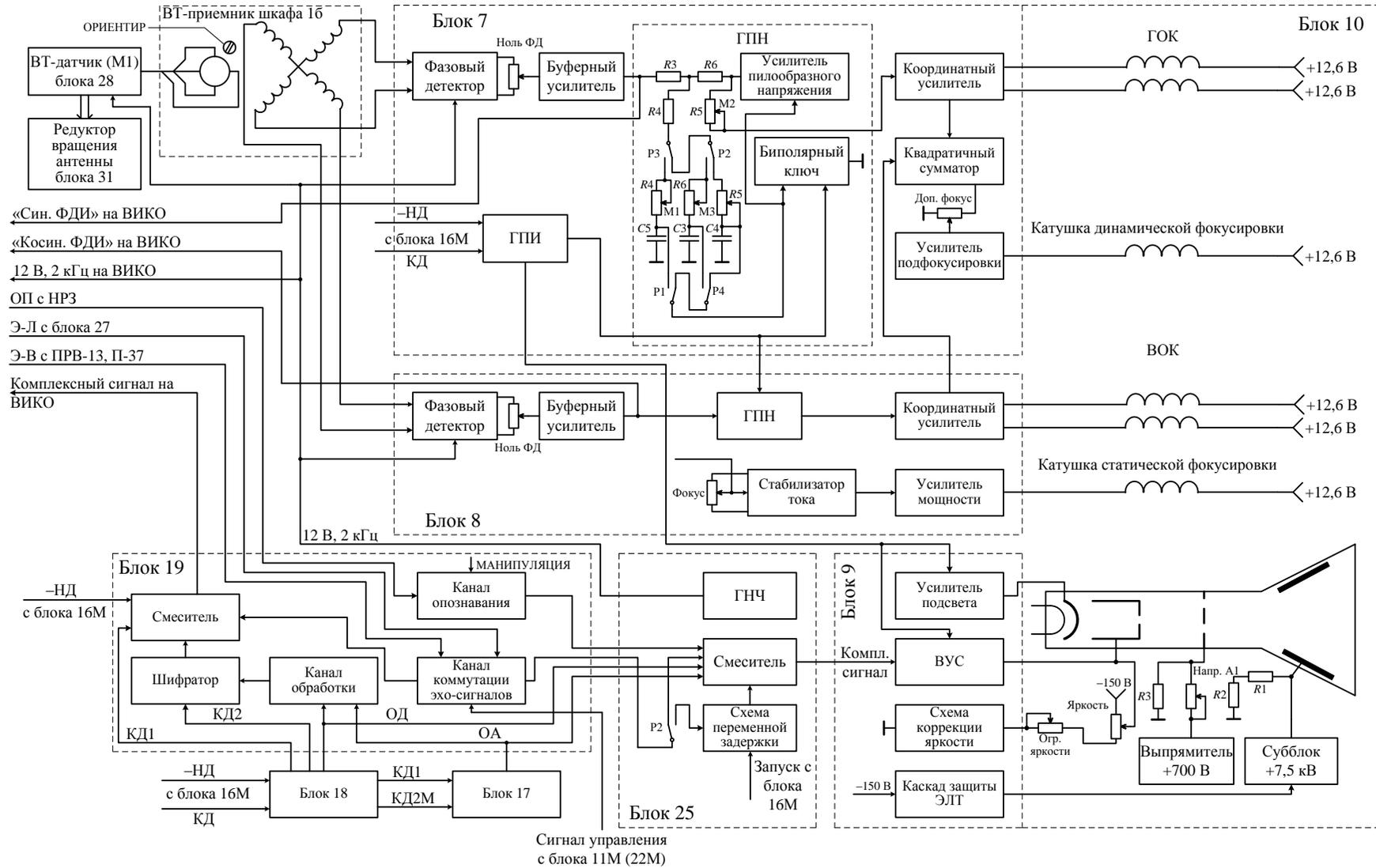


Рис. 4.5. Функциональная схема ИКО

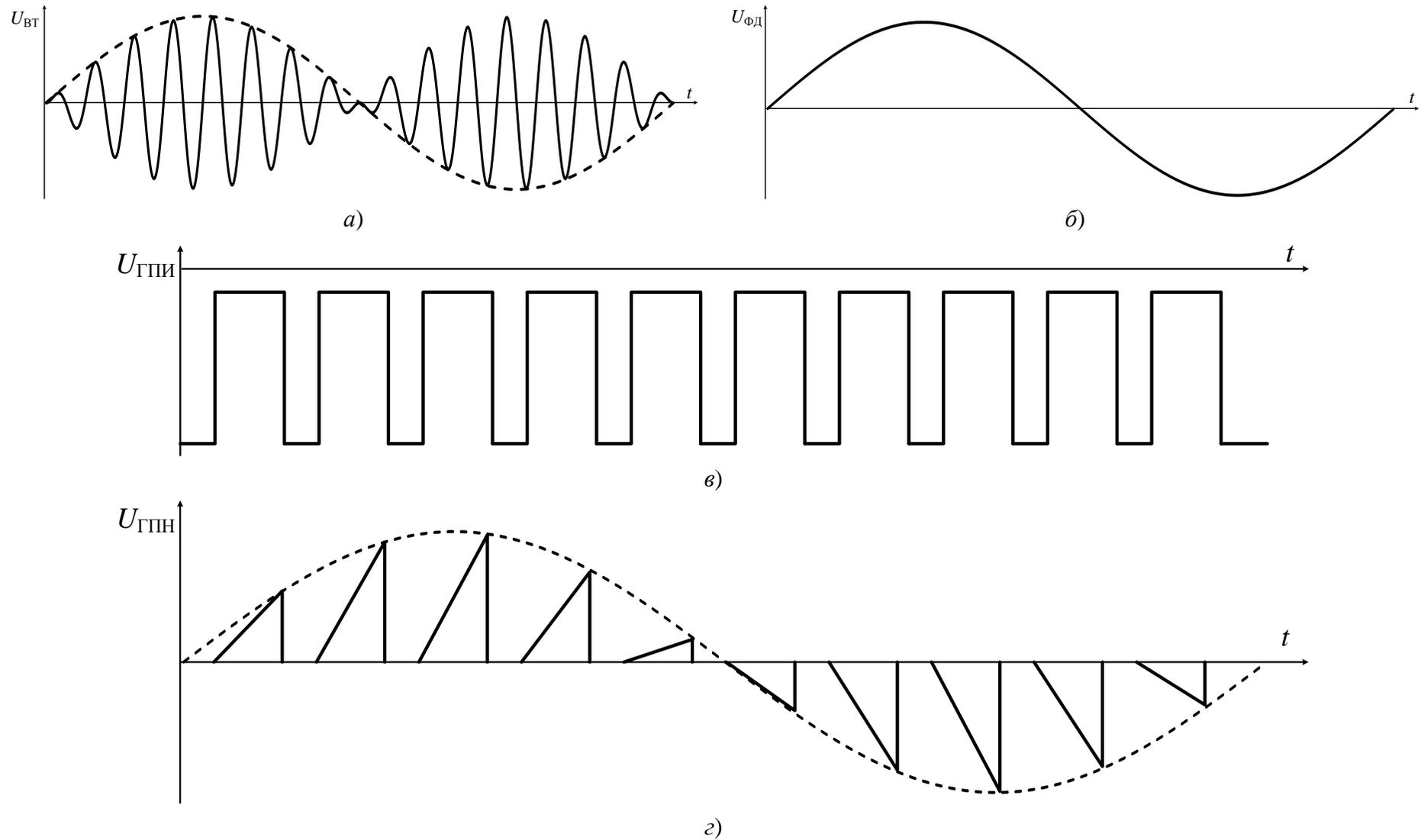


Рис. 4.6. Эпюры напряжений при формировании РКР: а – напряжение на выходе синусно-косинусного ВТ; б – напряжение на выходе ФД; в – напряжение ГПИ; з – напряжение на выходе ГПН

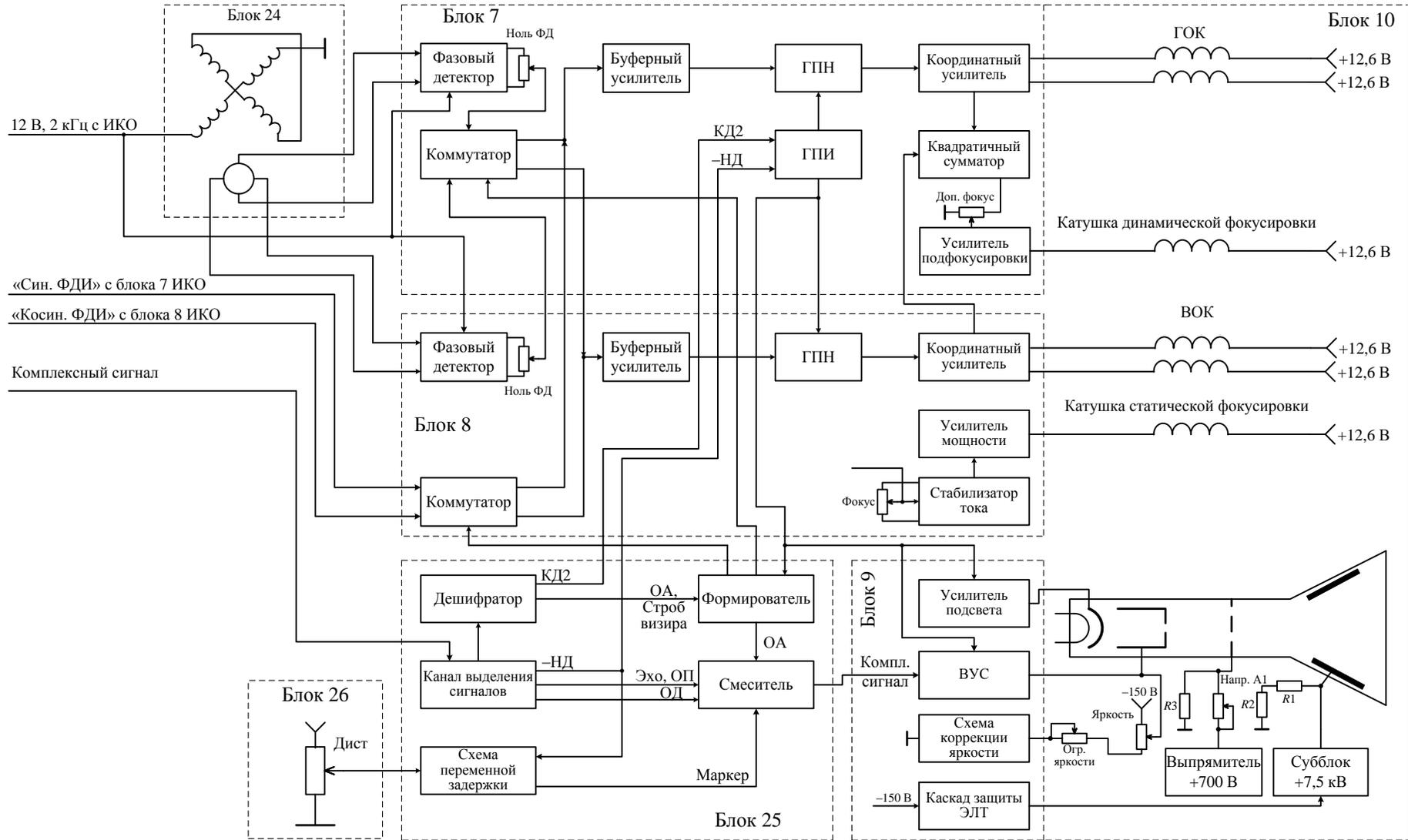


Рис. 4.7. Функциональная схема ВИКО

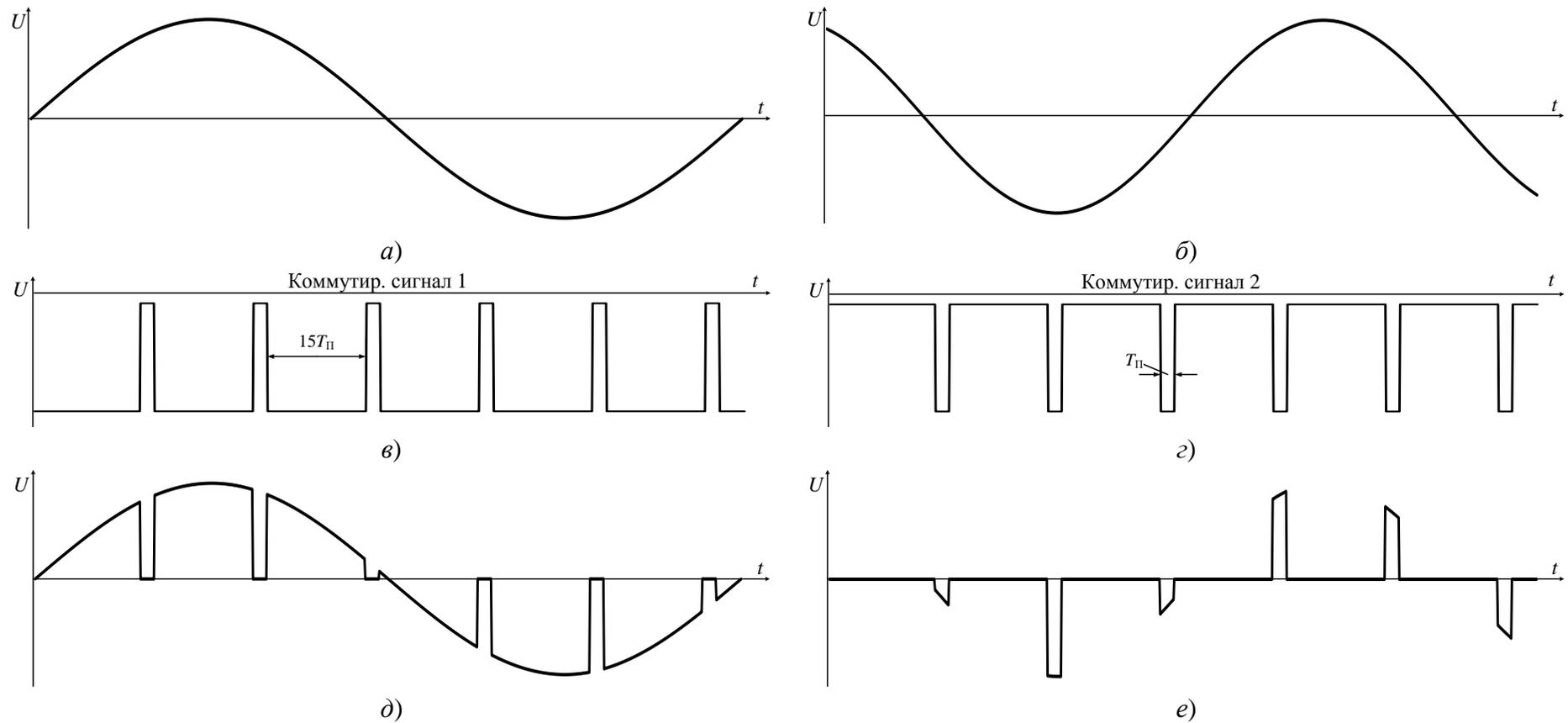


Рис. 4.8. Эпюры напряжений, поясняющие принцип формирования развертки ВИКО:
 а – напряжение РКР «Син. ФДИ», поступающее с блока 7 ИКО; б – напряжение «Син. ФД», сформированное из напряжения блока 24;
 в – сигнал управления «Коммутир. сигнал 1»; г – сигнал управления «Коммутир. сигнал 2»; д – выходное коммутируемое синусоидальное напряжение основной развертки; е – выходное коммутируемое синусоидальное напряжение визирной развертки

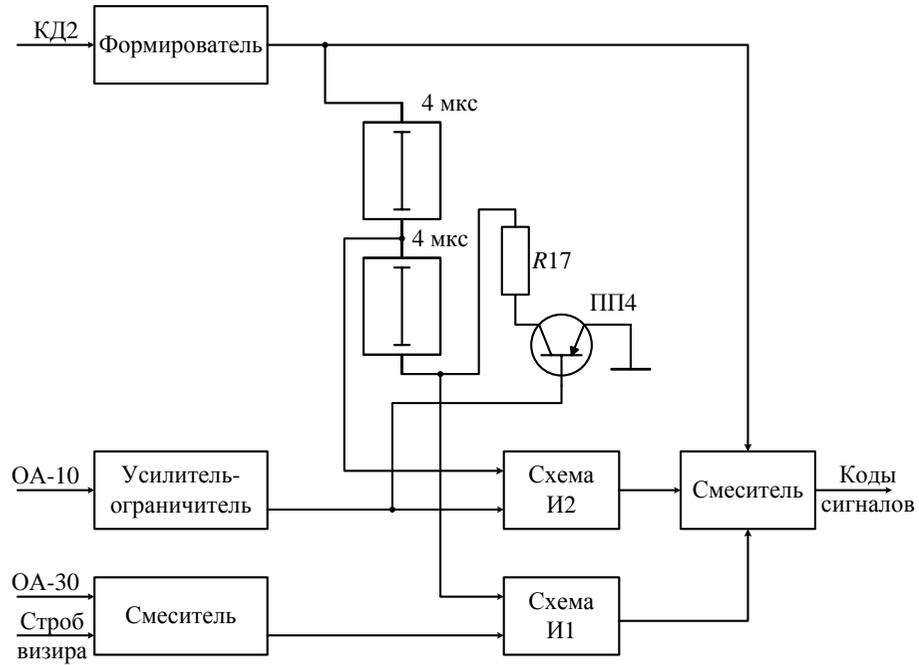


Рис. 4.9. Структурная схема шифратора кодов сигналов ОА, КД2 и СТРОБ ВИЗИРА

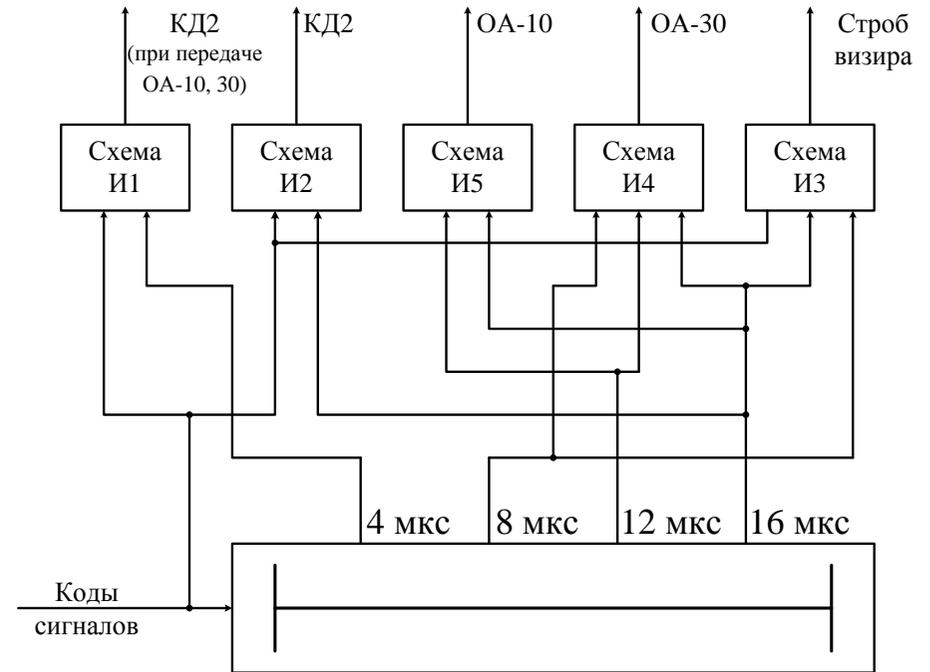


Рис. 4.10. Принцип дешифрации кодов сигналов ОА, КД2 и СТРОБ ВИЗИРА

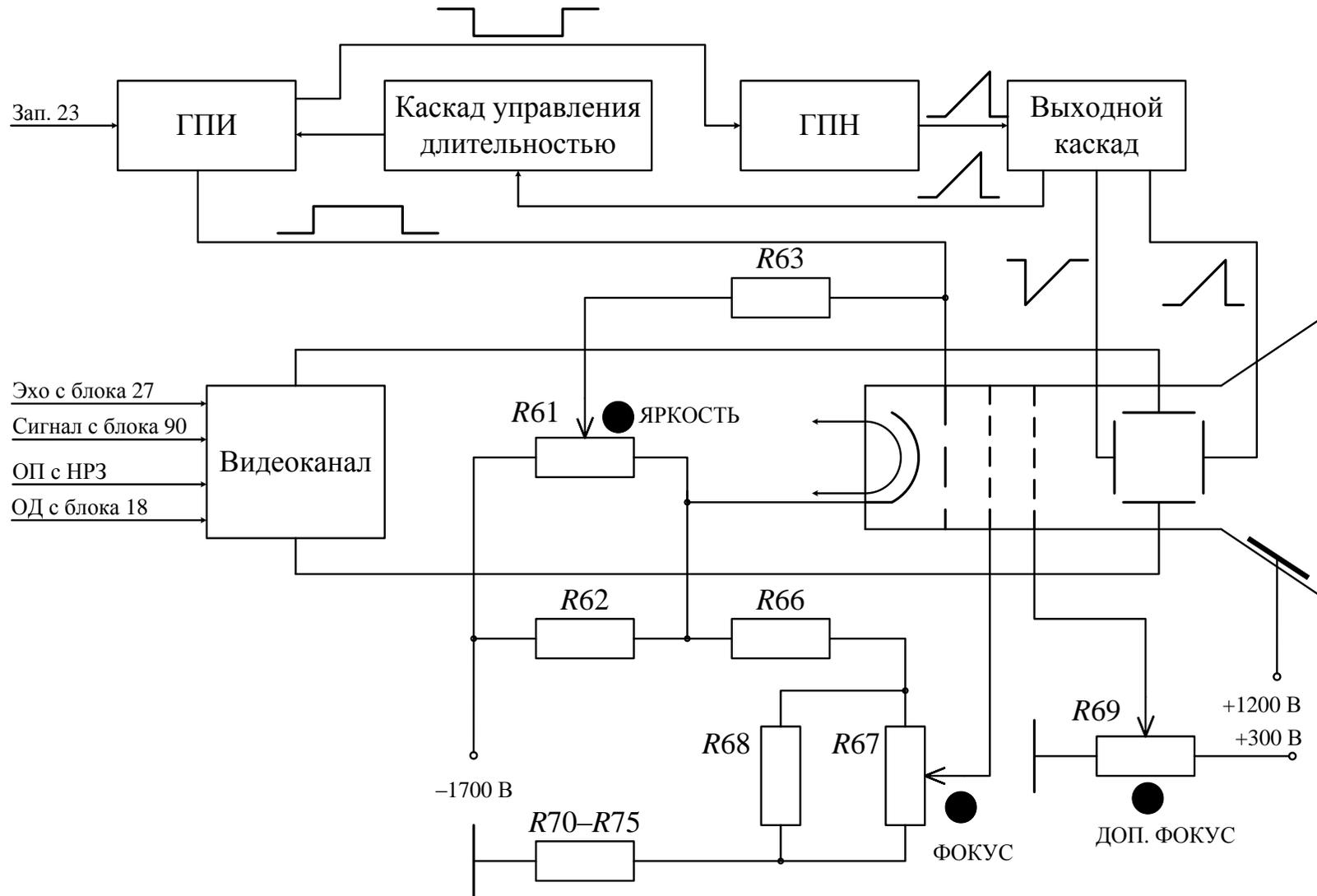


Рис. 4.11. Функциональная схема индикатора контроля (блок 56)

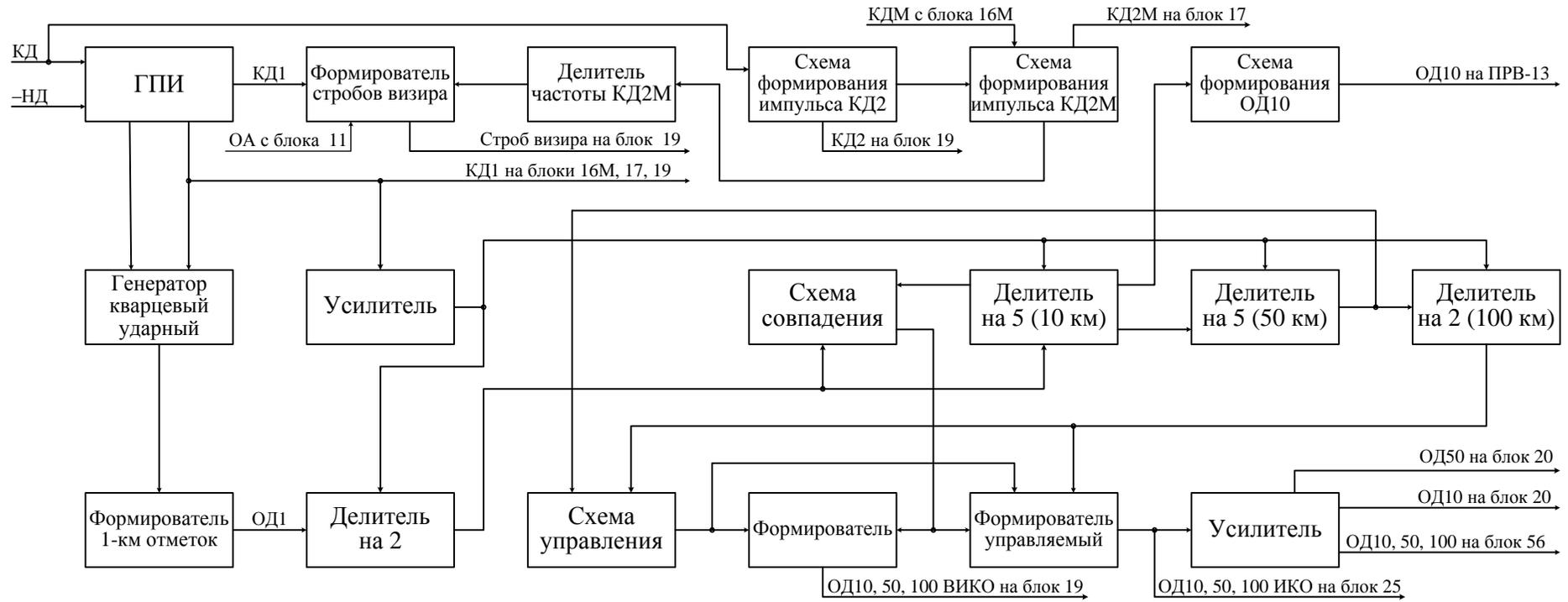


Рис. 4.12. Функциональная схема калибратора (блок 18)

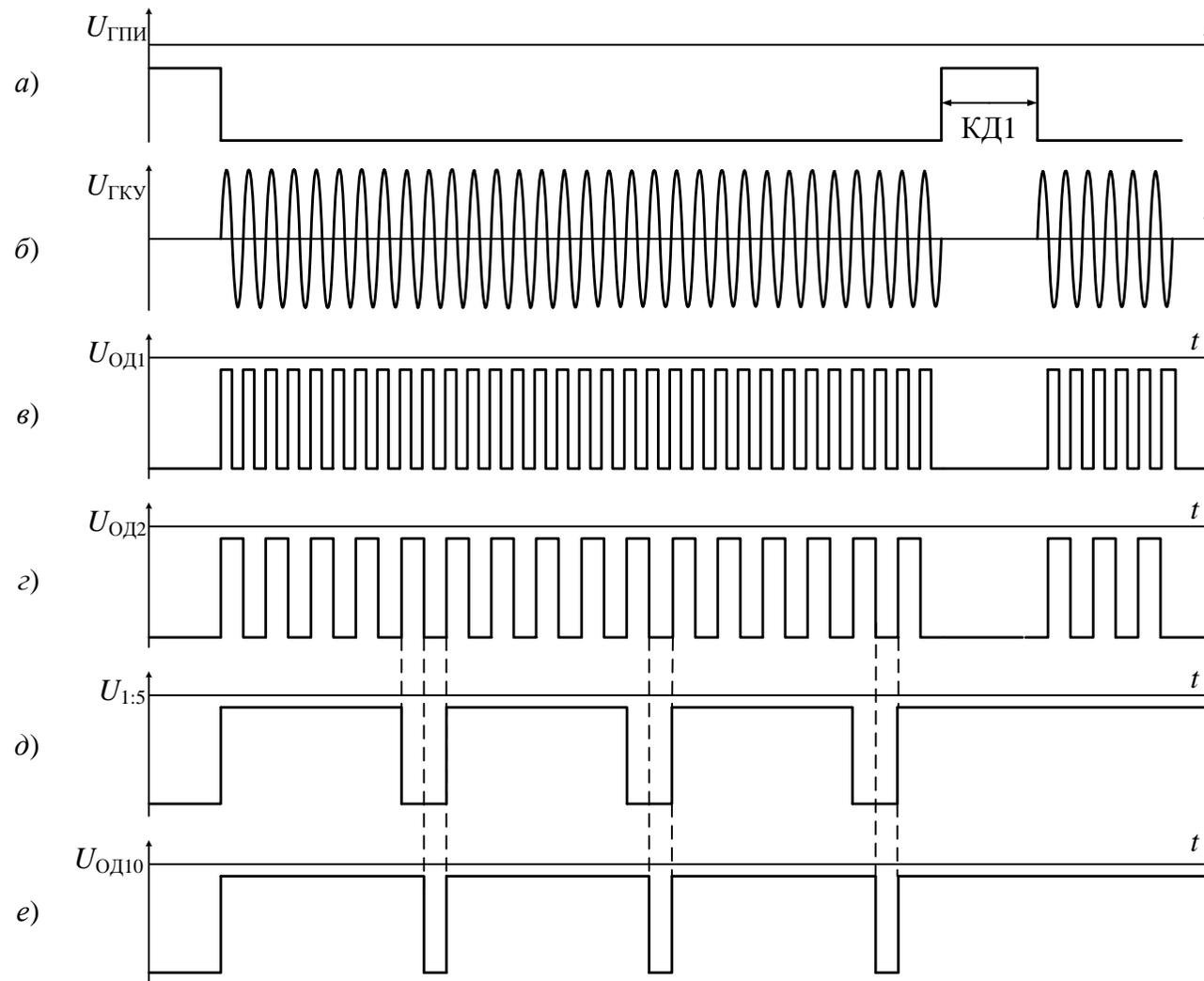


Рис. 4.13. Эпюры напряжений калибратора при формировании ОД10:

a – выходное напряжение ГПИ; *б* – выходное напряжение генератора кварцевого ударного; *в* – выходные импульсы формирователя ОД1; *г* – выходные импульсы делителя на 2; *д* – выходные импульсы делителя на 5; *е* – выходное напряжение схемы совпадения ОД10

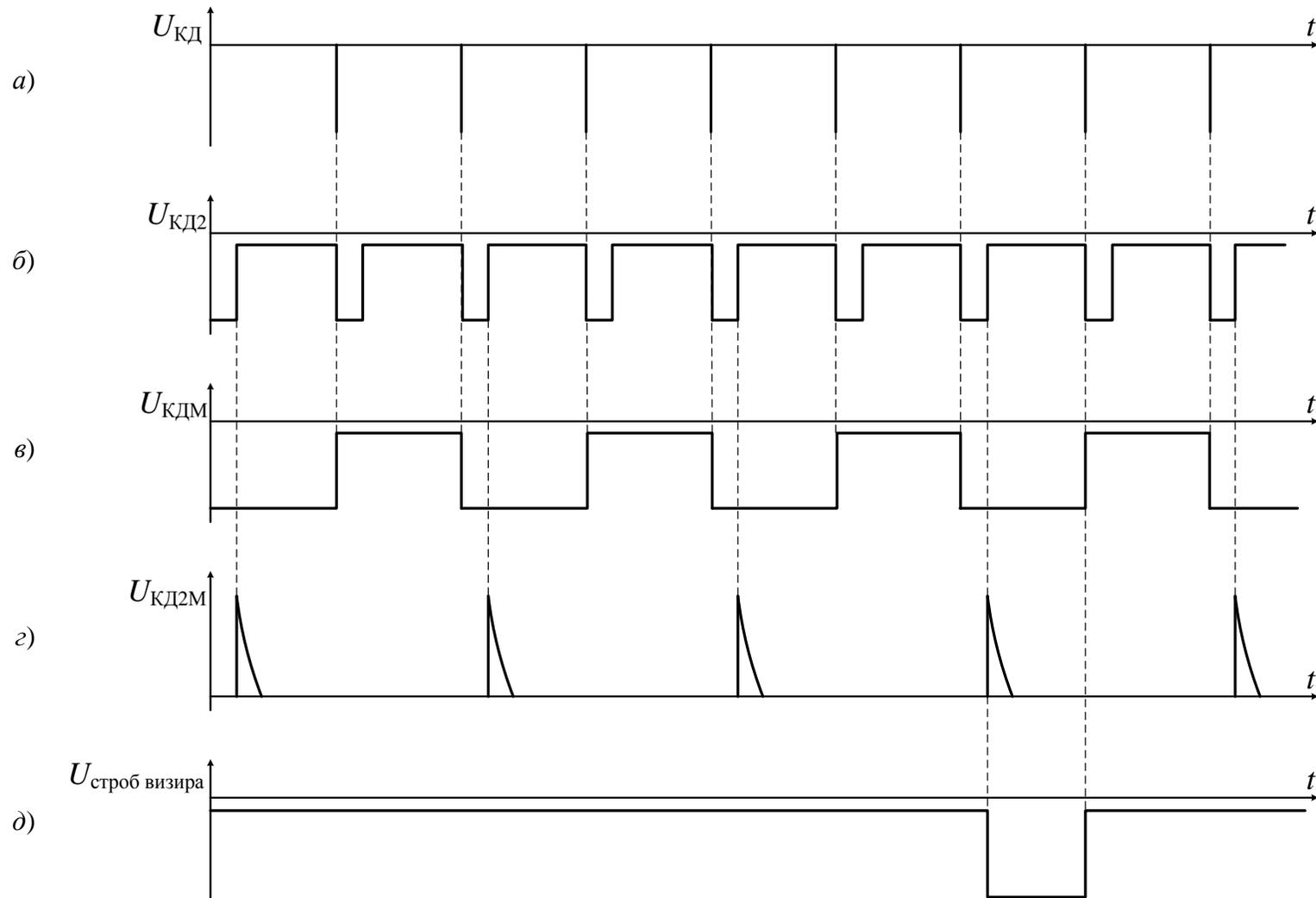


Рис. 4.14. Эпюры напряжений калибратора при формировании импульса СТРОБ ВИЗИРА:
 а – импульсы КД; б – сформированные импульсы КД2; в – импульсы КДМ;
 г – сформированные импульсы КД2М; д – сформированный импульс СТРОБ ВИЗИРА

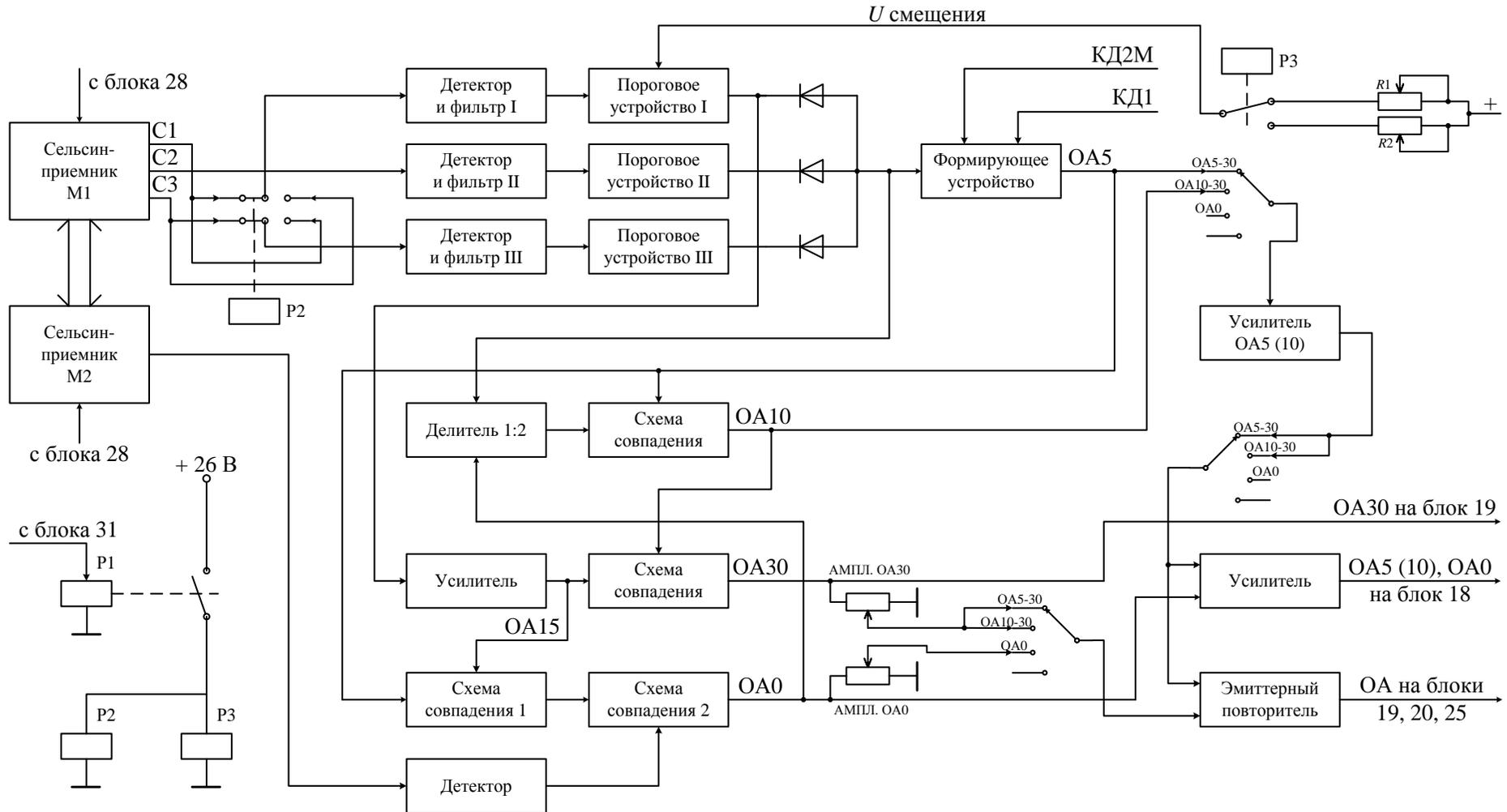


Рис. 4.15. Функциональная схема формирователя азимутальных отметок (блок 17)

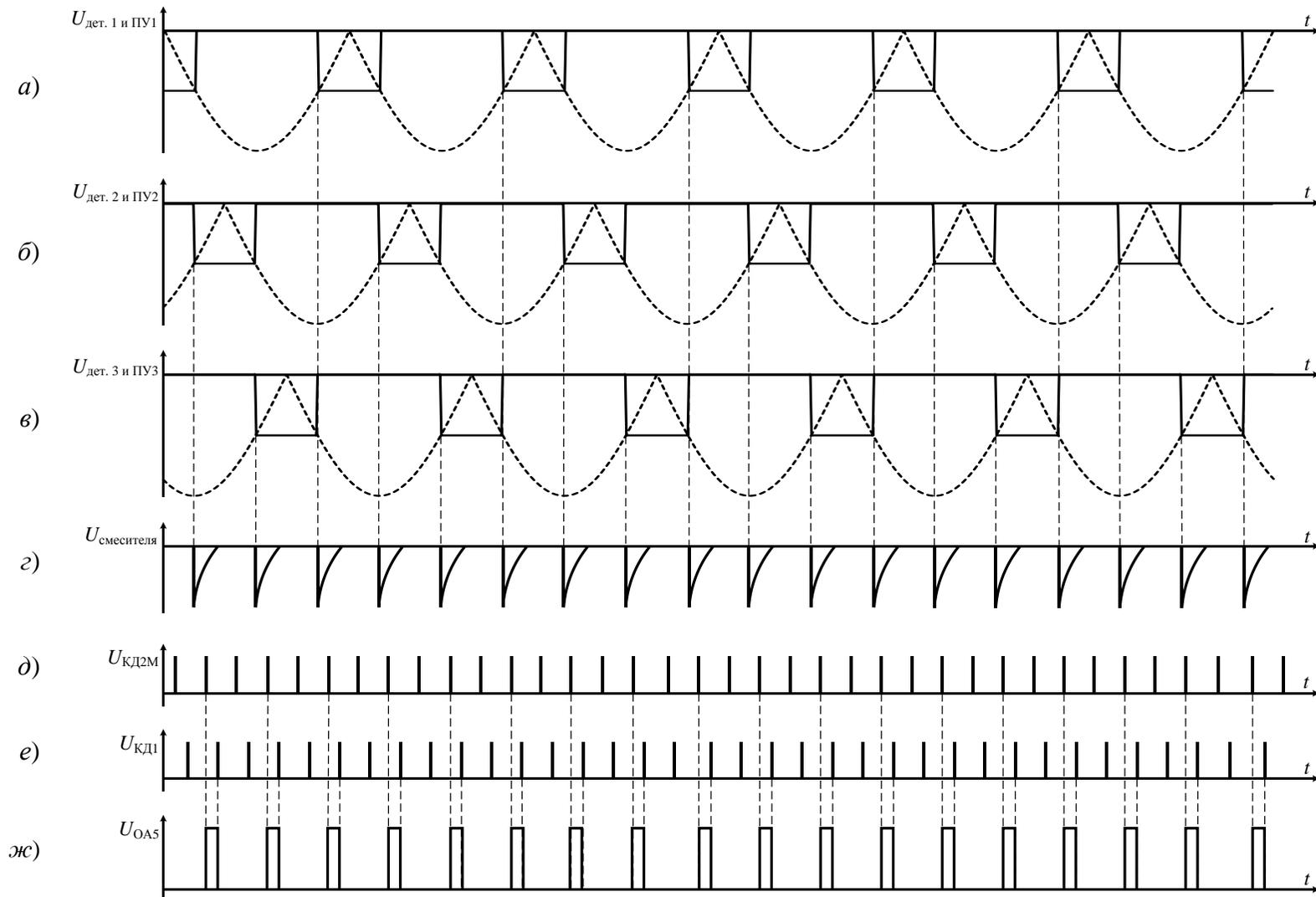


Рис. 4.16. Эпюры формирования ОА5: а, б, в – напряжения на выходах детекторов 1, 2, 3 (пунктир) и пороговых устройств 1, 2, 3 соответственно (сплошная); г – импульсы на выходе смесителя; д – импульсы КД2М; е – импульсы КД1; ж – импульсы ОА5

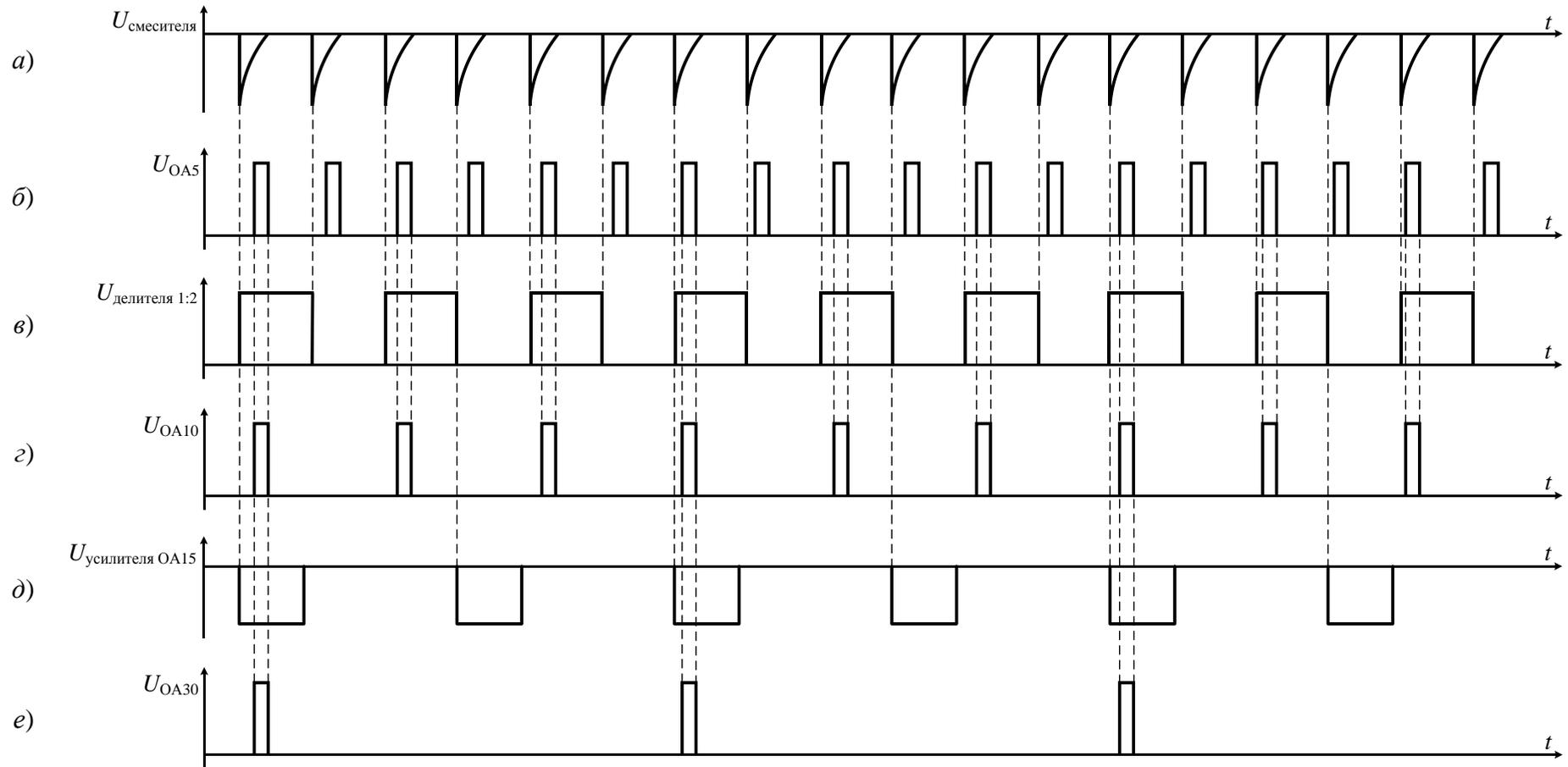


Рис. 4.17. Эпюры формирования ОА10 и ОА30: *a* – импульсы на выходе смесителя; *б* – импульсы ОА5; *в* – импульсы на выходе делителя на 2; *г* – импульсы ОА10; *д* – импульсы на выходе усилителя ОА15; *е* – импульсы ОА30

5. СИСТЕМА ВРАЩЕНИЯ, КАЧАНИЯ АНТЕННЫ И СИНХРОННО-СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р

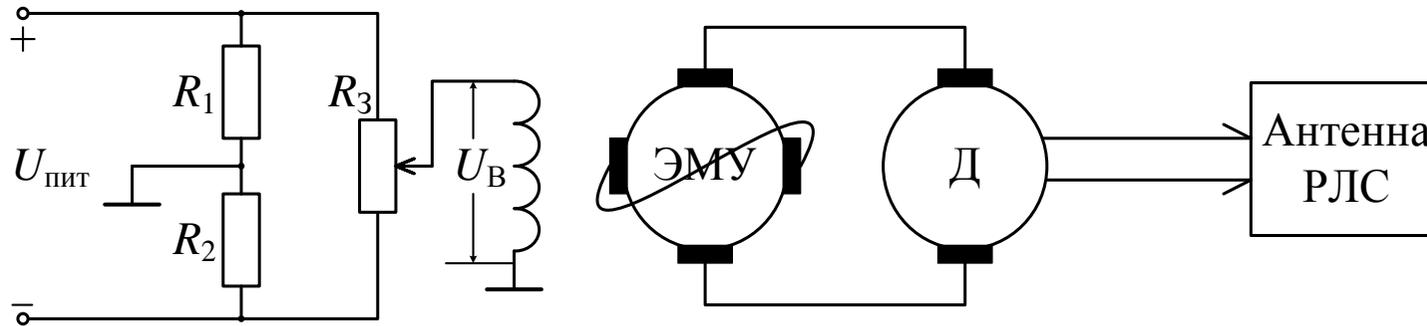


Рис. 5.1. Следящая система разомкнутого типа с потенциометрическим задающим устройством

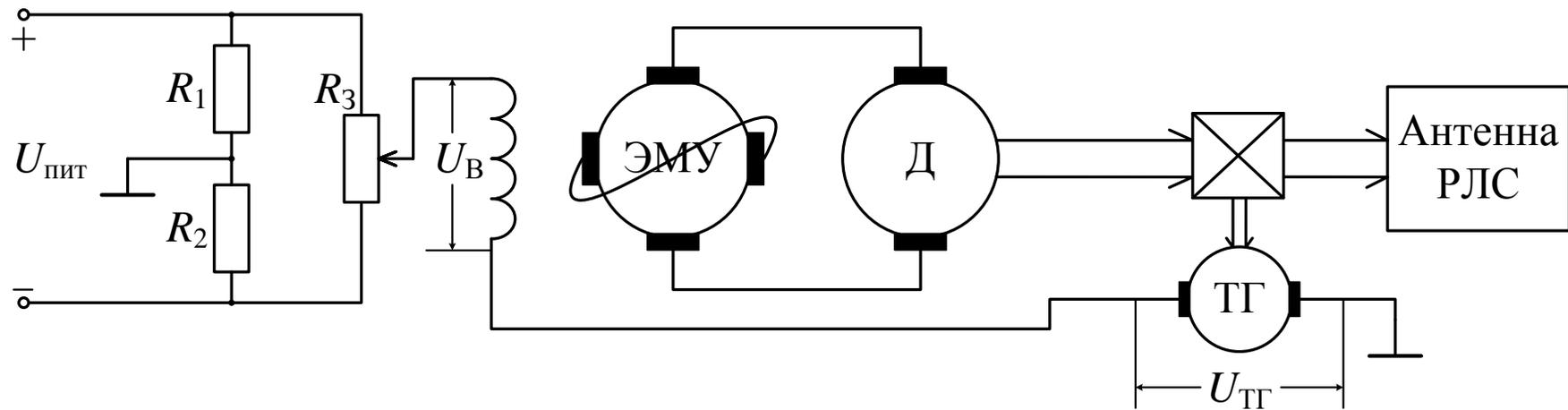


Рис. 5.2. Следящая система замкнутого типа

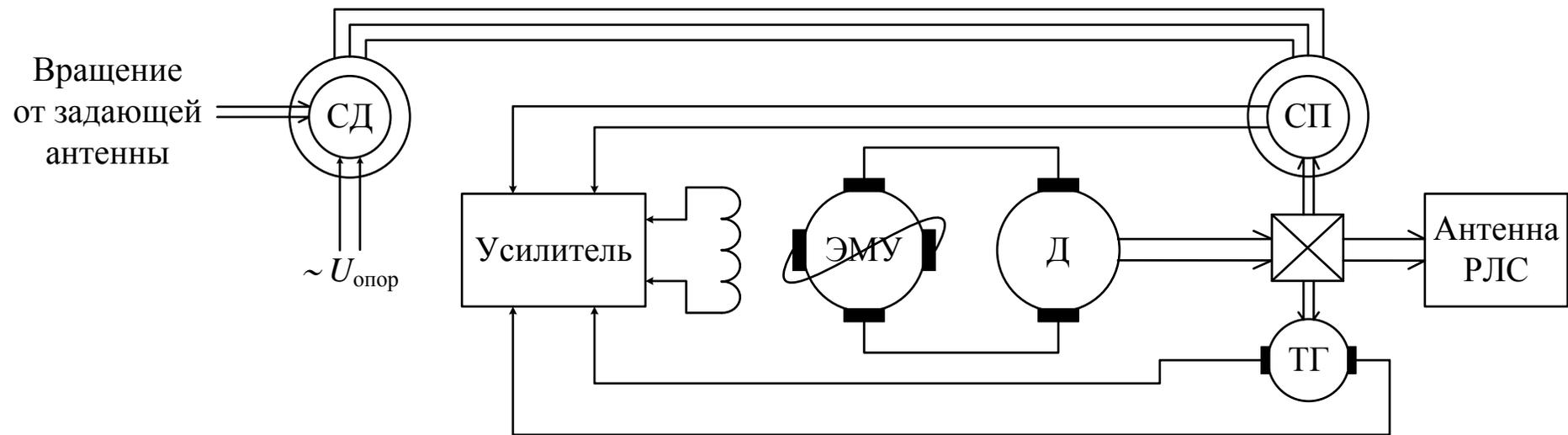


Рис. 5.3. Следящая система с замкнутым циклом управления, усилителем мощности и обратными связями

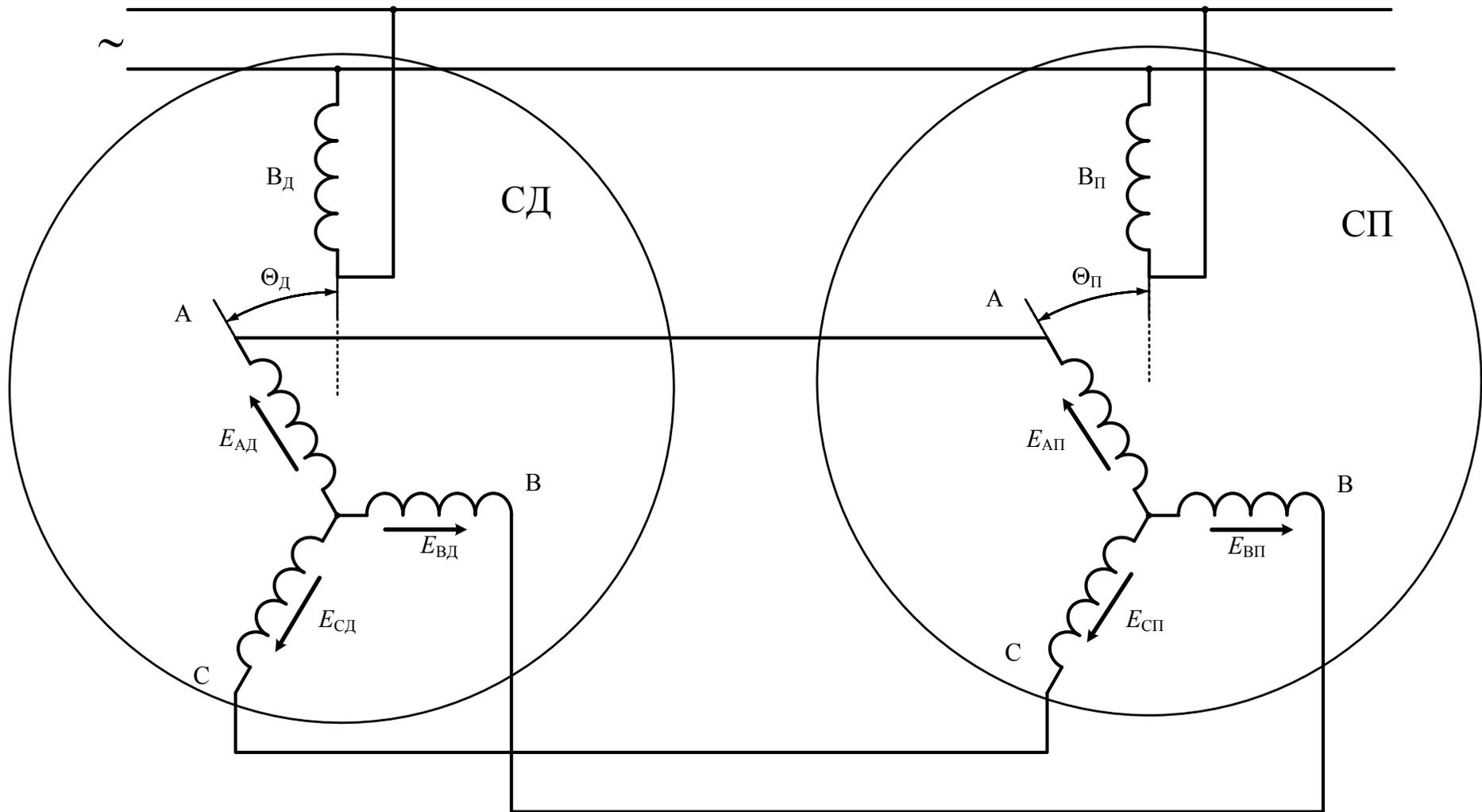


Рис. 5.4. Схема включения сельсинов в индикаторном режиме

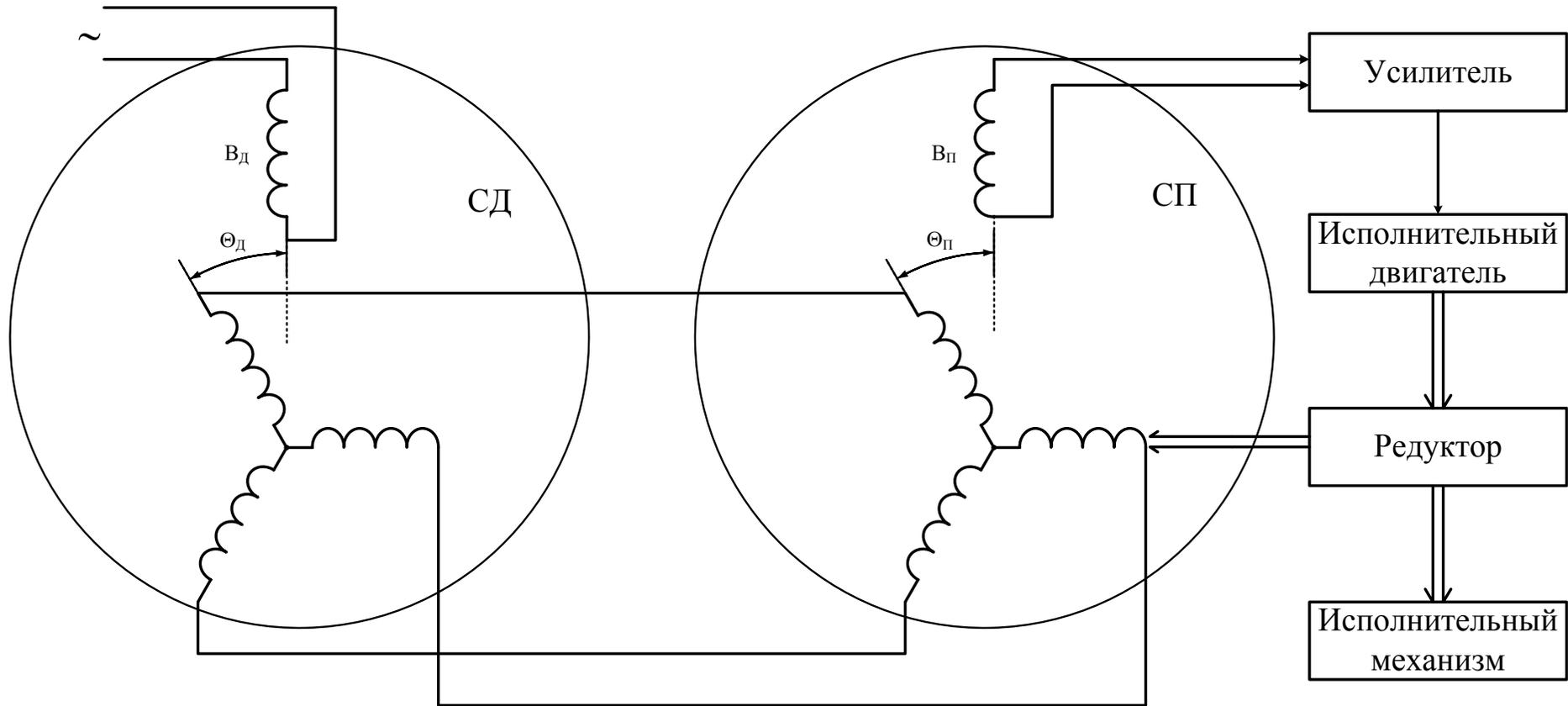


Рис. 5.5. Схема включения сельсинов в трансформаторном режиме

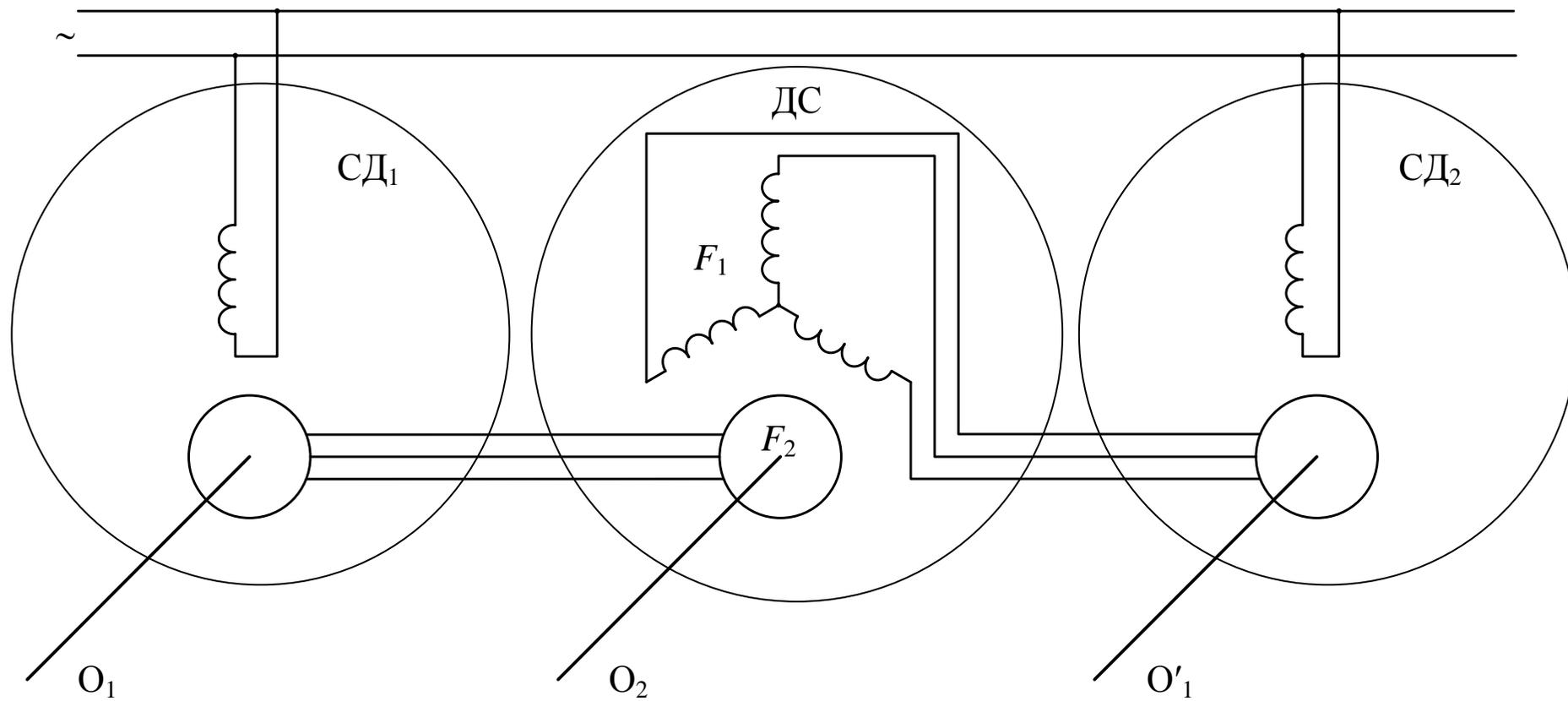


Рис. 5.6. Схема включения дифференциального сельсина

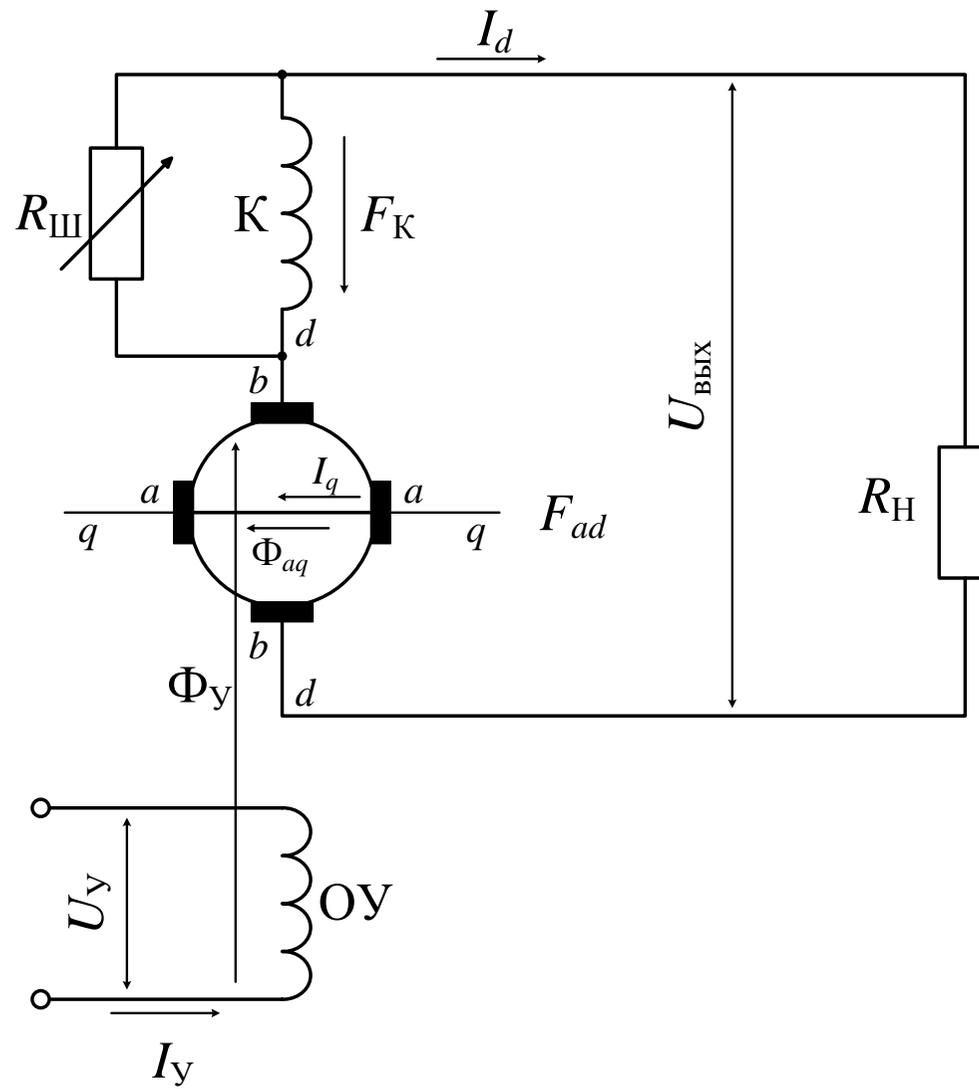


Рис. 5.7. Принцип работы электромашинного усилителя

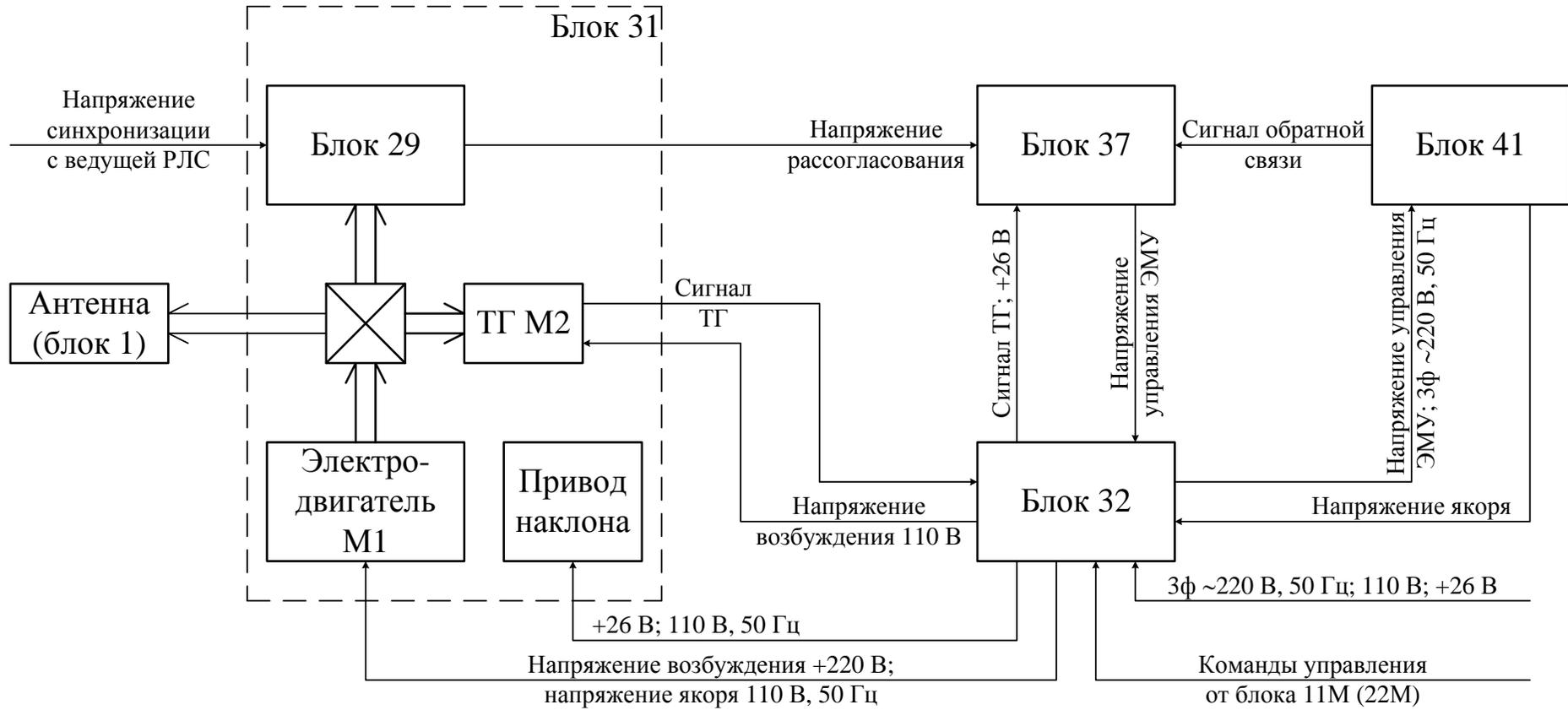


Рис. 5.8. Структурная схема системы вращения и наклона антенны

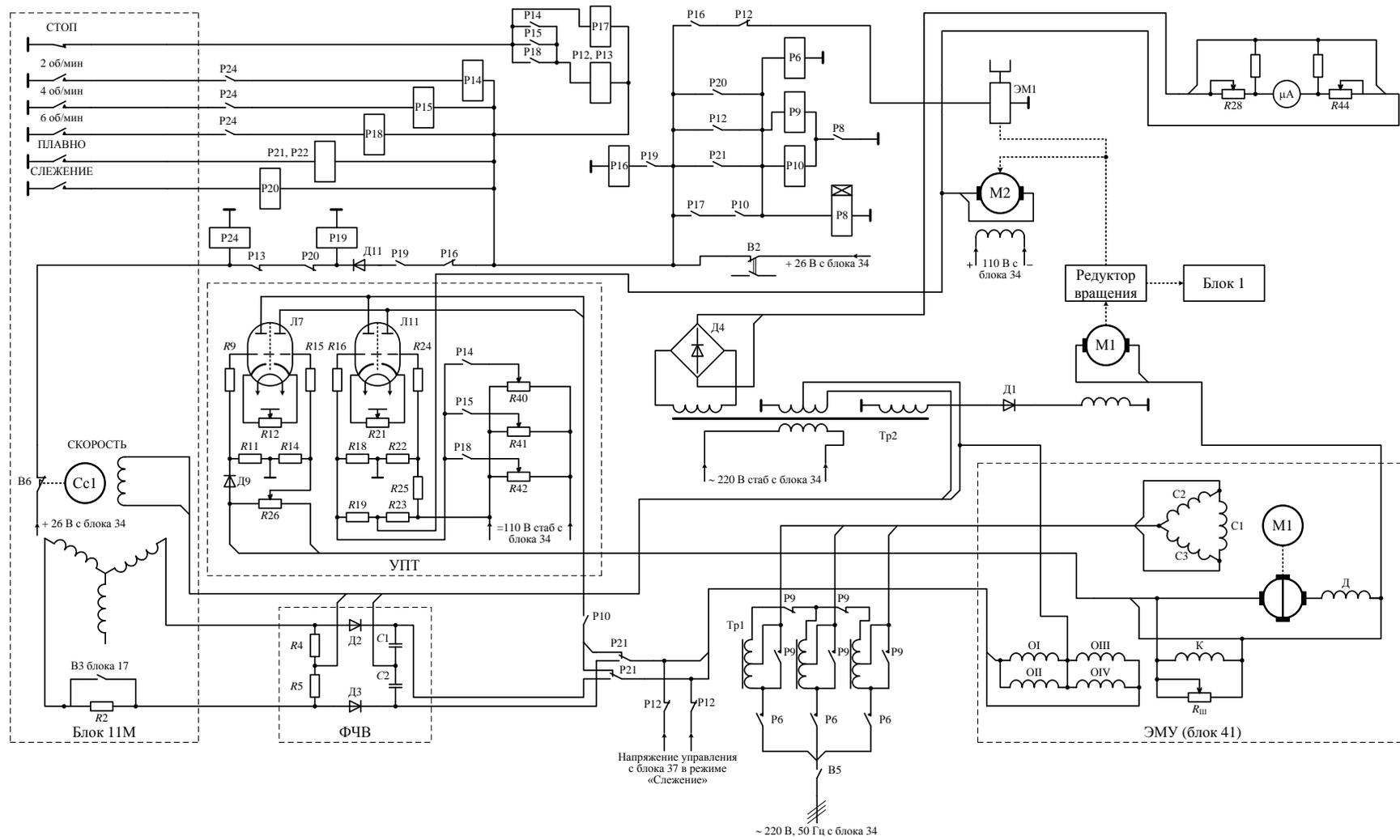


Рис. 5.9. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны (в режимах фиксированных скоростей и плавного изменения скорости)

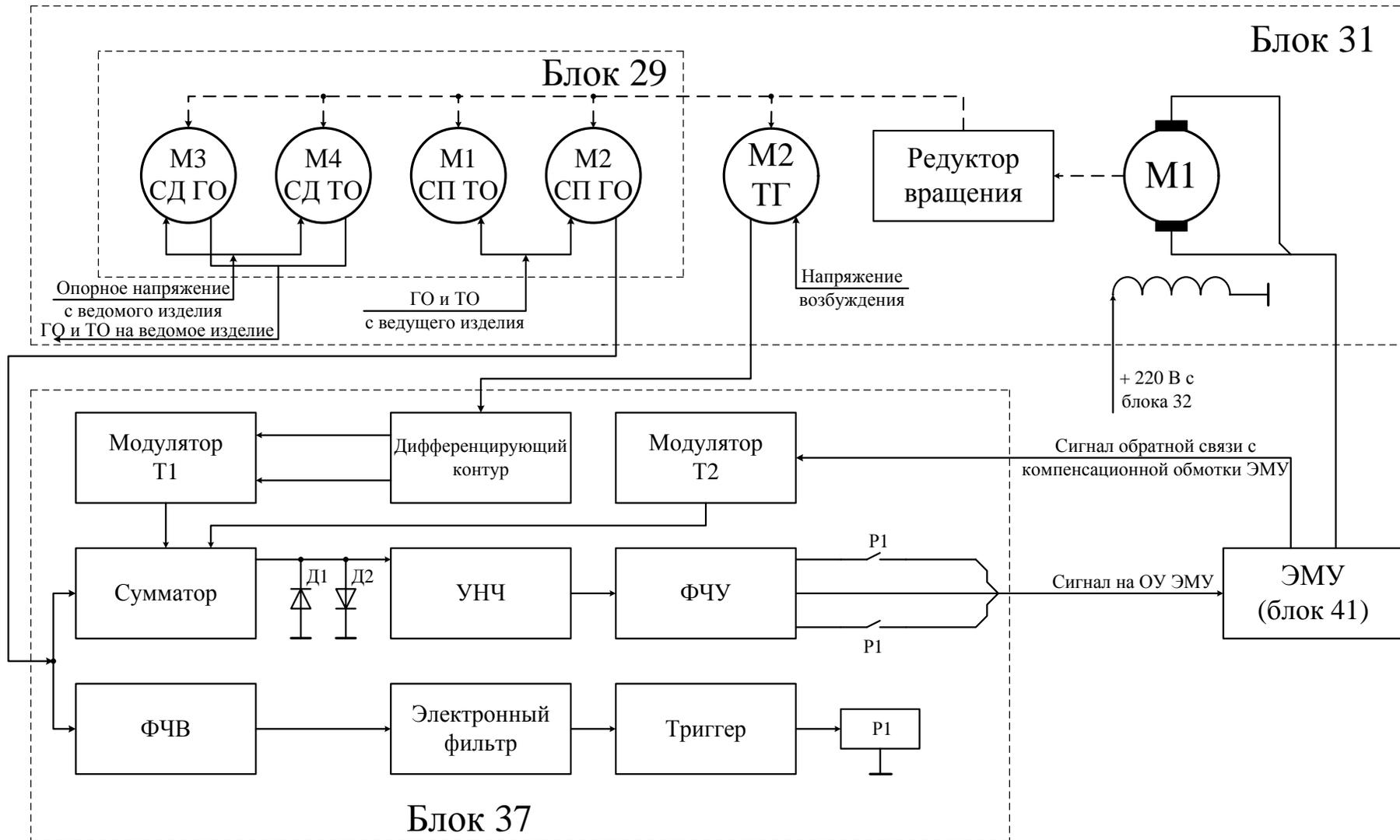


Рис. 5.10. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны в режиме слежения

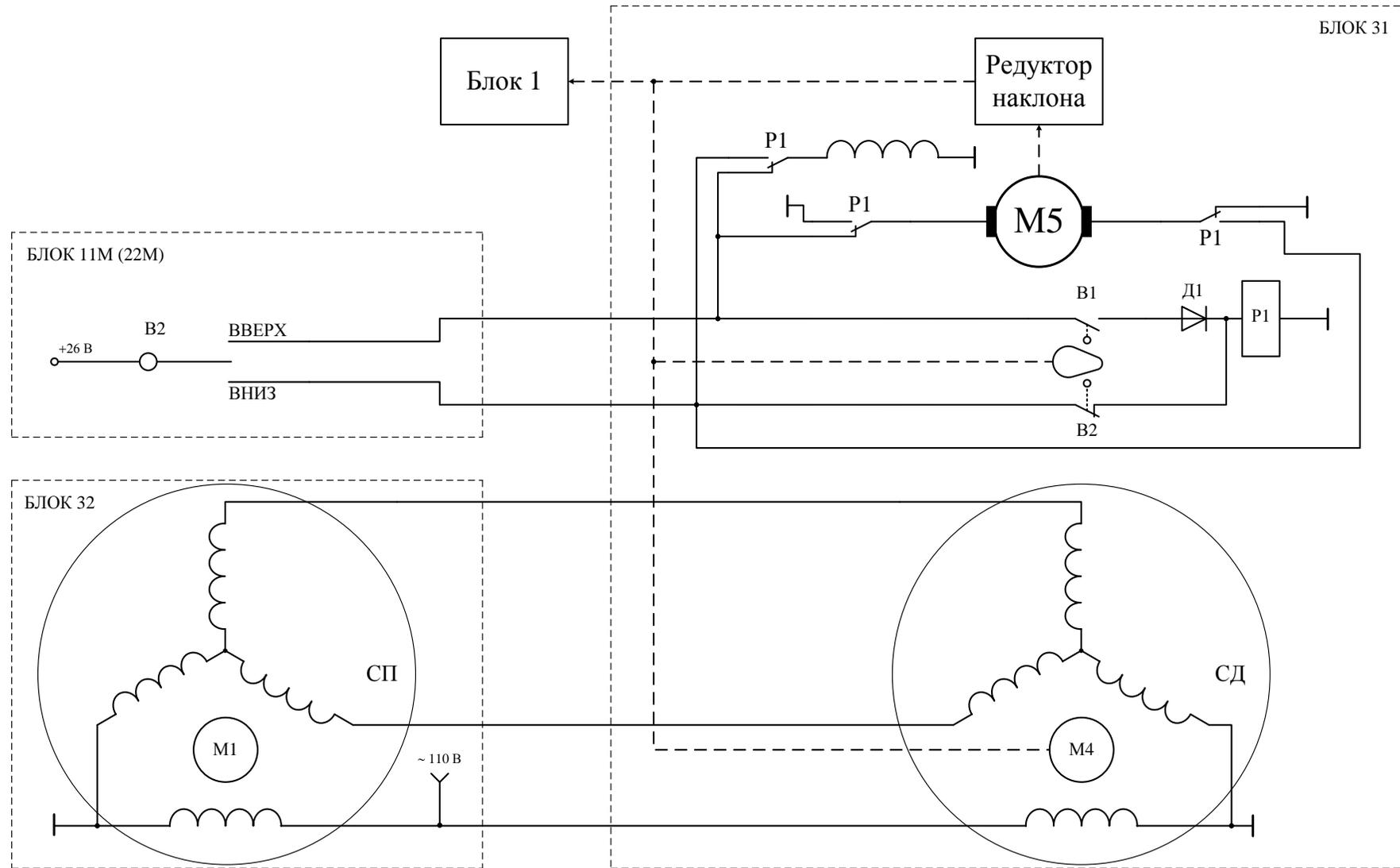


Рис. 5.11. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны в режиме наклона

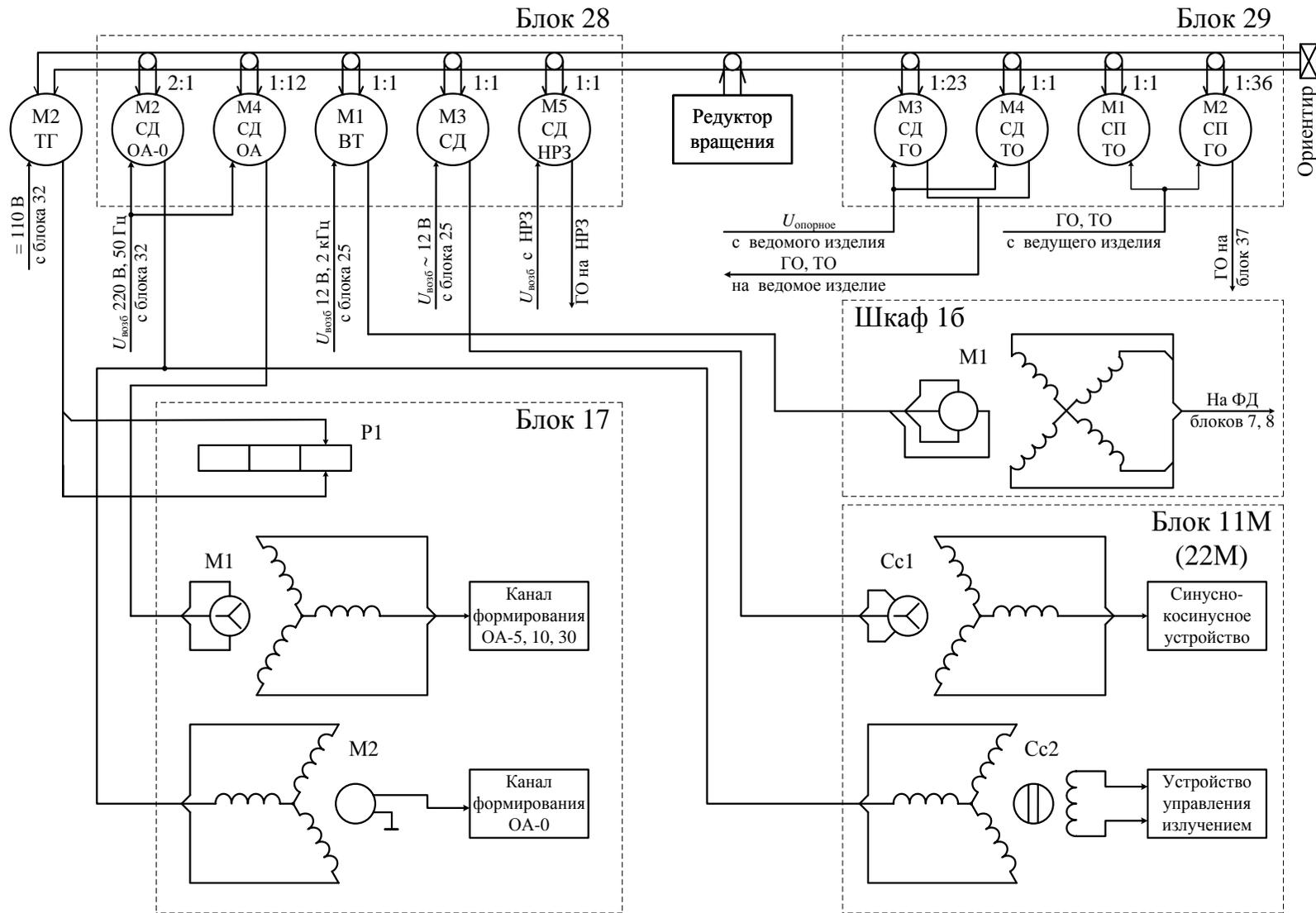


Рис. 5.12. Функциональная схема системы передачи азимута

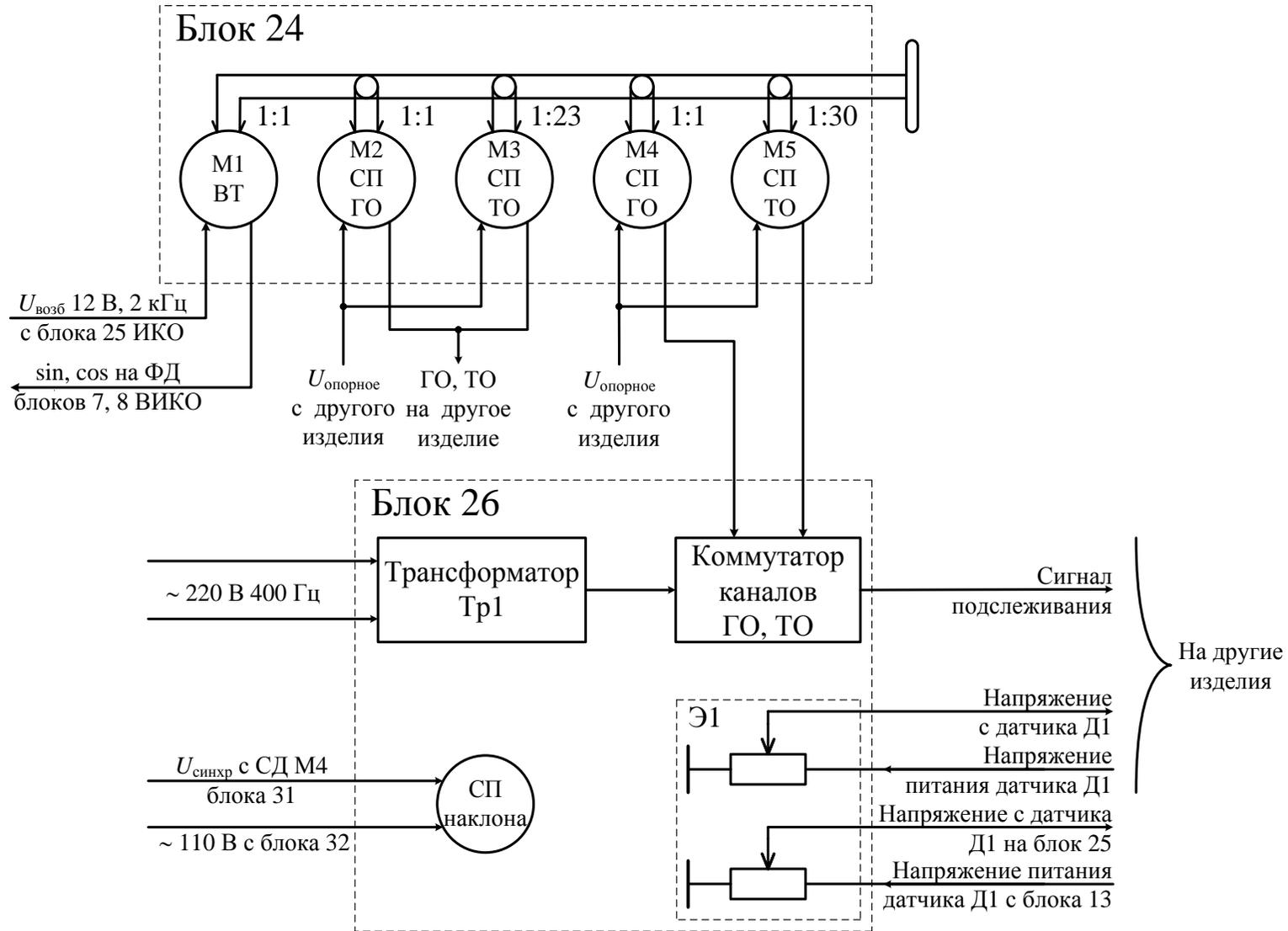


Рис. 5.13. Функциональная схема блоков 24 и 26

6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И КОНТРОЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р

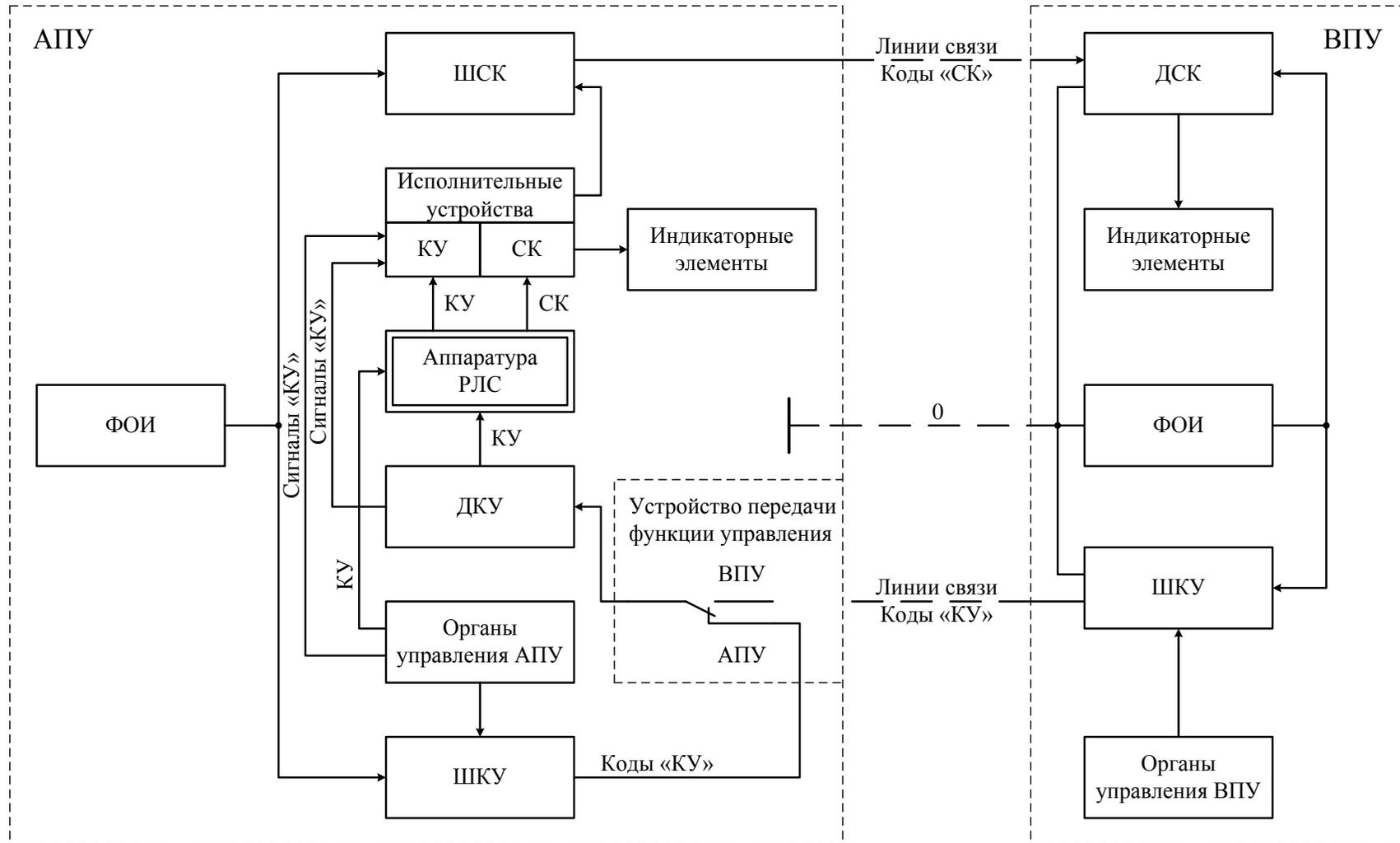


Рис. 6.1. Структурная схема системы управления, защиты и контроля

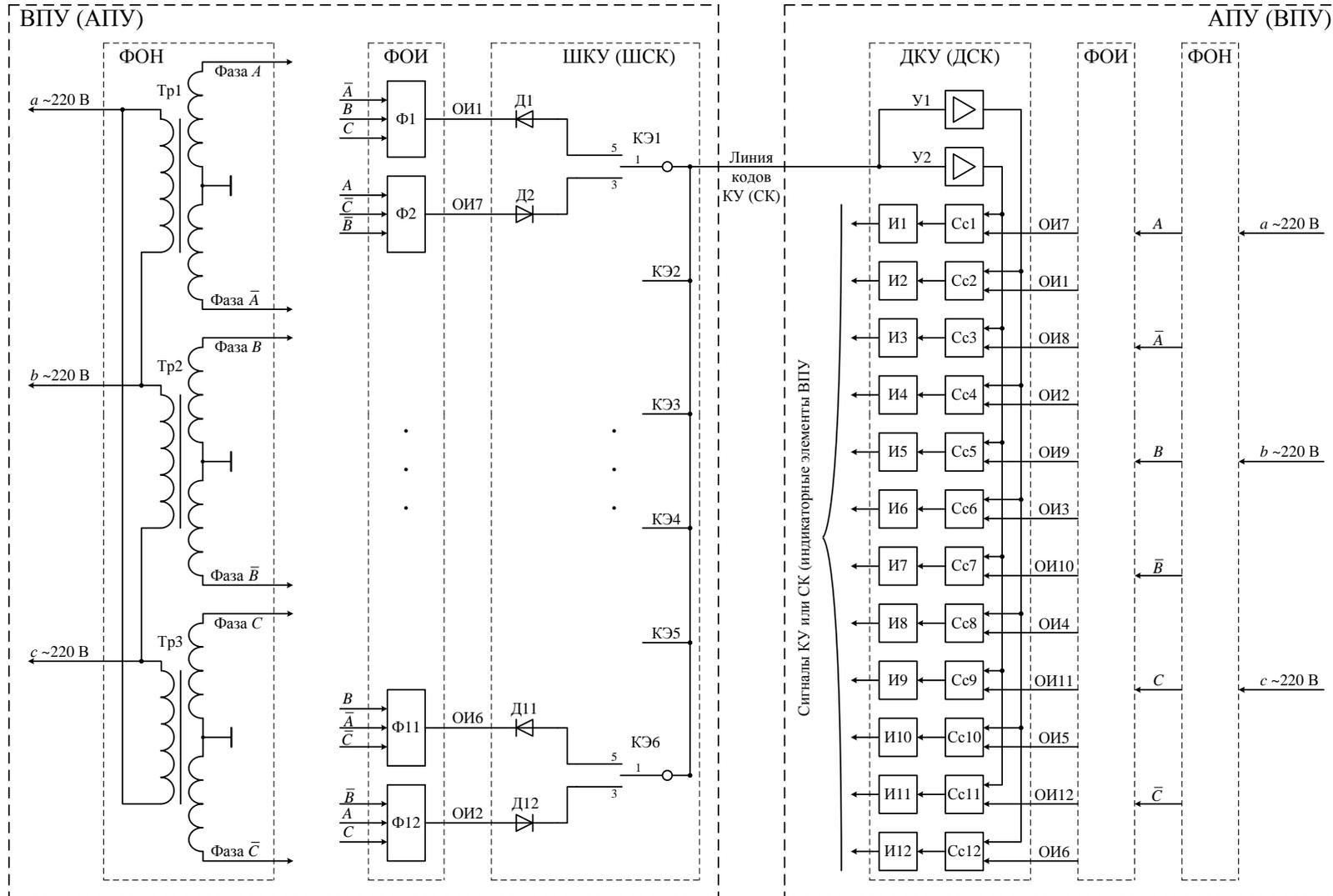


Рис. 6.2. Функциональная схема канала управления (сигнализации)

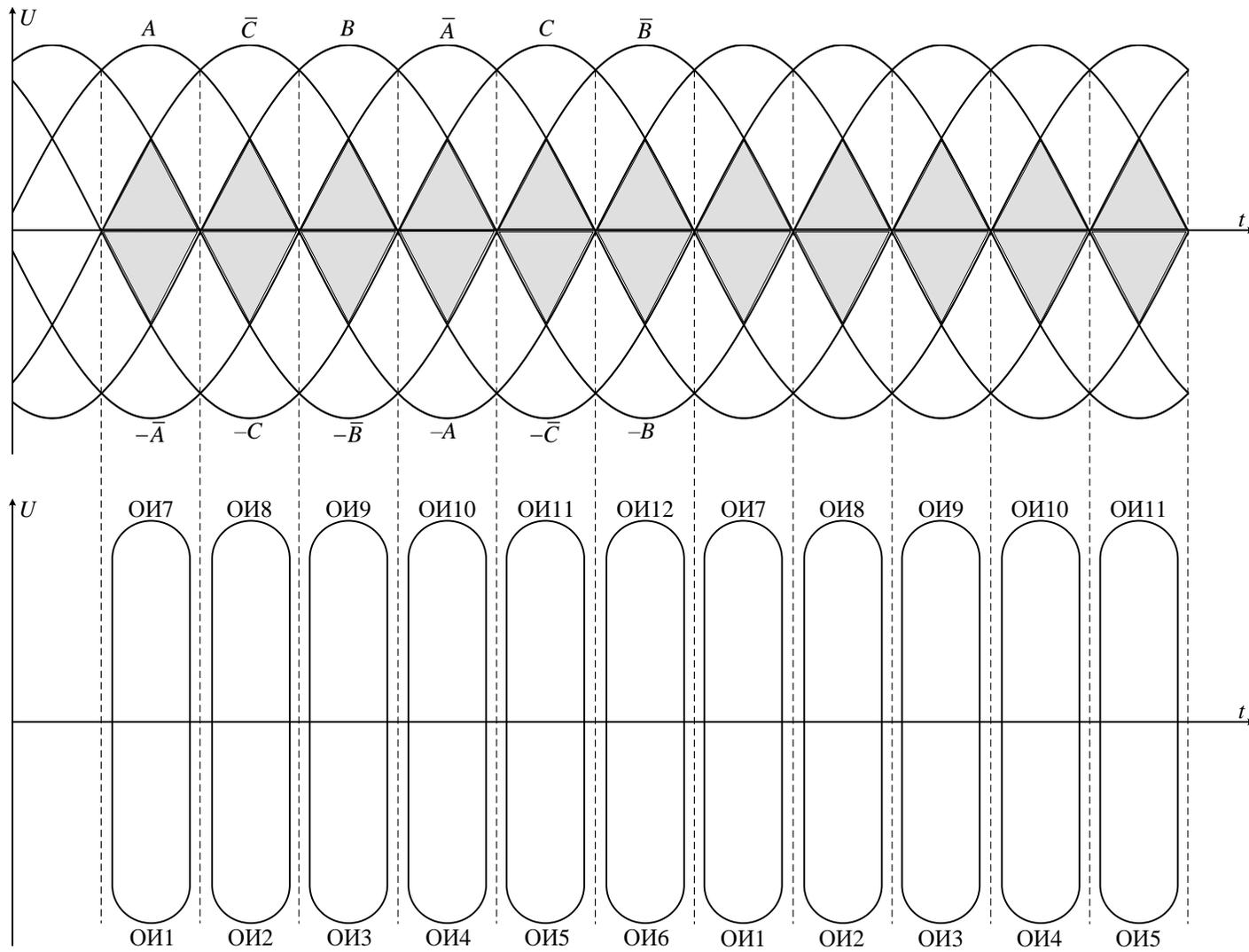


Рис. 6.3. Временная диаграмма формирования опорных импульсов

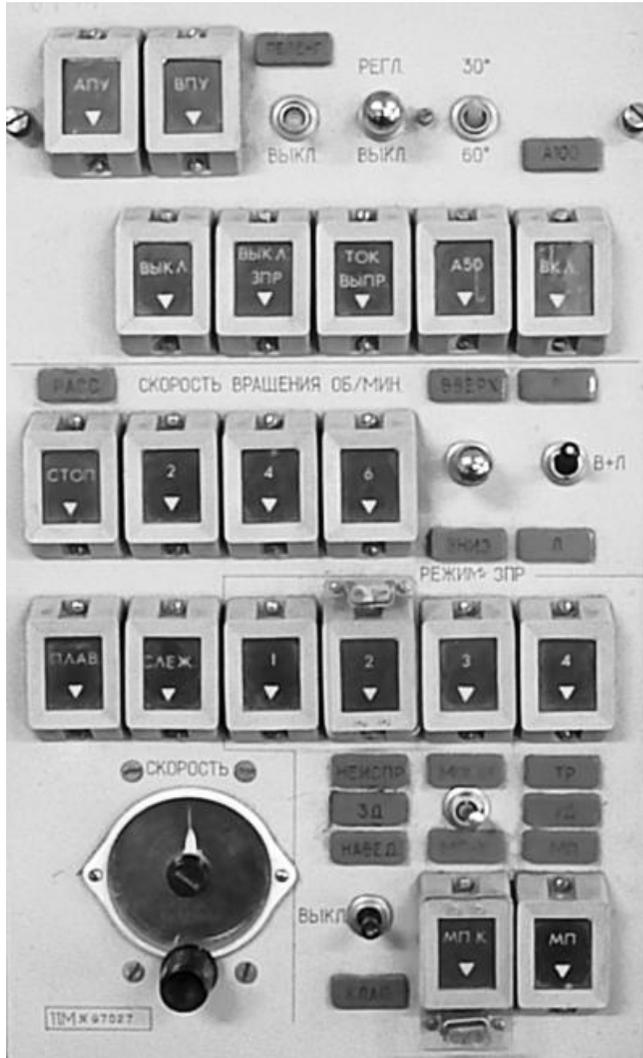


Рис. 6.4. Внешний вид блока 11М

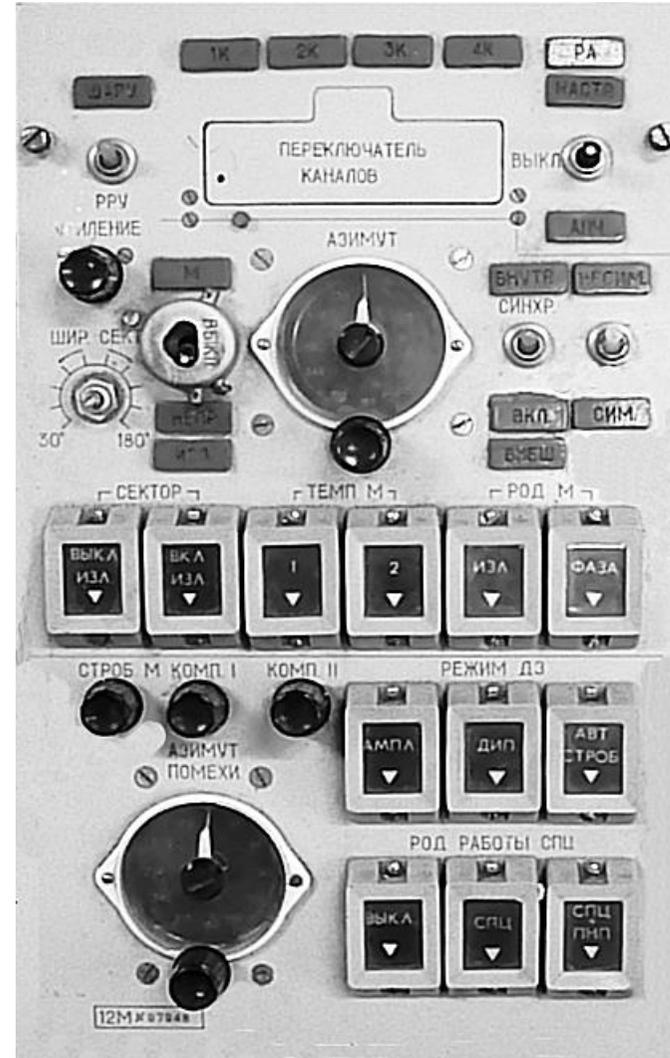


Рис. 6.5. Внешний вид блока 12М

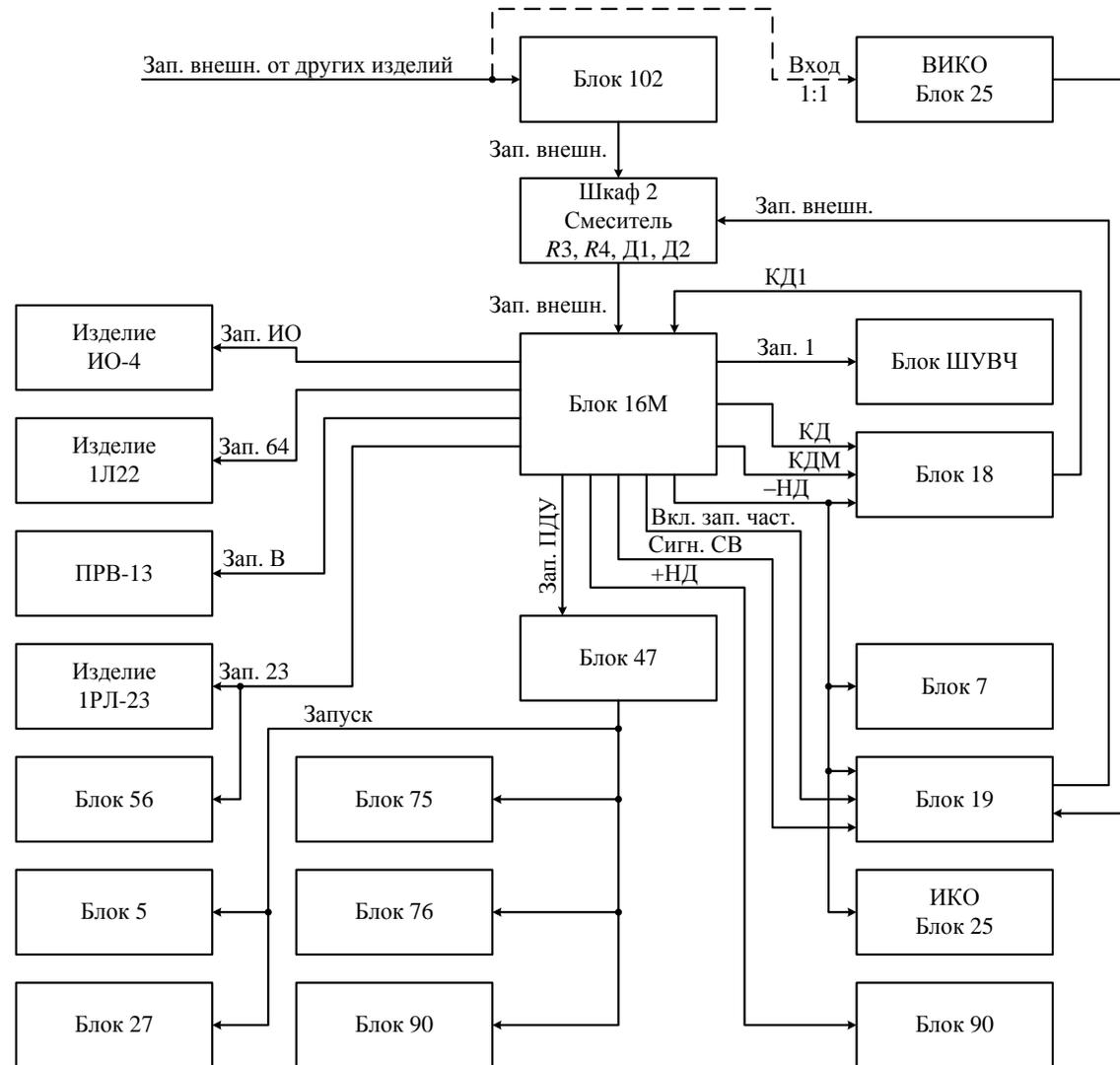


Рис. 6.6. Структурная схема системы хронизации

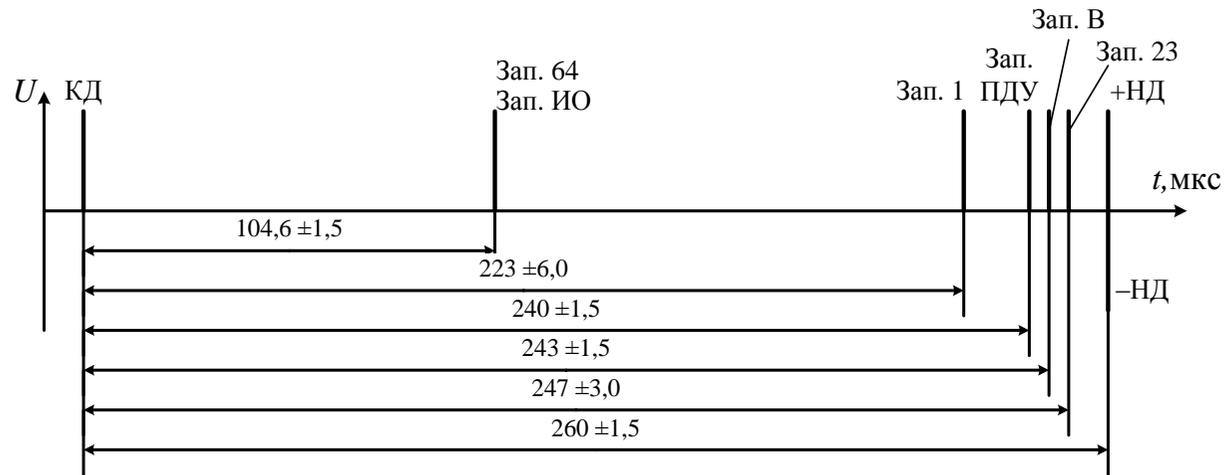


Рис. 6.7. Временная расстановка импульсов запуска в режиме внутренней синхронизации

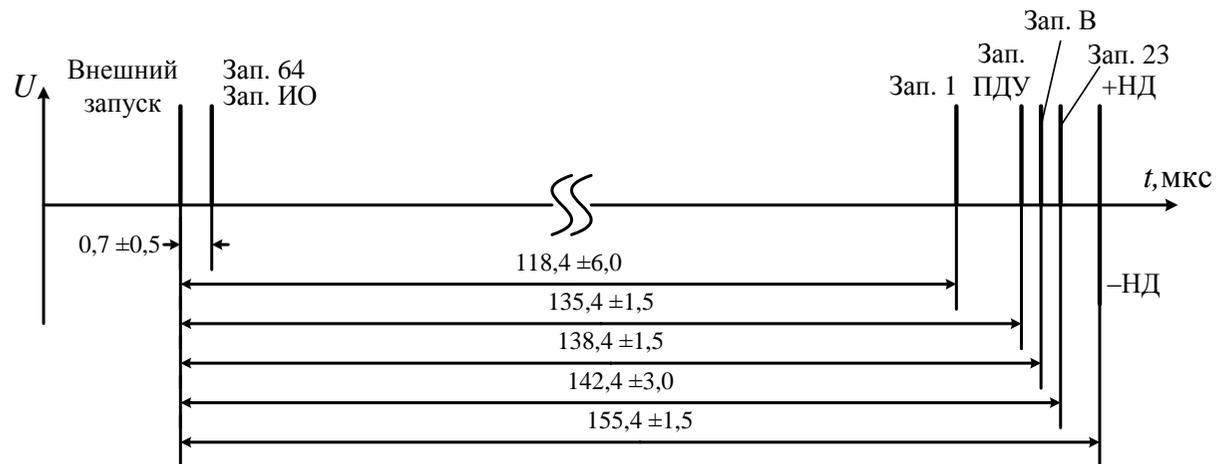


Рис. 6.8. Временная расстановка импульсов запуска в режиме внешней синхронизации (режим «2»)

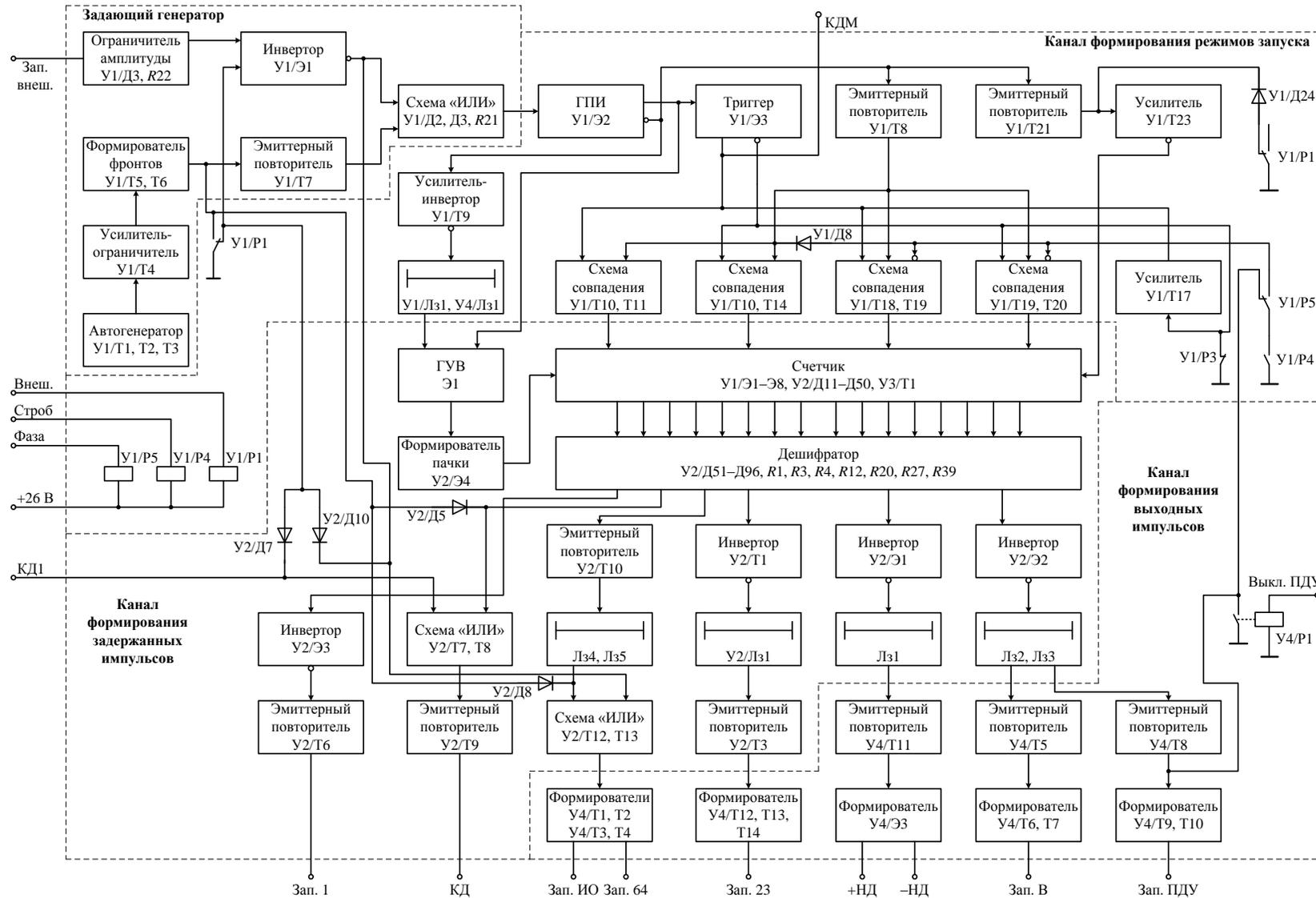


Рис. 6.9. Упрощенная функциональная схема хронизатора (блока 16М)

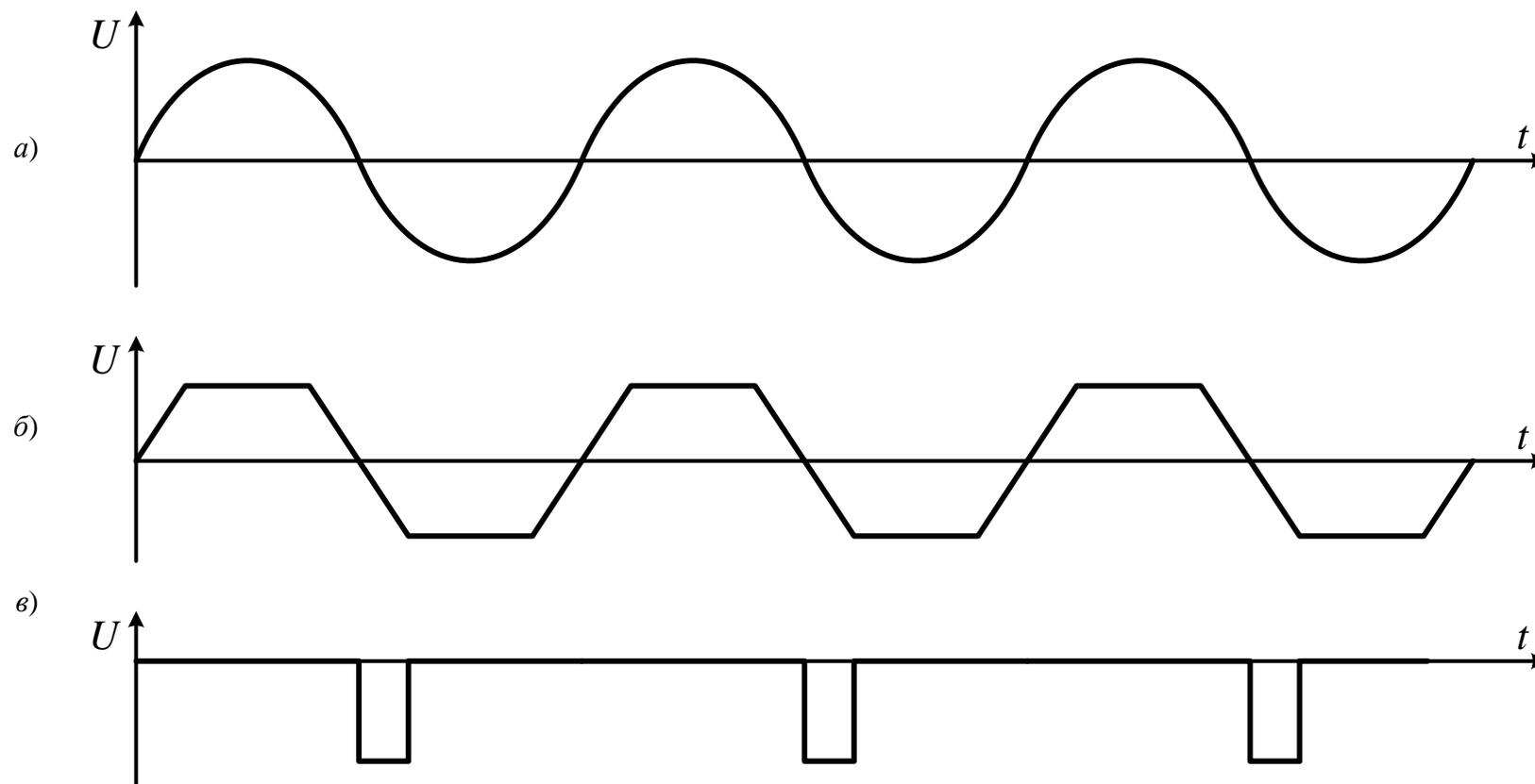


Рис. 6.10. Эпюры напряжений блока 16М:

a – напряжение на выходе автогенератора У1/Т1, Т2, Т3; $б$ – напряжение на выходе усилителя-ограничителя У1/Т4;

$в$ – напряжение на выходе формирователя фронтов У1/Т5, Т6

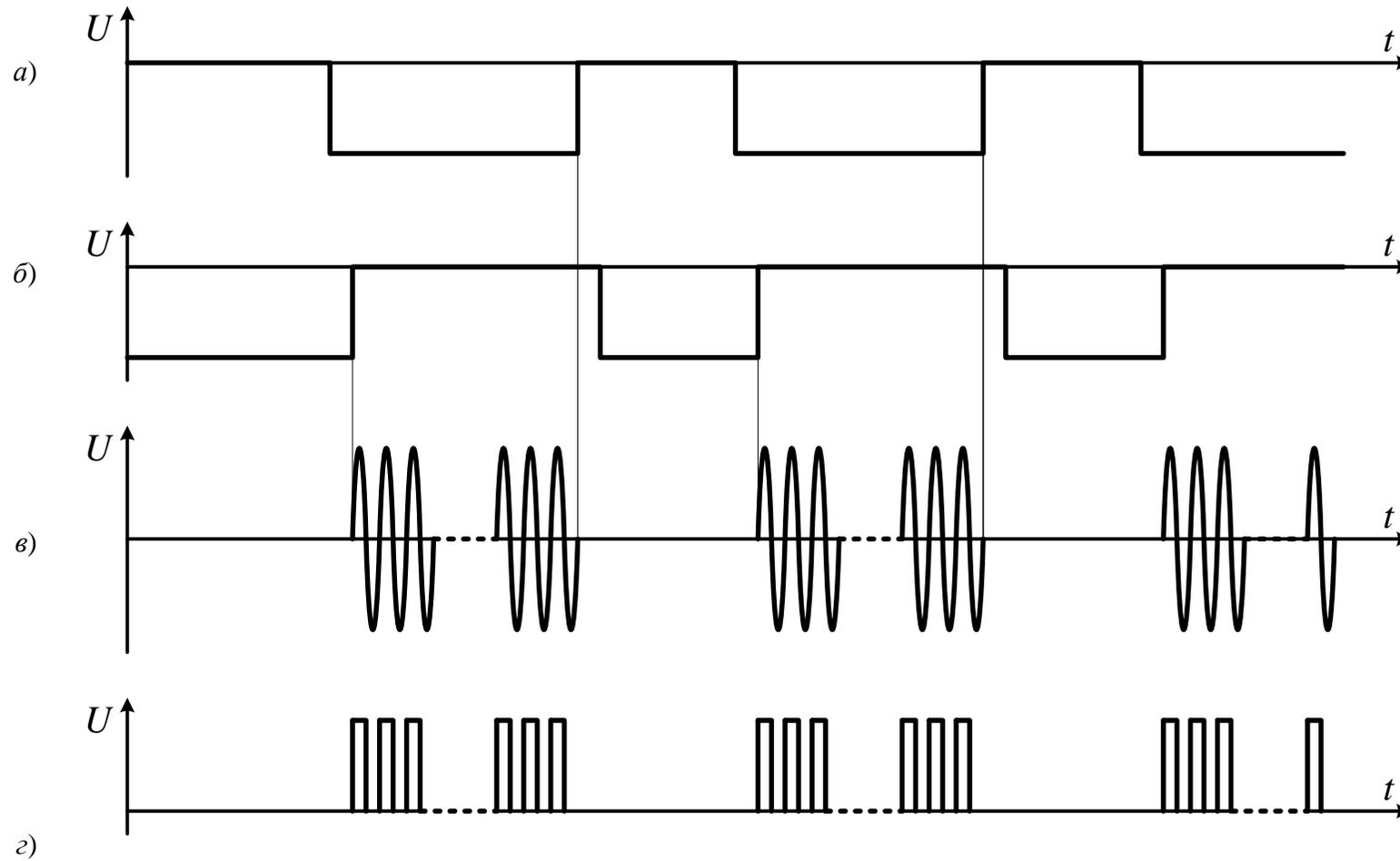


Рис. 6.11. Эпюры напряжений блока 16М:
 а – напряжение на выходе ГПИ У1/Э2; б – напряжение на втором входе ГУВ Э1;
 в – напряжение на выходе ГУВ Э1; г – напряжение на выходе формирователя пачки У2/Э4

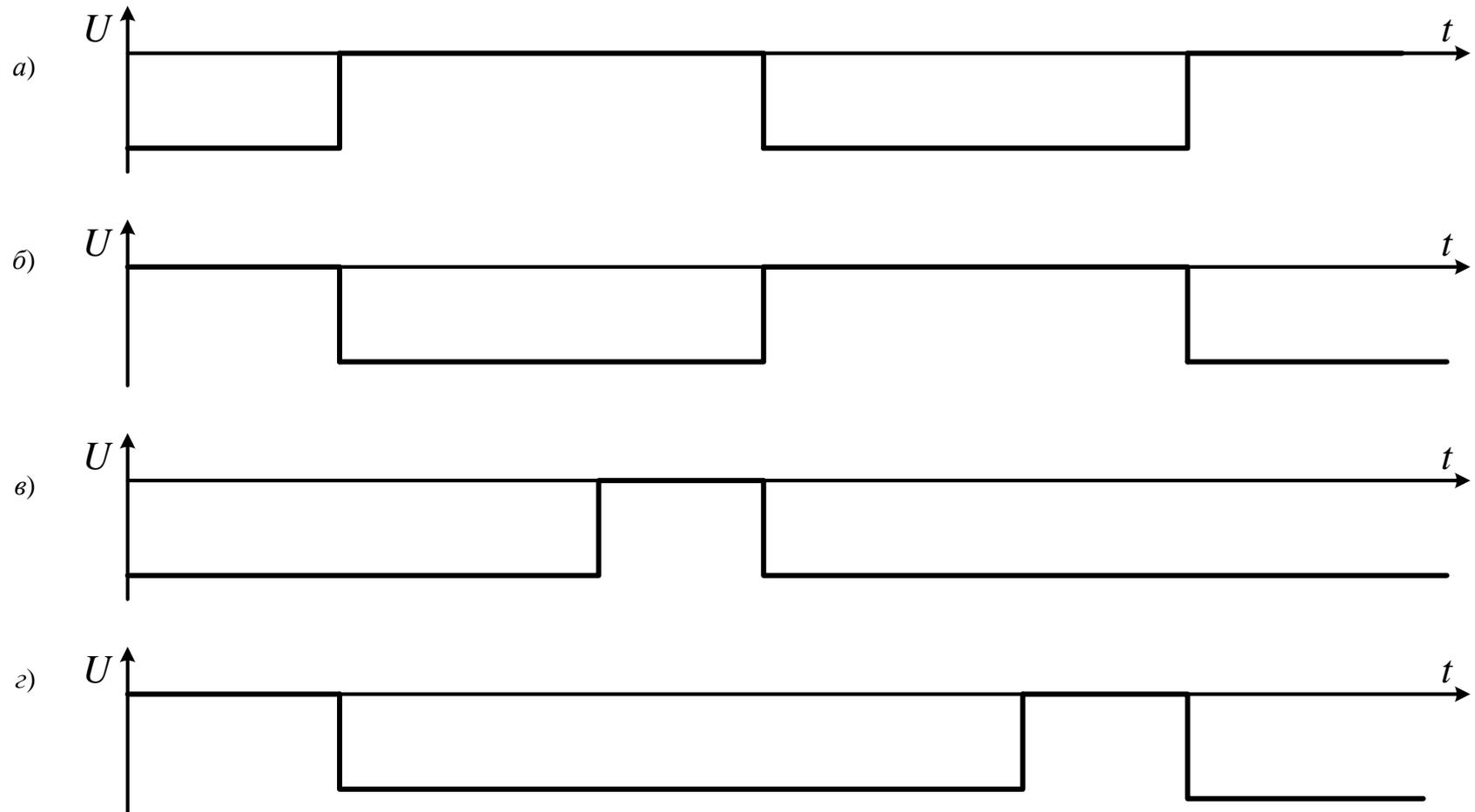


Рис. 6.12. Эпюры напряжений блока 16М:
a, б – напряжения на выходе триггера У1/ЭЗ; *в* – напряжение на выходах схем совпадения У1/Т10, Т14 и У1/Т19, Т20;
г – напряжение на выходах схем совпадения У1/Т10, Т11 и У1/Т18, Т19

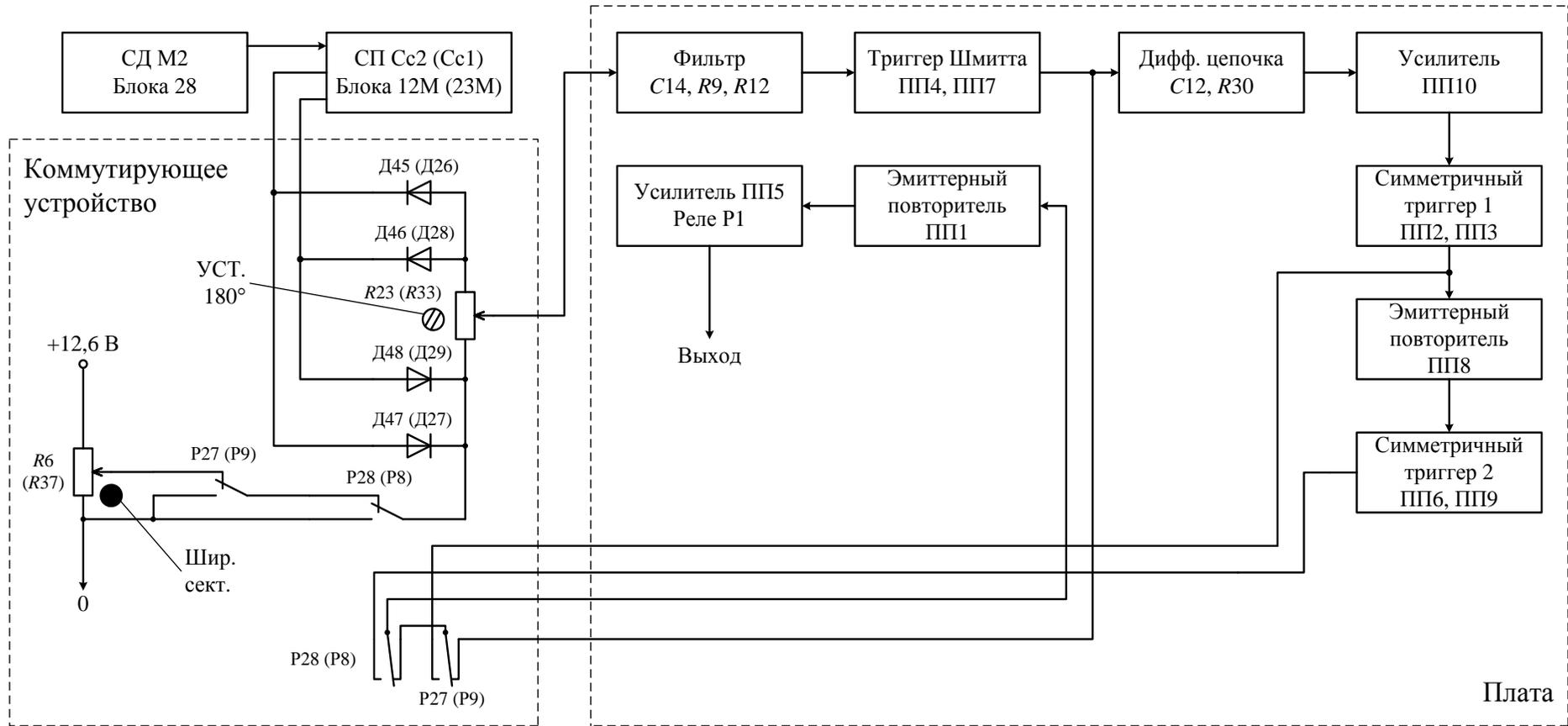


Рис. 6.13. Функциональная схема устройства автоматического управления излучением (без скобок даны элементы блока 12М, в скобках – элементы блока 23М)

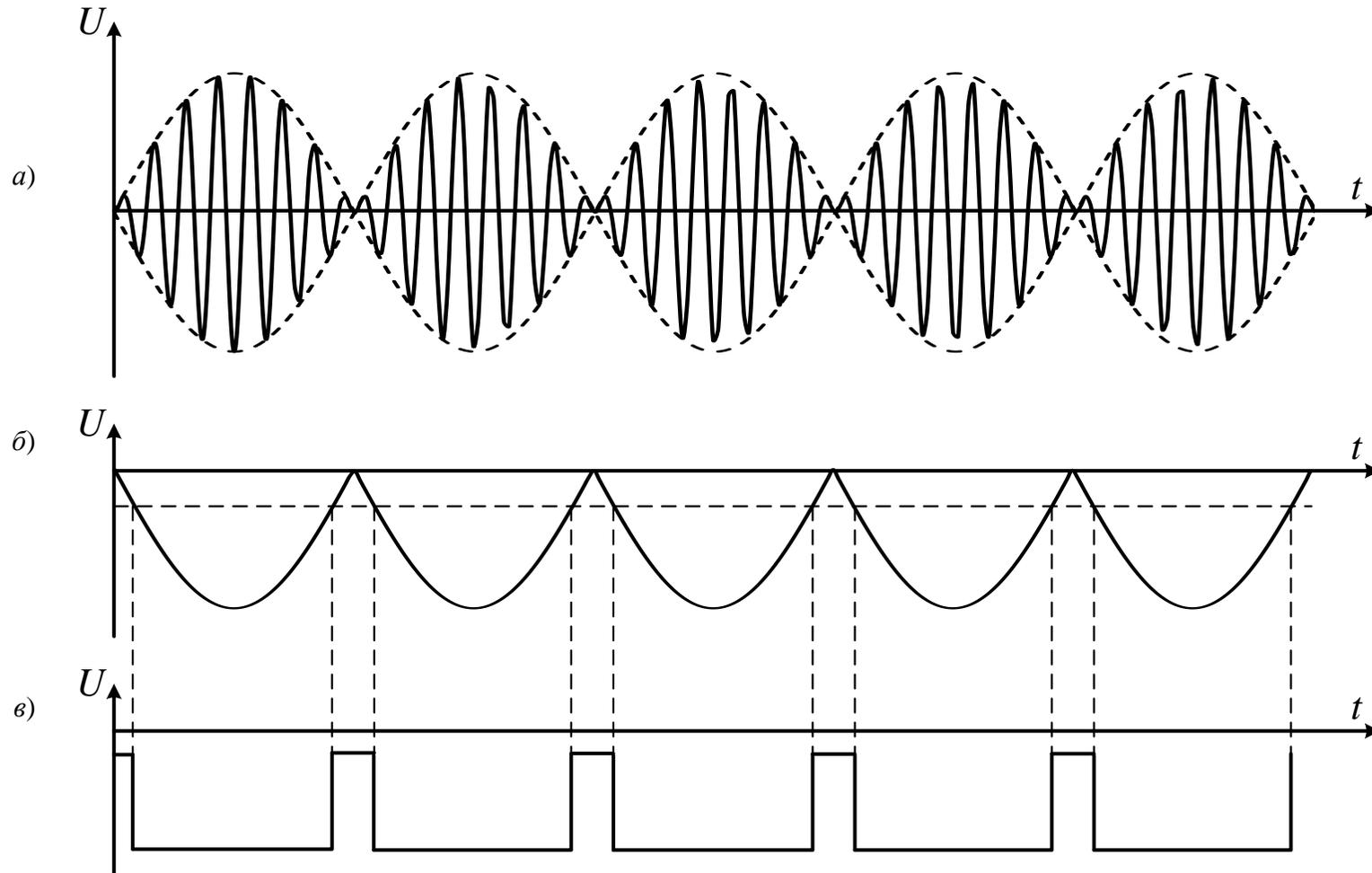


Рис. 6.14. Эпюры напряжений на выходах элементов устройства автоматического управления излучением:
a – напряжение на выходе СП Сс2 (Сс1); *б* – напряжение на выходе фильтра; *в* – напряжение на выходе триггера Шмитта

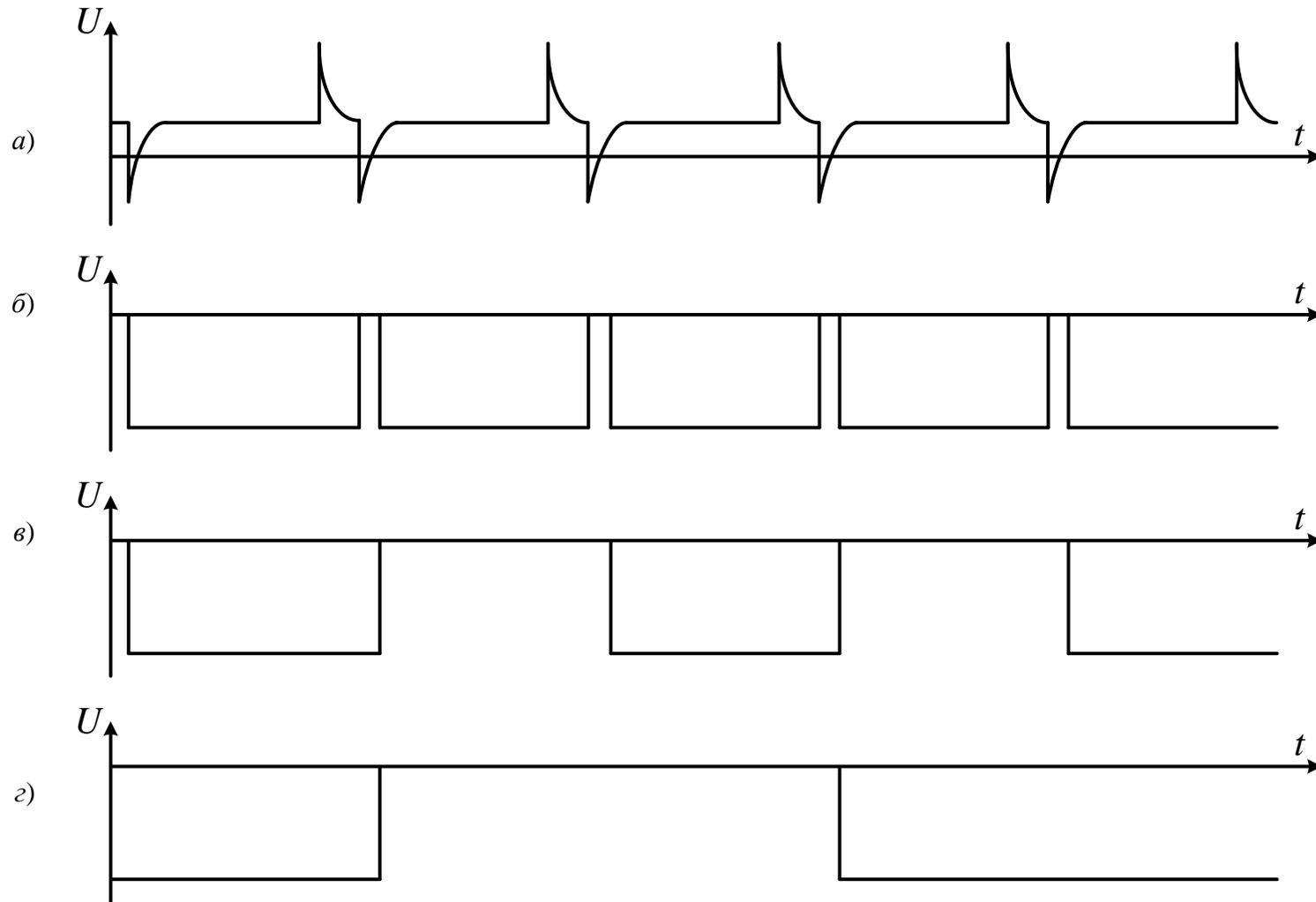


Рис. 6.15. Эпюры напряжений на выходах элементов устройства автоматического управления излучением:
a – напряжение на выходе дифференцирующей цепочки; *б* – напряжение на выходе усилителя ПП10;
в – напряжение на выходе симметричного триггера 1; *г* – напряжение на выходе симметричного триггера 2

7. СИСТЕМА СОПРЯЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р С КСА, ПРВ

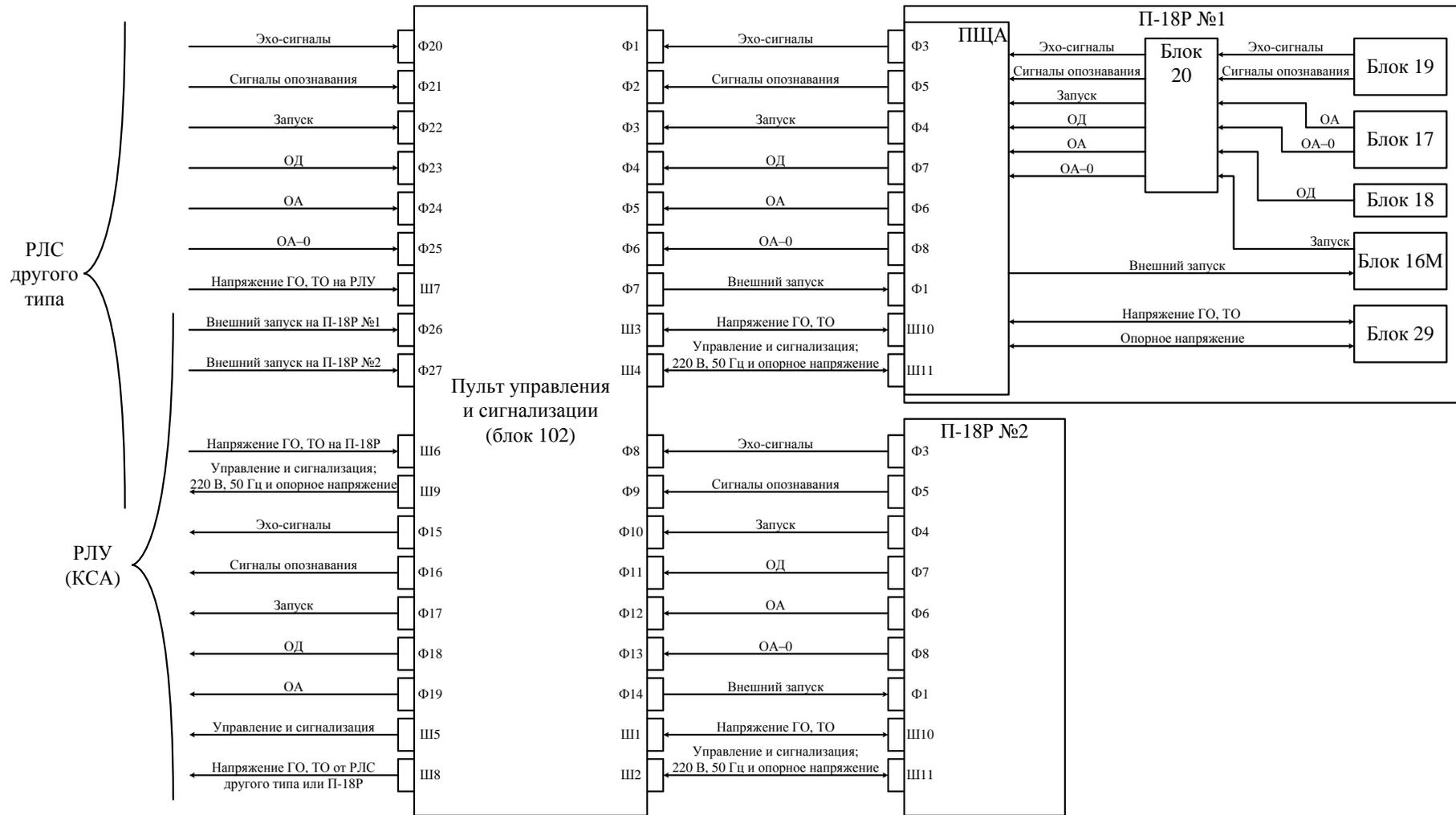


Рис. 7.1. Структурная схема системы сопряжения с РЛУ

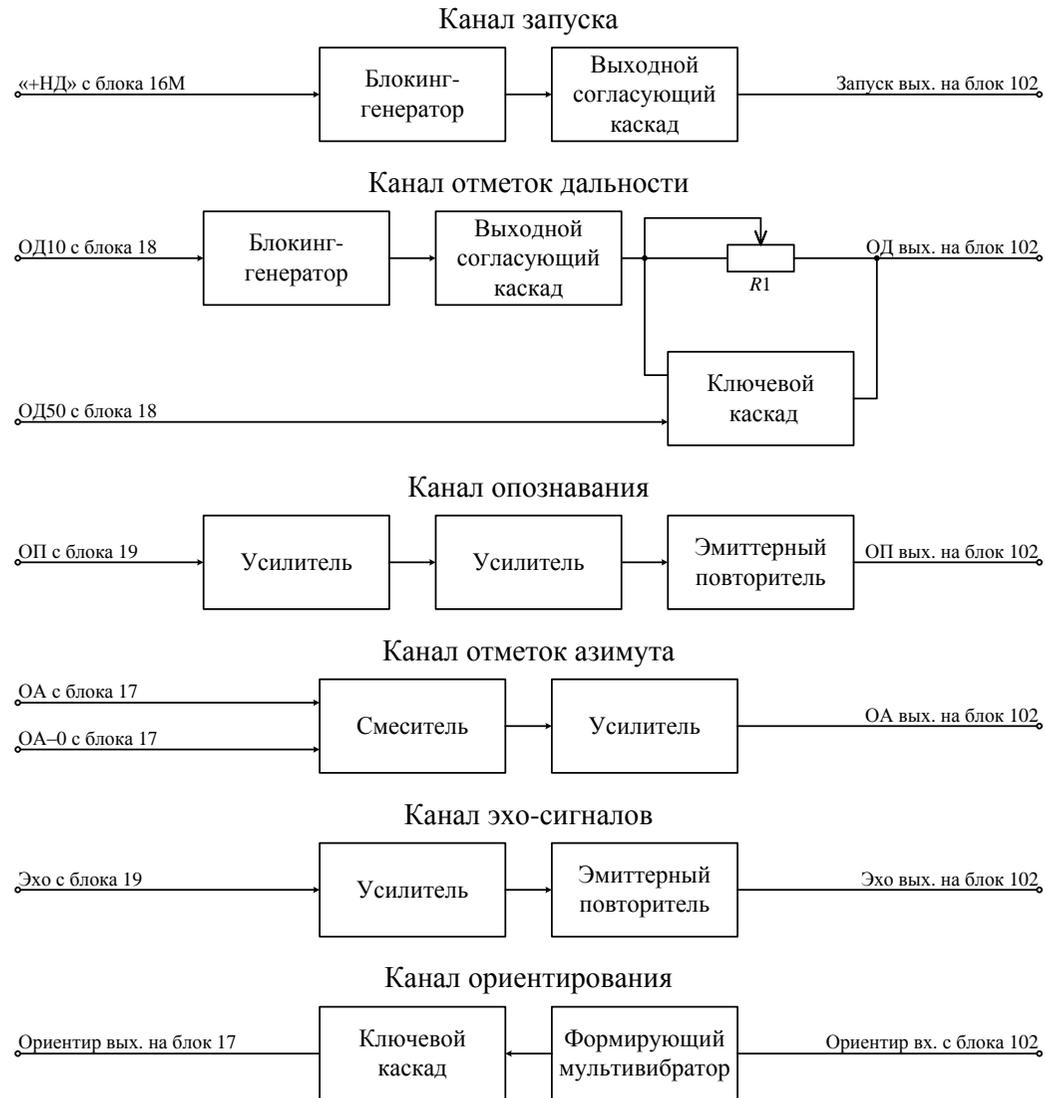


Рис. 7.2. Функциональная схема блока сопряжения с РЛУ (блок 20)

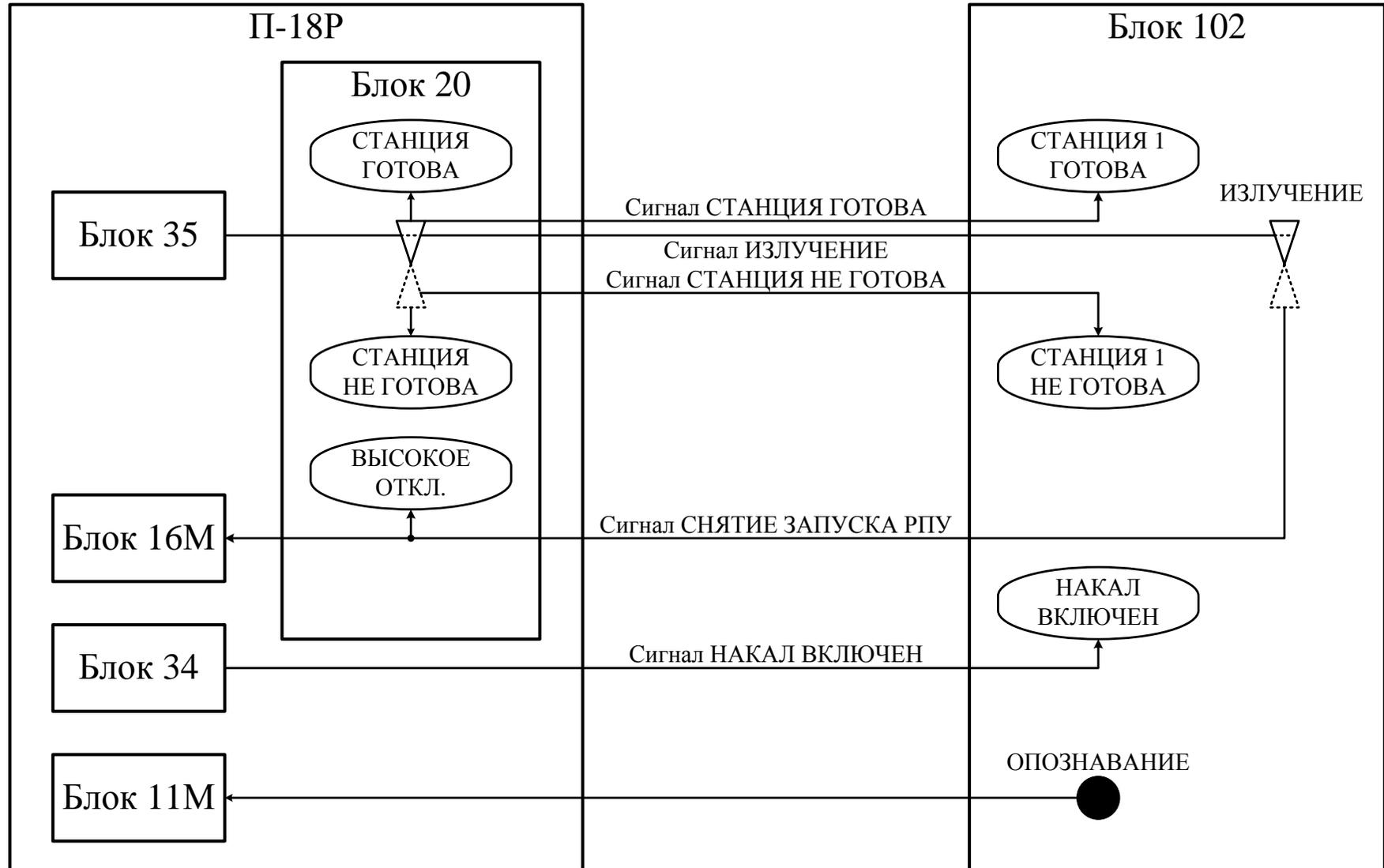


Рис. 7.3. Элементы управления и сигнализации системы сопряжения

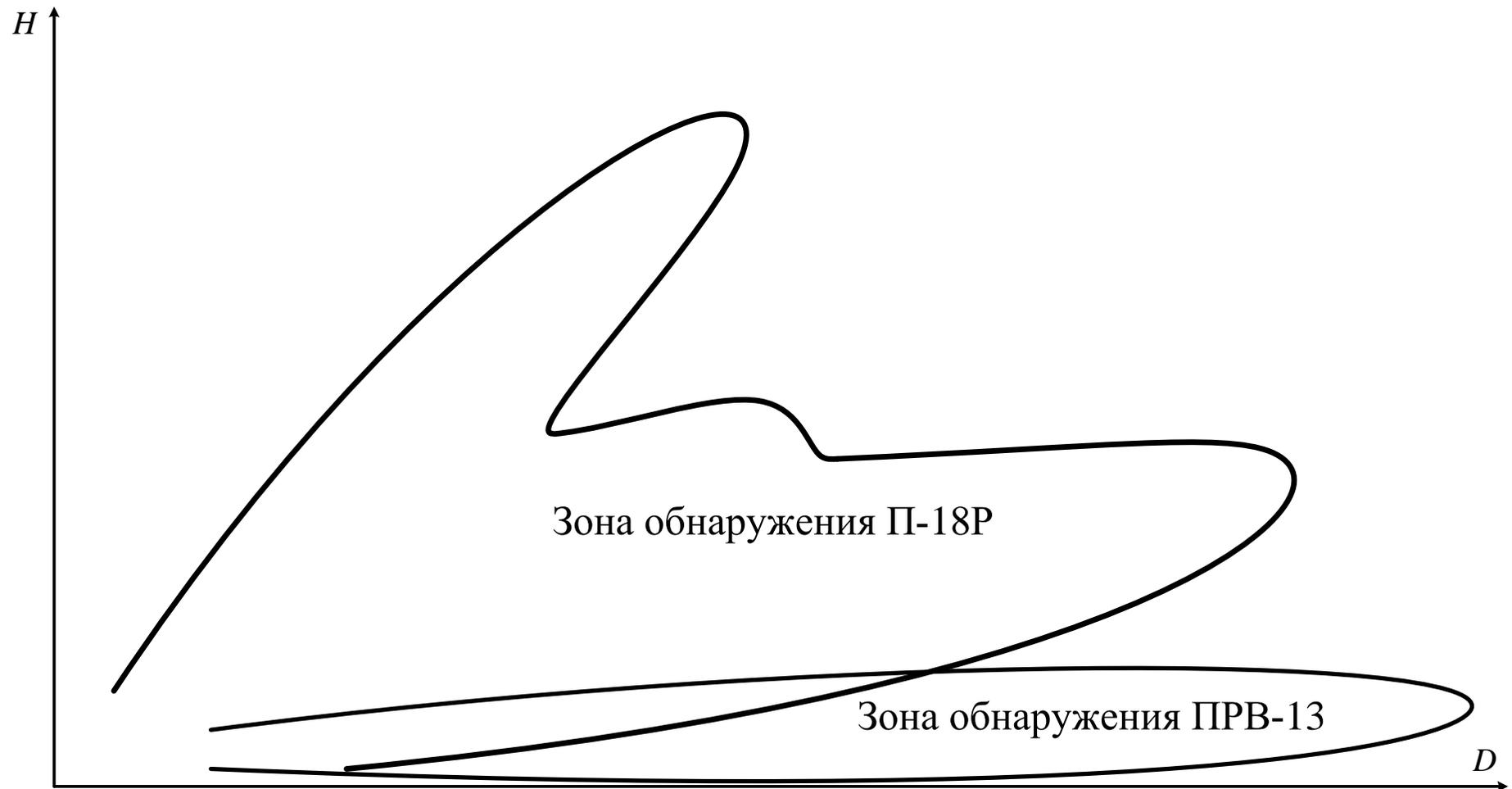


Рис. 7.4. Зоны обнаружения П-18Р и ПРВ-13

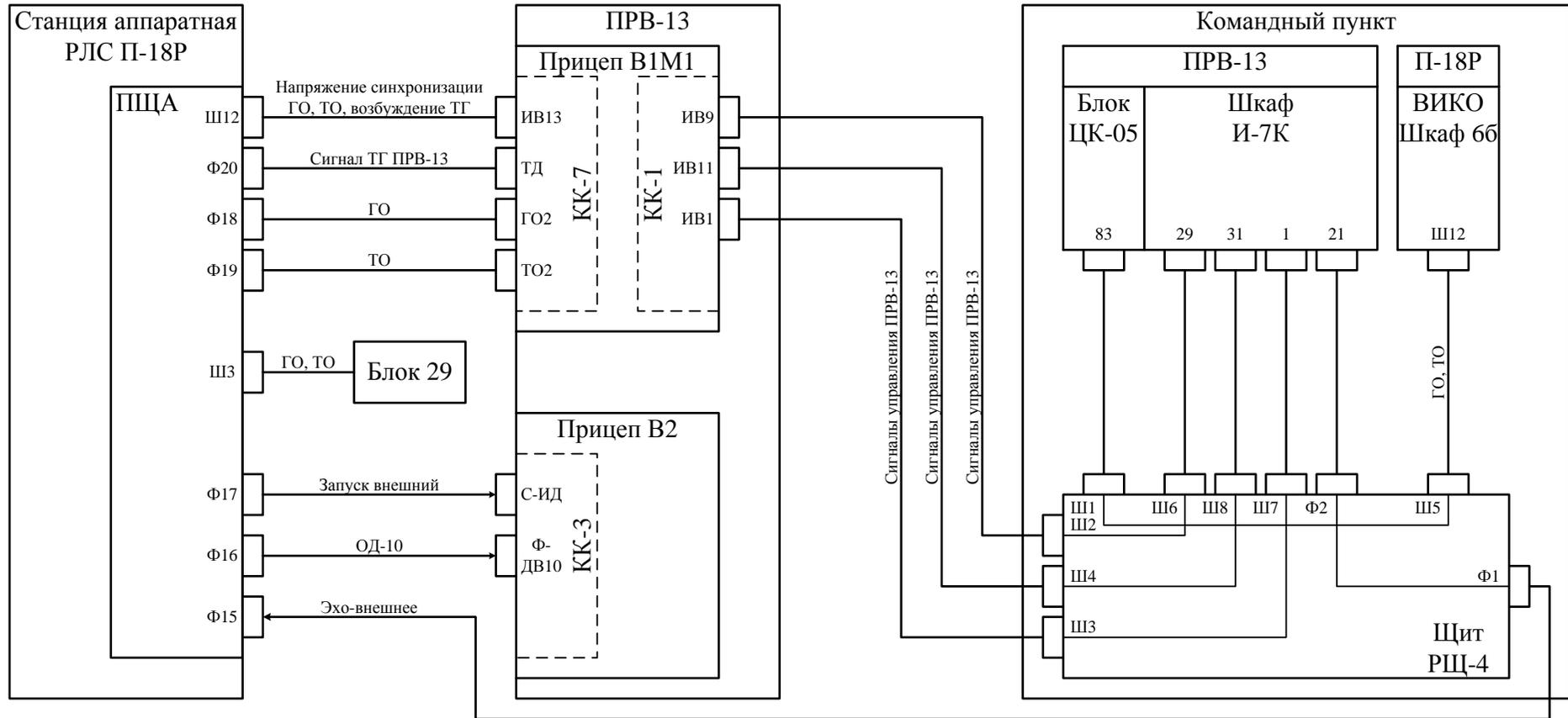


Рис. 7.5. Структурная схема сопряжения П-18Р и ПРВ-13

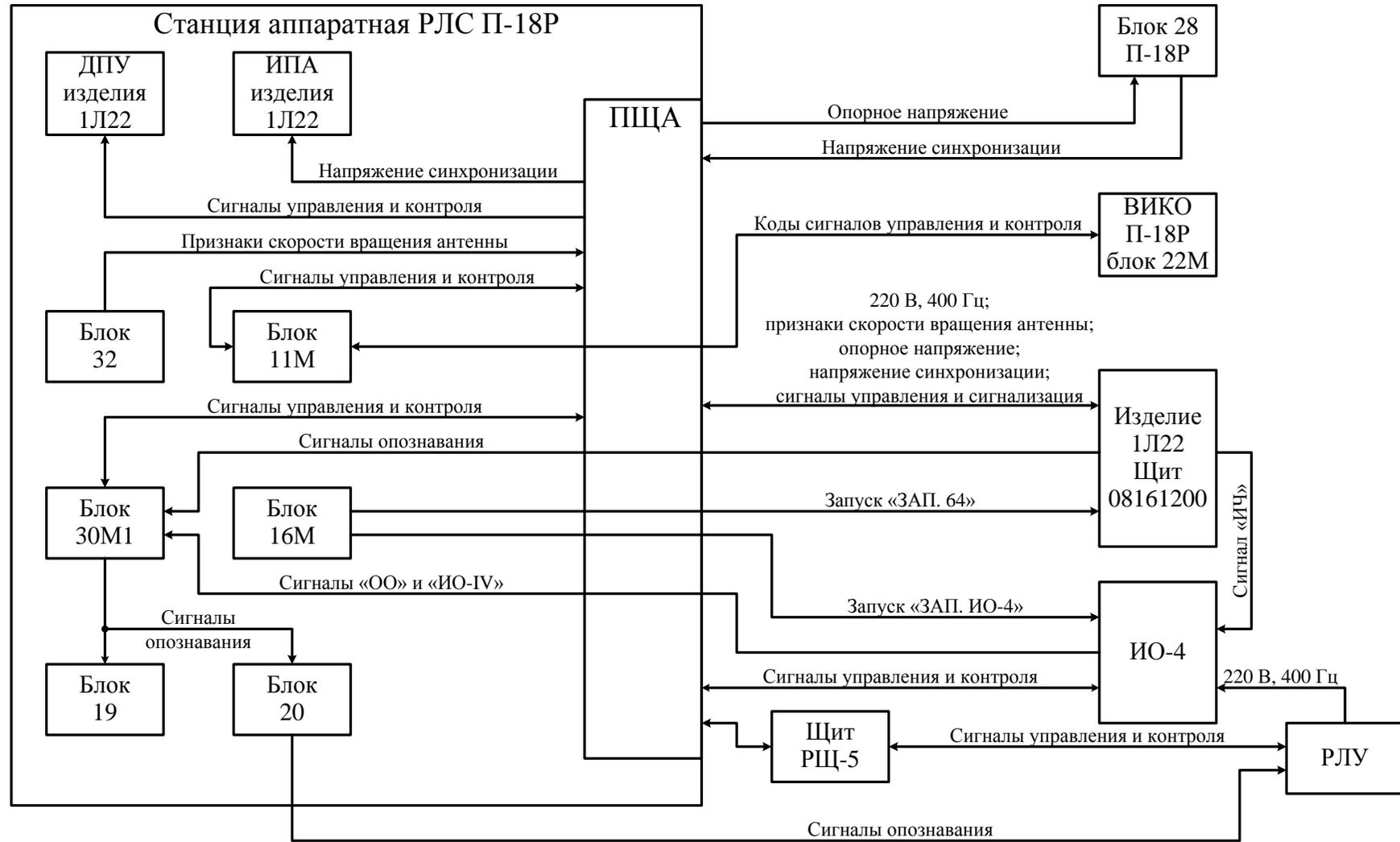


Рис. 7.6. Структурная схема сопряжения П-18Р с изделием 1Л22, РЛУ и аппаратурой ИО-4

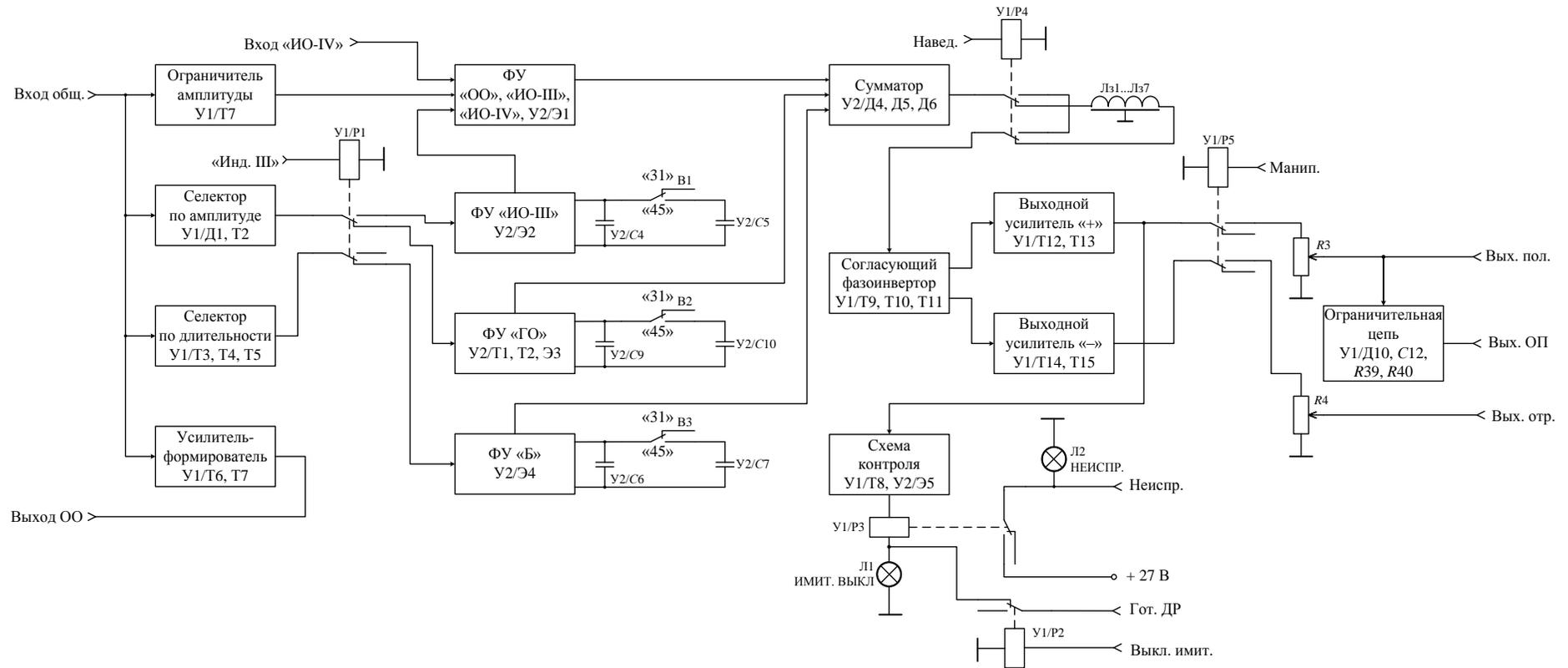


Рис. 7.7. Функциональная схема блока 30М1

8. СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р И ВТОРИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

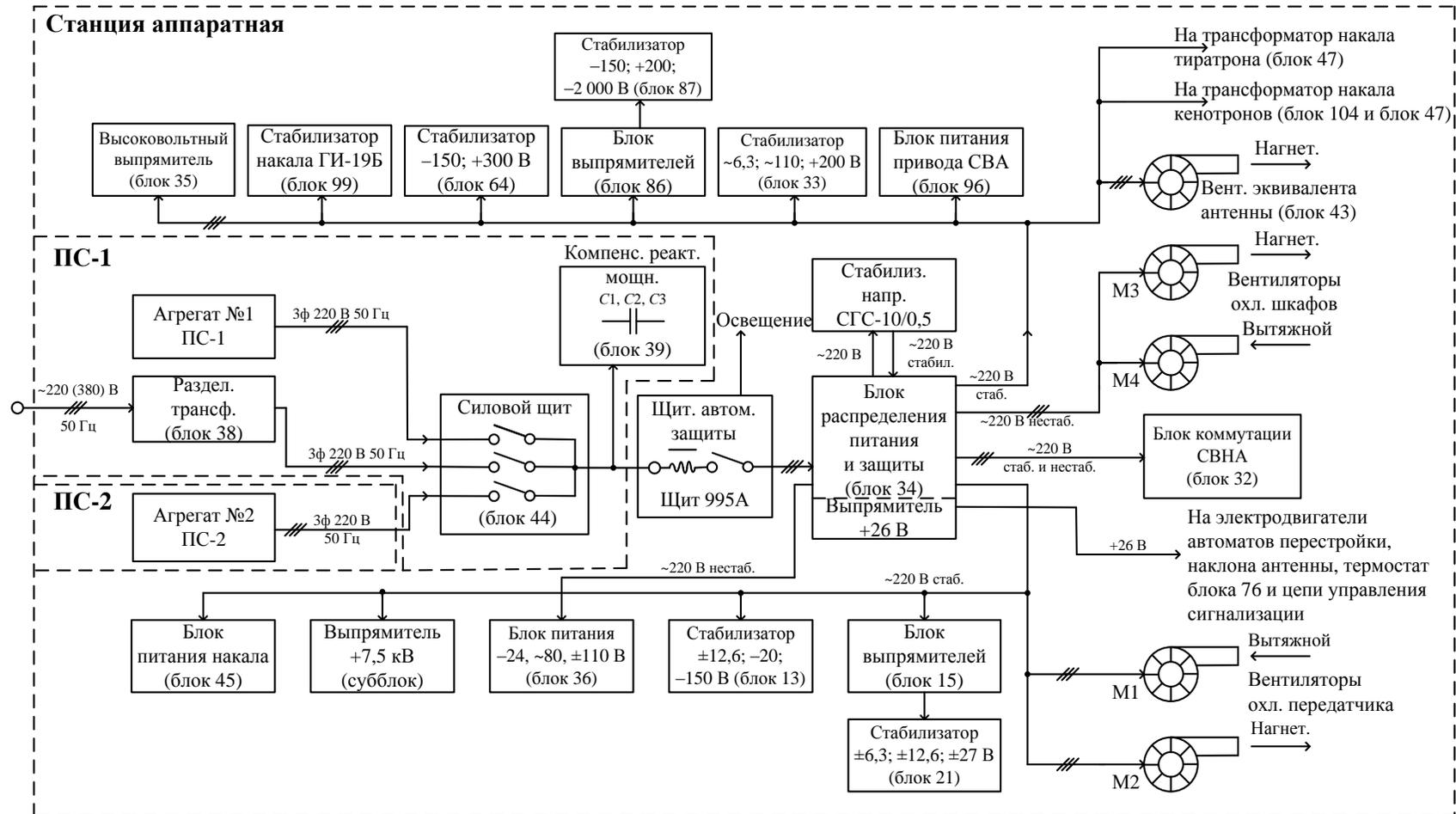


Рис. 8.1. Структурная схема распределения электропитания 220 В, 50 Гц

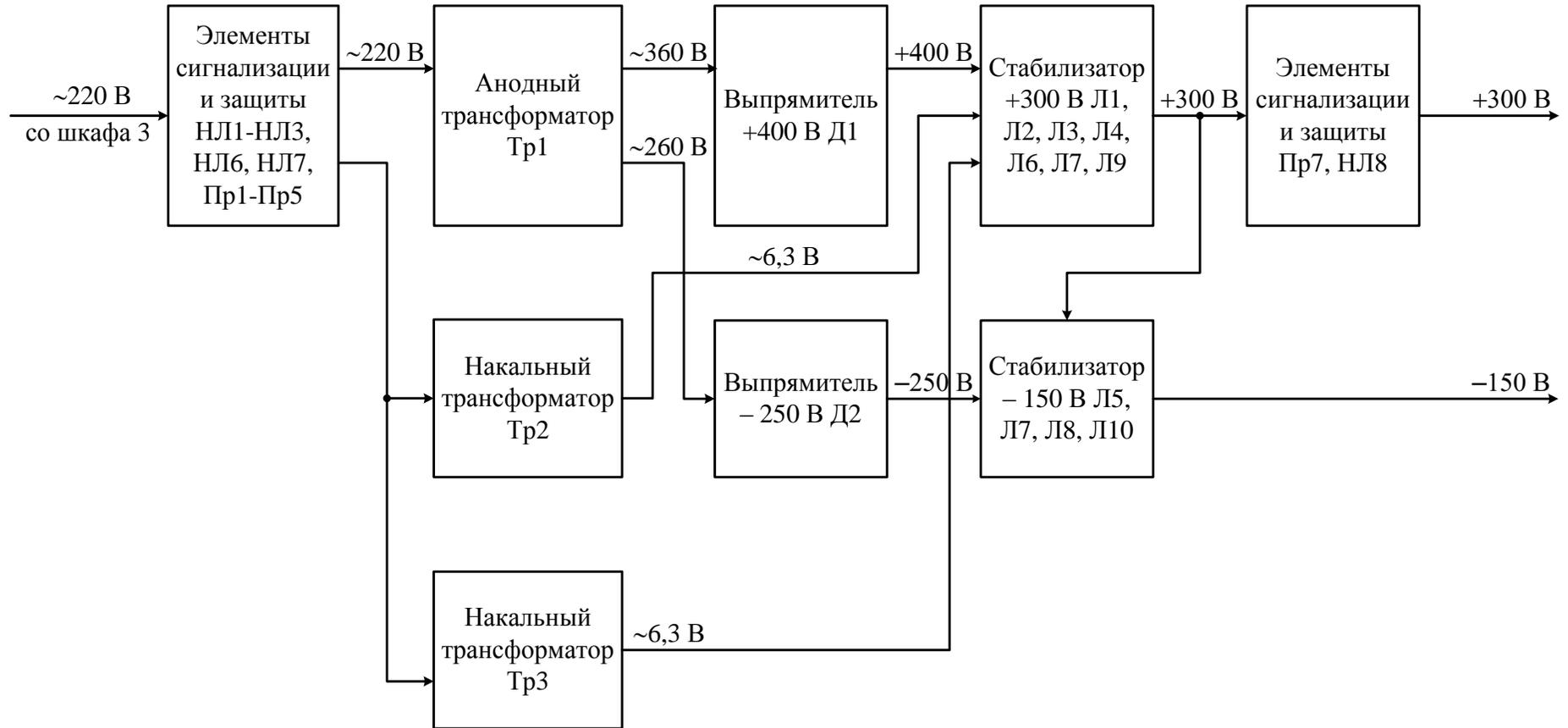


Рис. 8.2. Функциональная схема стабилизатора напряжения $-150, +300\text{ В}$ (блок 64)

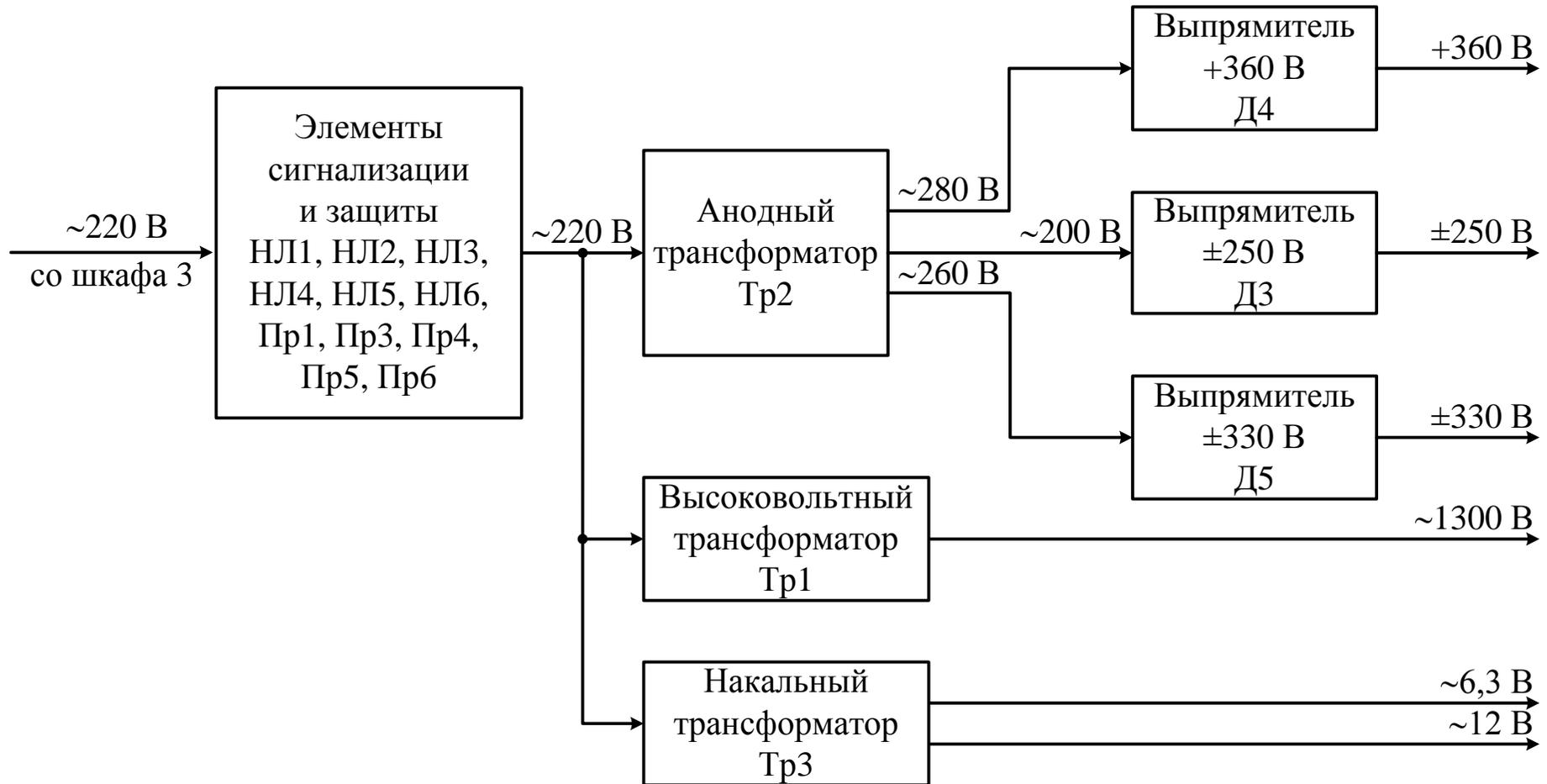


Рис. 8.3. Функциональная схема блока выпрямителей (блок 86)

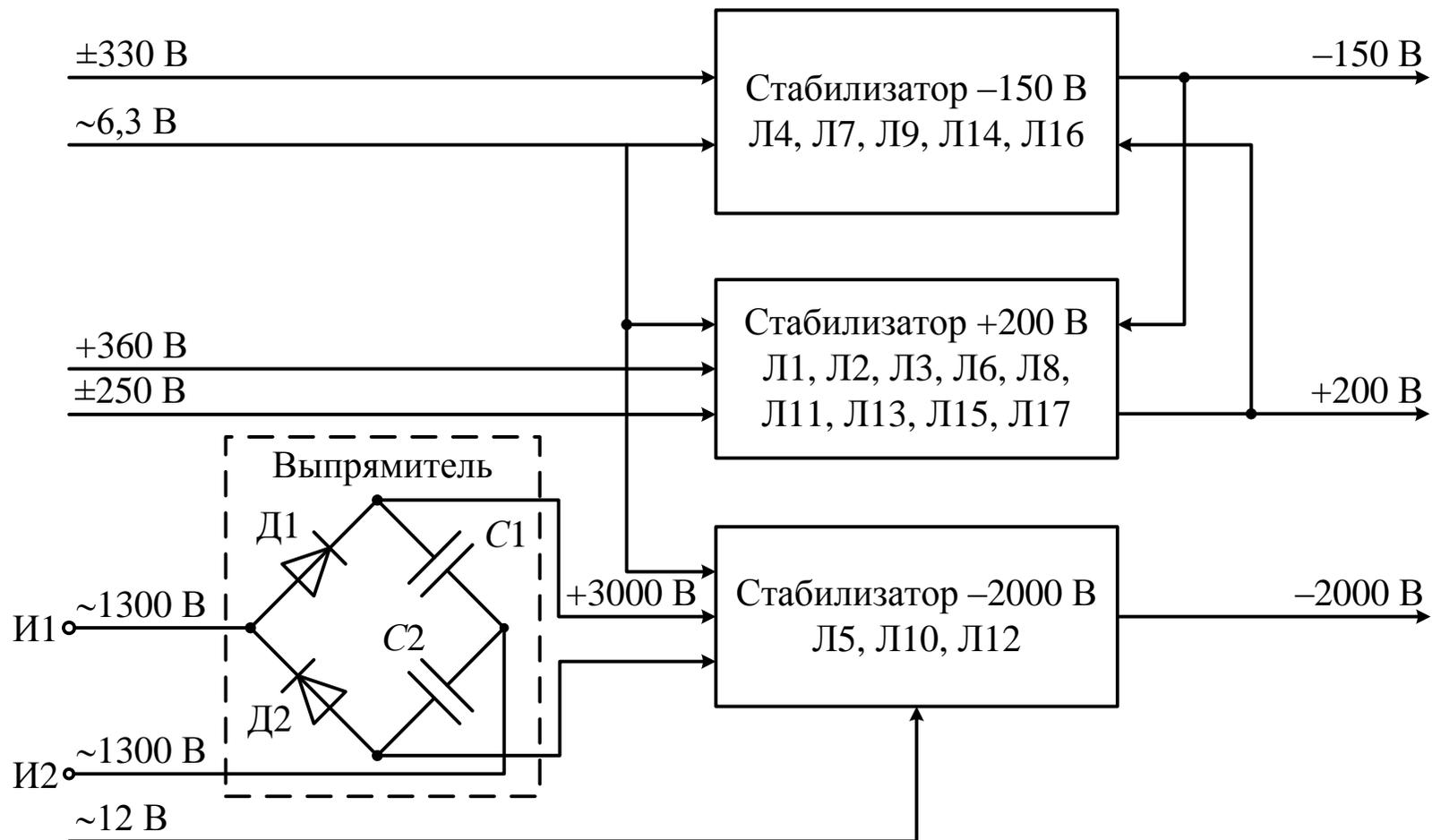
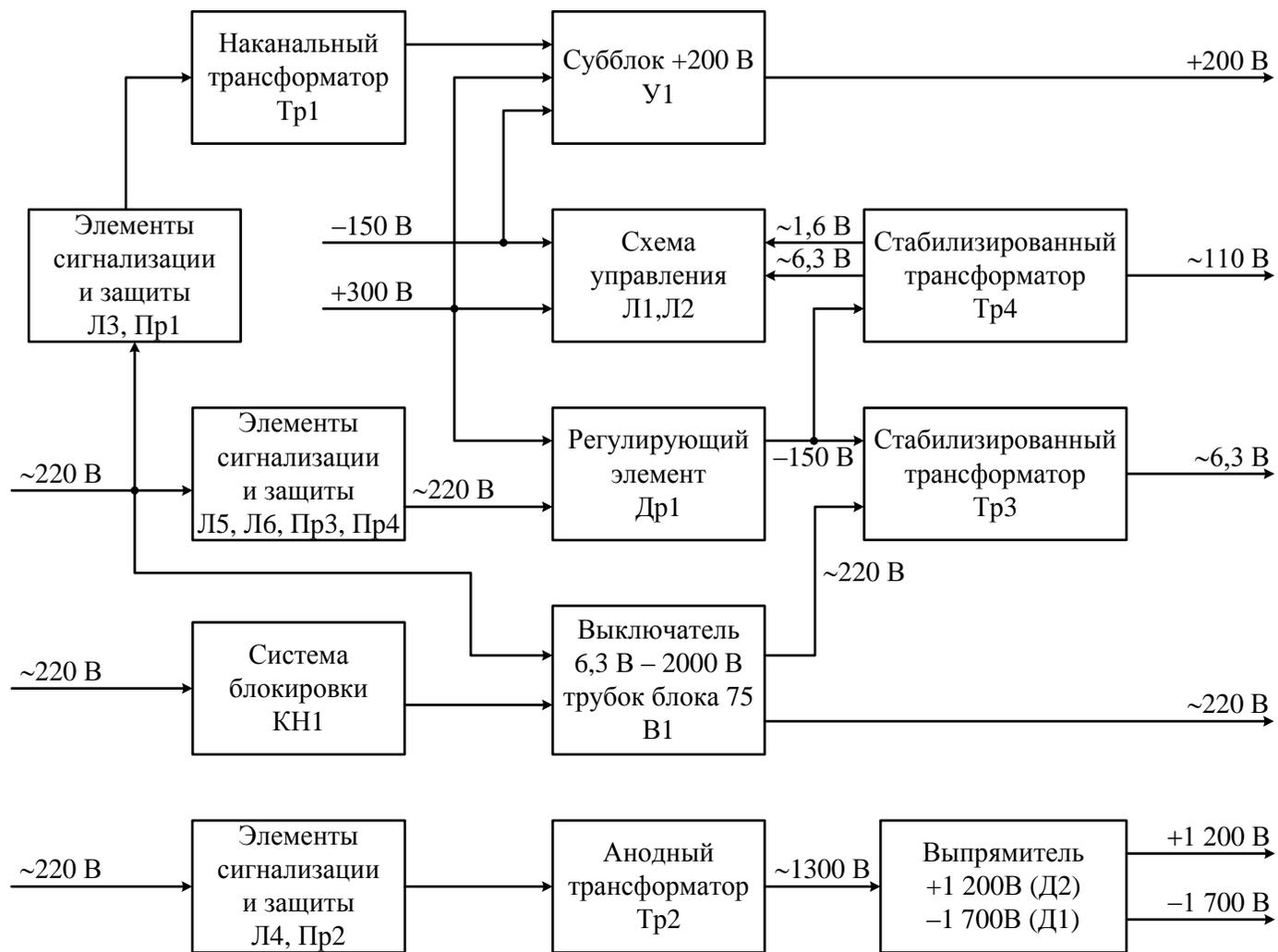


Рис. 8.4. Функциональная схема стабилизатора -2 000, -150, +200 В (блок 87)

Рис. 8.5. Функциональная схема стабилизатора $\sim 6,3, \sim 110, +200\text{ В}$ (блок 33)

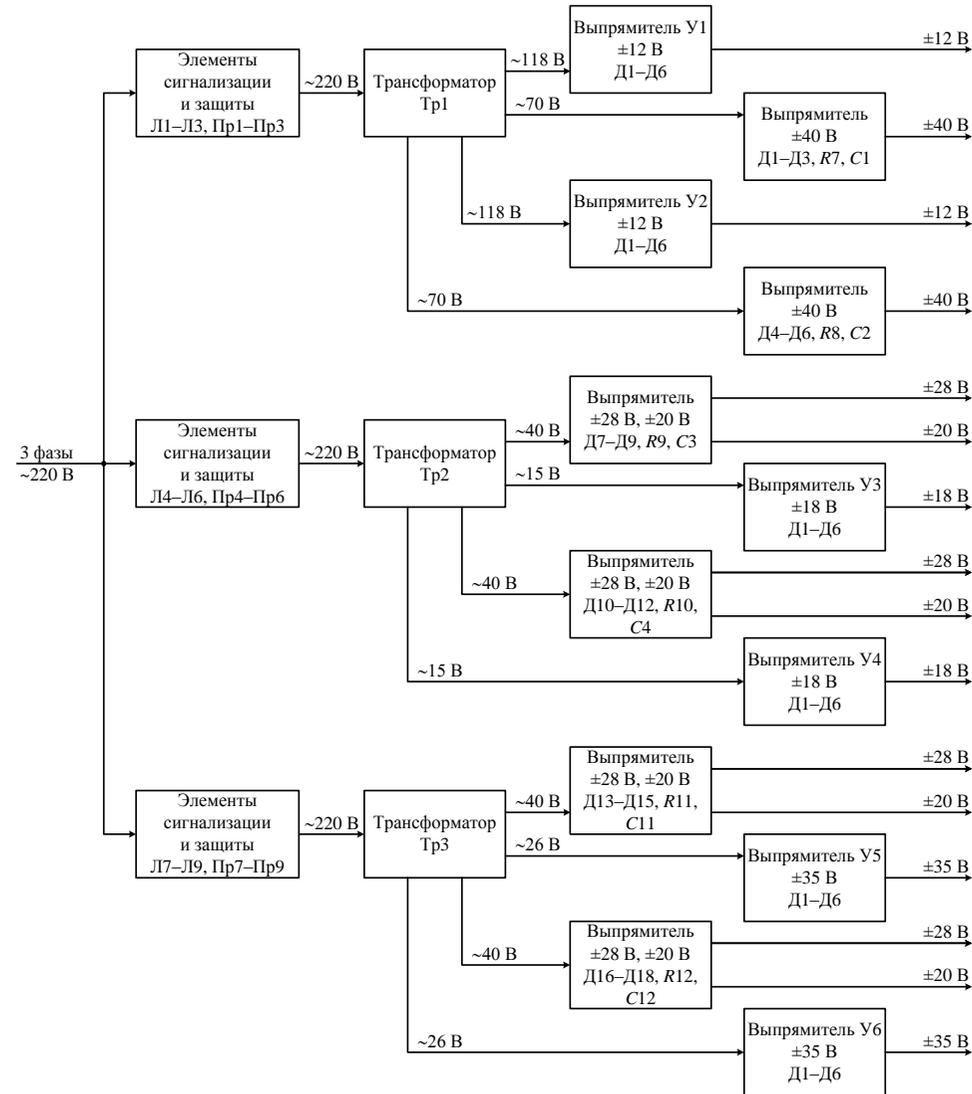


Рис. 8.6. Функциональная схема блока выпрямителей (блок 15)

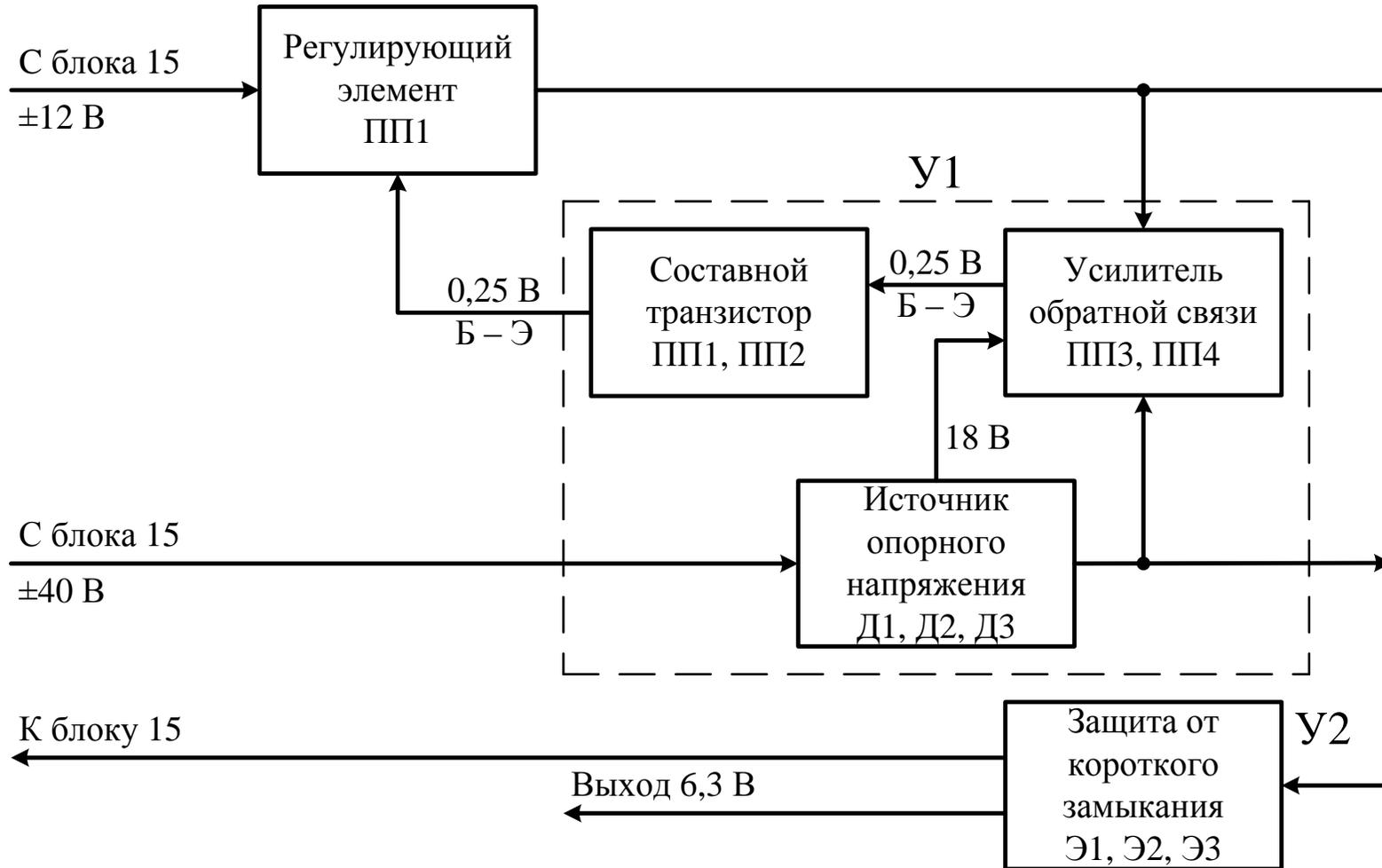


Рис. 8.7. Функциональная схема стабилизатора +6,3 В (блок 21)

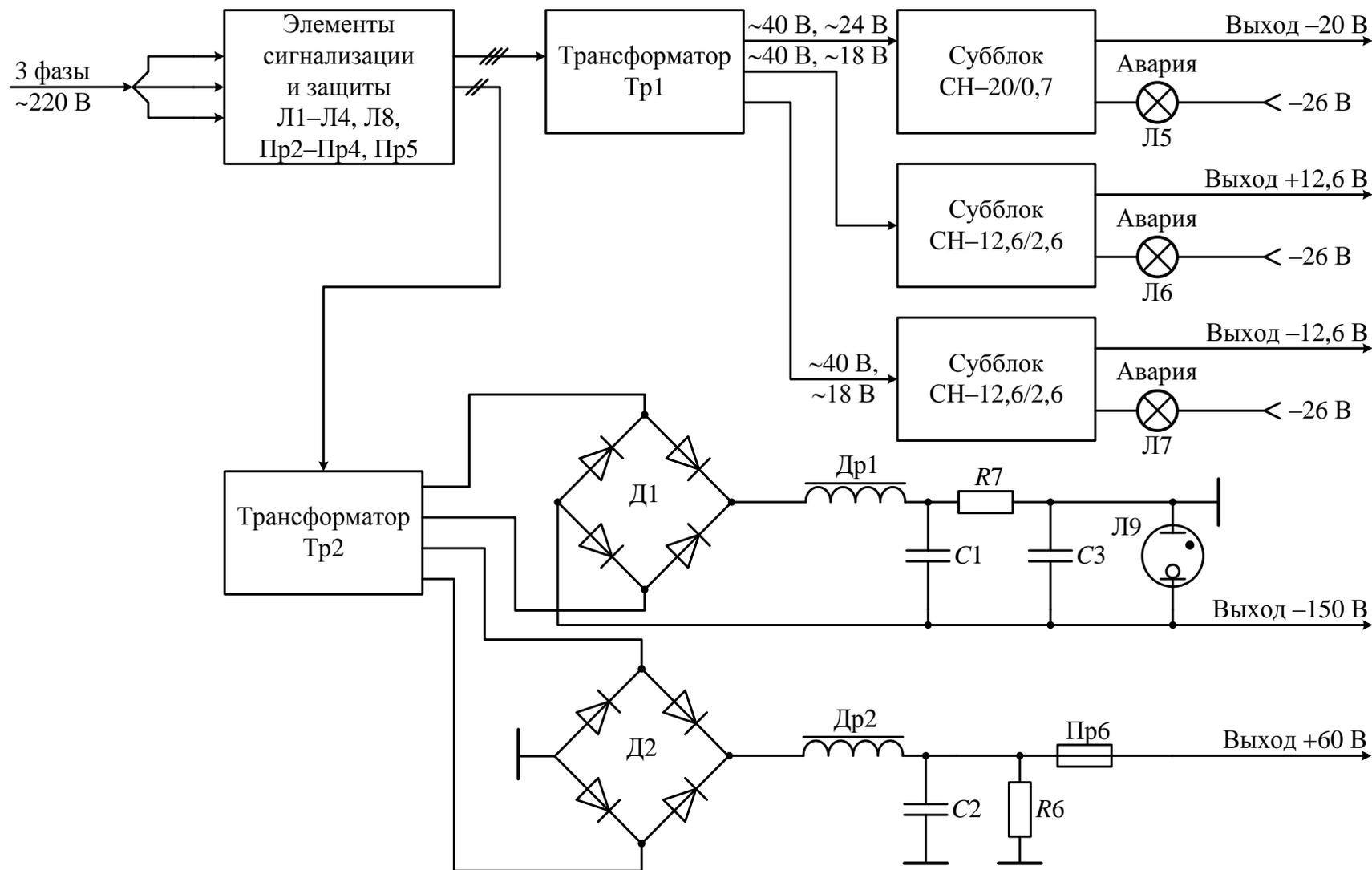


Рис. 8.8. Функциональная схема стабилизатора $\pm 12,6$, -20 , -150 В (блок 13)

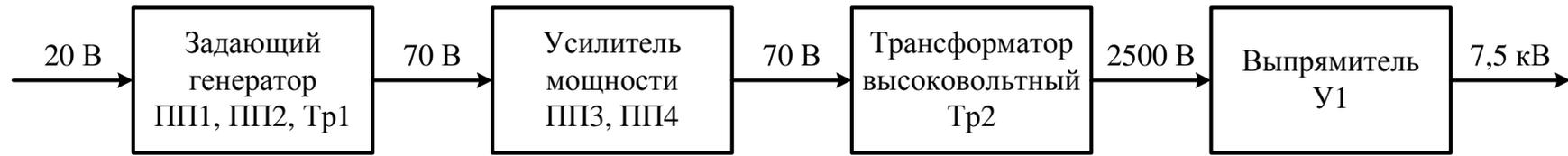


Рис. 8.9. Функциональная схема выпрямителя +7,5 кВ (субблок +7,5 кВ)

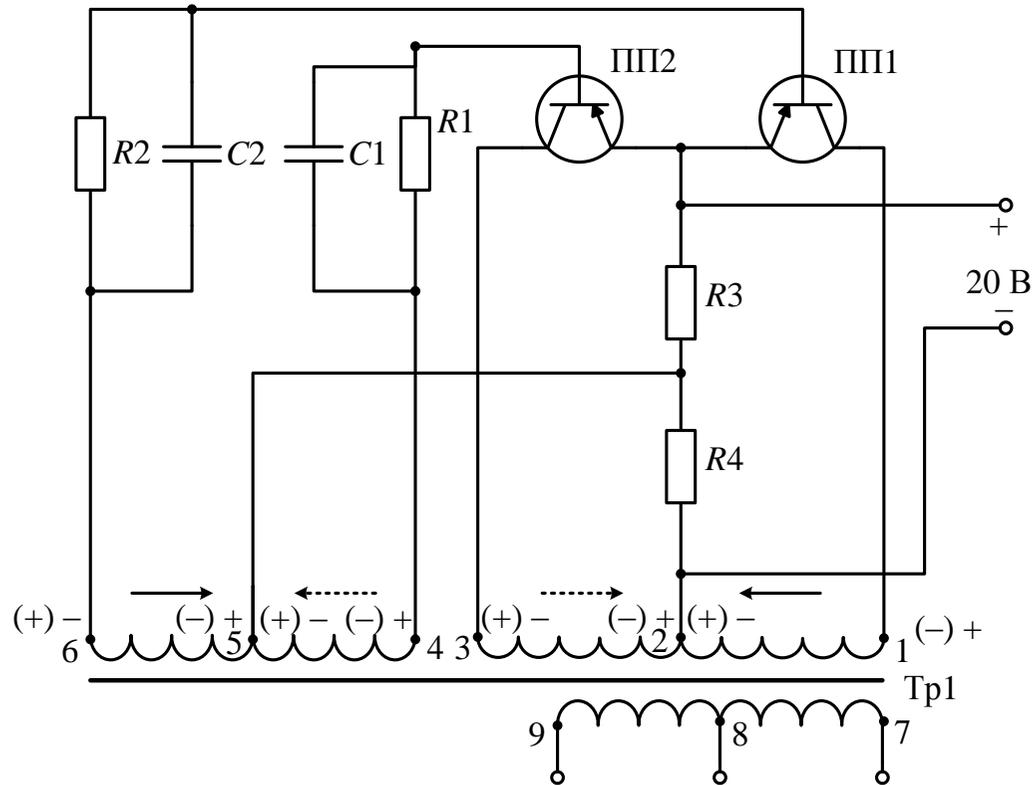


Рис. 8.10. Упрощенная схема задающего генератора

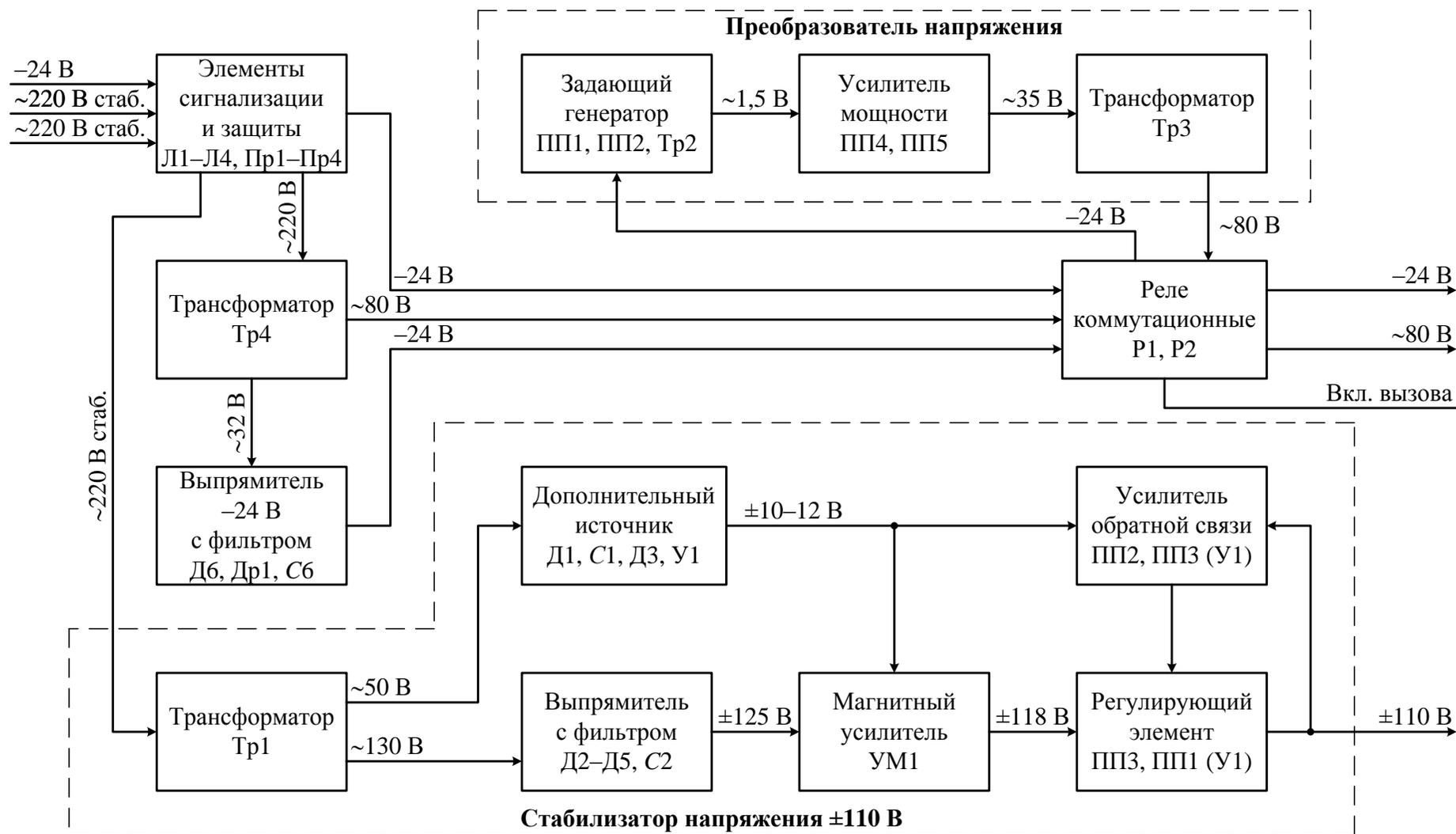


Рис. 8.11. Функциональная схема блока питания -24, ~80, ±110 В (блок 36)

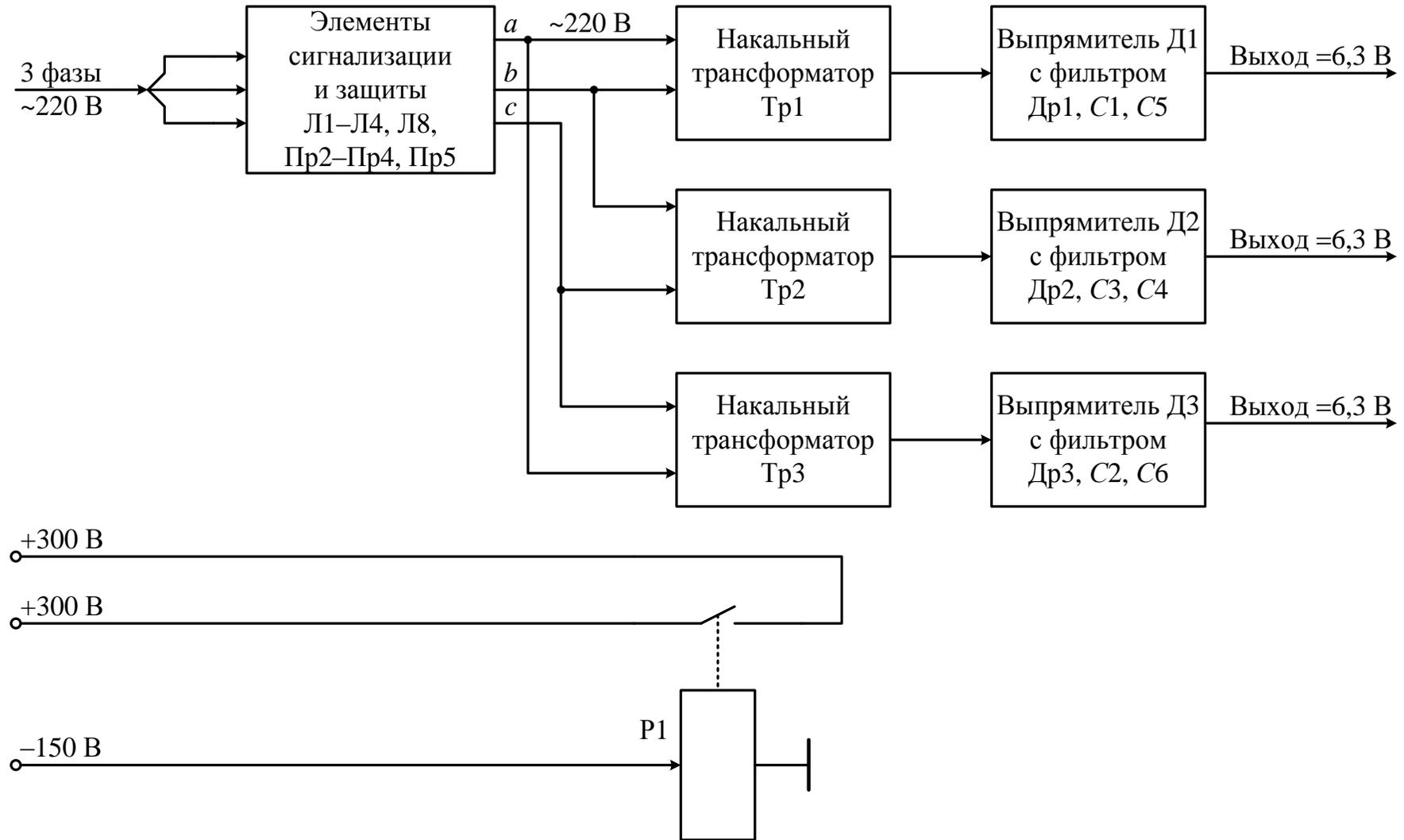


Рис. 8.12. Функциональная схема блока питания накала (блок 45)

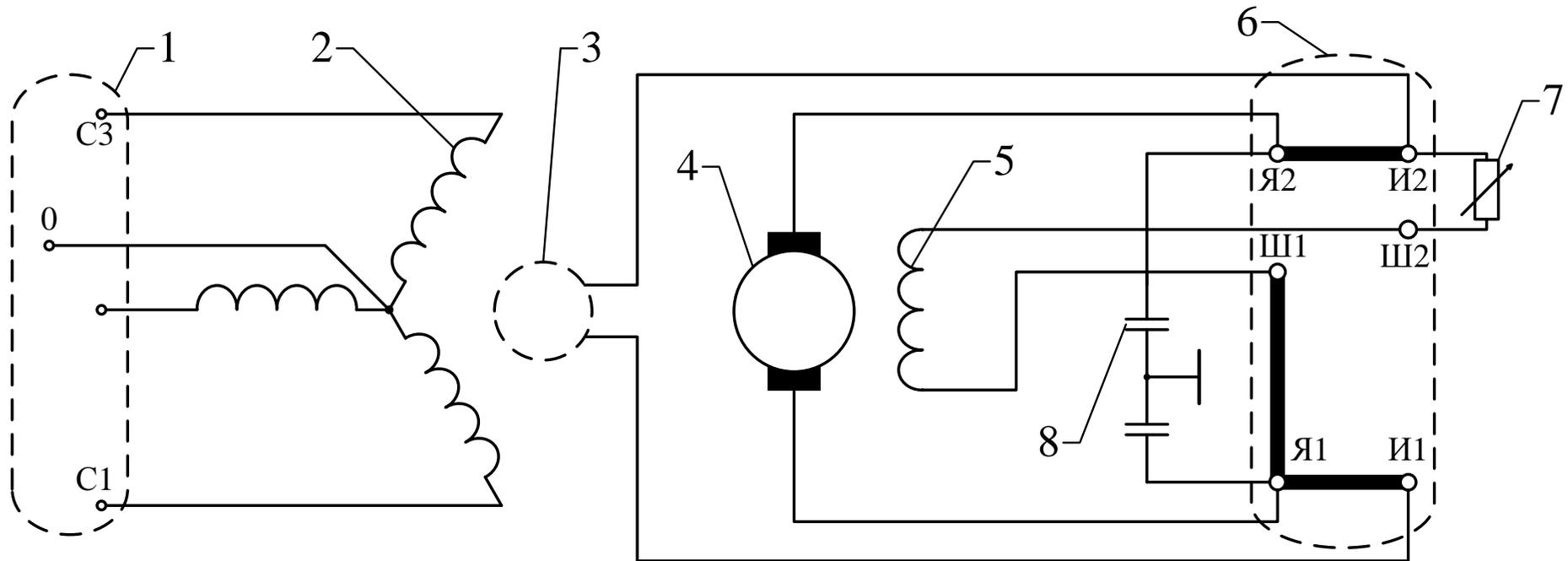


Рис. 8.13. Принципиальная схема генератора ДГС-81-4ЩФ2:

1 – коробка выводов статора; 2 – обмотка статора; 3 – обмотка ротора; 4 – якорь возбудителя;
5 – шунтовая обмотка; 6 – коробка выводов возбудителя; 7 – регулятор возбуждения; 8 конденсатор

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АМУ – антенно-мачтовое устройство

АПЧ – автоматическая подстройка частоты

АФС – антенно-фидерная система

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика

ВИКО – выносной индикатор кругового обзора

ВОК – вертикальные отклоняющие катушки

ВТ – вращающийся трансформатор

ВУС – видеоусилитель

ГО – грубый отсчет

ГОК – горизонтальные отклоняющие катушки

ГПИ – генератор прямоугольных импульсов

ГПН – генератор пилообразного напряжения

ГУВ – генератор ударного возбуждения

ГФН – гребенчатый фильтр накопления

ГФП – гребенчатый фильтр подавления

ДКУ – дешифратор команд управления

ДНА – диаграмма направленности антенны

ДПУ – дистанционный пульт управления

ДС – дифференциальный сельсин

ДСК – дешифратор сигналов контроля

ДУ – дистанционное управление

ЗО – зона обнаружения

ИК – индикатор контроля

ИКО – индикатор кругового обзора

ИПА – индикатор положения антенны

КГ – когерентный гетеродин

КИА – когерентно-импульсная аппаратура

КУ – команда управления

НИП – несинхронная импульсная помеха

НКН – некогерентный накопитель

НО – направленный ответвитель

НРЗ – наземный радиолокационный запросчик

ОА – отметки азимута

ОД – отметки дальности

ОП – отметки опознавания

ОУ – обмотка управления

ОФОИ – оптимальный фильтр одиночного импульса

ПЩА – переходной щит антенный

РКР – радиально-круговая развертка

РЛС – радиолокационная станция

РПУ – радиопередающее устройство
РРУ – ручная регулировка усиления
РФ – режекторный фильтр
СВНА – система вращения и наклона антенны
СВЧ – сверхвысокие частоты
СД – сельсин-датчик
СДЦ – селекция движущихся целей
СК – сигнал контроля
СКДВ – схема компенсации действия ветра
СНСЭ – система настройки станции на эквивалент антенны
СП – сельсин-приемник
СПА – система передачи азимута
СПЧ – система перестройки частоты
СФОИ – согласованный фильтр одиночного импульса
ТГ – тахогенератор
ТО – точный отсчет

УВЧ – усилитель высокой частоты
УМЧ – усилитель модулирующей частоты
УПТ – усилитель постоянного тока
УПЧ – усилитель промежуточной частоты
ФД – фазовый детектор
ФОИ – формирователь опорных импульсов
ФОН – формирователь опорного напряжения
ФСС – фильтр сосредоточенной селекции
ФУ – формирующее устройство
ФЧВ – фазочувствительный выпрямитель
ЧПК – череспериодная компенсация
ШАРУ – шумовая автоматическая регулировка усиления
ШКУ – шифратор команд управления
ШСК – шифратор сигналов контроля
ШУВЧ – широкополосный усилитель высокой частоты
ЭМУ – электромашинный усилитель

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р	4
Рис. 1.1. Зависимость вероятности обнаружения цели от дальности	4
Рис. 1.2. Вид экрана ИКО при отсутствии активных шумовых помех	5
Рис. 1.3. Общий вид радиолокационной станции П-18Р	5
Рис. 1.4. Расположение машин и прицепов РЛС на позиции	6
Рис. 1.5. Расположение машин и прицепов РЛС в укрытии	6
Рис. 1.6. Зона обнаружения РЛС П-18Р	7
Рис. 1.7. Вариант размещения РЛС П-18Р в защищенном инженерном сооружении	8
Рис. 1.7. Вариант размещения РЛС П-18Р в защищенном инженерном сооружении	9
Рис. 1.8. Структурная схема РЛС П-18Р	10
Рис. 1.9. Влияние подстилающей поверхности на формирование ДНА в вертикальной плоскости	11
Рис. 1.10. Примерный вид результирующей ДНА, сформированной при участии земной поверхности	12
Рис. 1.11. Формирование ДНА с помощью двух разнесенных по высоте антенн	12
Рис. 1.12. ДНА этажей антенны в вертикальной плоскости при $h_H=3,9$ м; $h_B=6,35$ м	13
Рис. 1.13. ДНА этажей антенны в вертикальной плоскости при $h_H=7,9$ м; $h_B=10,35$ м	13
Рис. 1.14. ДНА при $h_H=3,9$ м; $h_B=6,35$ м	14
Рис. 1.15. ДНА при $h_H=7,9$ м; $h_B=10,35$ м	15

2. ТРАКТ ГЕНЕРИРОВАНИЯ И ИЗЛУЧЕНИЯ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р	16
Рис. 2.1. Упрощенная структурная схема РПУ с автогенератором СВЧ	16
Рис. 2.2. Структура сигналов на входе элементов РПУ с мощным автогенератором	16
Рис. 2.3. Структурная схема РПУ	17
Рис. 2.4. Эпюры формирования импульсов РПУ	17
Рис. 2.5. Колебательная система генератора СВЧ (блок 50)	18
Рис. 2.6. Эквивалентная схема генератора СВЧ	19
Рис. 2.7. Графическое пояснение процесса установления колебаний в генераторе СВЧ	19
Рис. 2.8. Структурная схема модулятора	20
Рис. 2.9. Эпюры напряжений и токов в цепях модулятора	21
Рис. 2.10. Функциональная схема радиопередающего устройства	22
Рис. 2.11. Структурная схема антенно-фидерной системы	23
Рис. 2.12. Антенно-мачтовое устройство РЛС	24
Рис. 2.13. Волновой канал антенны (стрела)	25
Рис. 2.14. Схема питания активного излучателя с рефлектором	25
Рис. 2.15. Схема делителя мощности (блок 4)	26
Рис. 2.16. Схема антенного коммутатора (блок 3)	27
Рис. 2.17. Схема индикатора мощности (блок 42)	28
Рис. 2.18. Структурная схема СНСЭ	29

3. ПРИЕМНОЕ УСТРОЙСТВО РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р, АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ОТ ПОМЕХ	30
Рис. 3.1. Обобщенная структурная схема супергетеродинного радиолокационного приемника	30
Рис. 3.2. Нормированная АЧХ приемника и избирательность	31
Рис. 3.3. Характеристики приемного устройства	31
Рис. 3.4. Функциональная схема блока ШУВЧ	32
Рис. 3.5. Функциональная схема блока приемника (блок 5)	33
Рис. 3.6. Спектры сигналов	34
Рис. 3.7. Спектр пачки отражённых когерентных сигналов от источника пассивных помех $ g_n(f) $, движущейся цели $ g_c(f) $ и собственных шумов приёмного устройства N_0	35
Рис. 3.8. Структурная схема системы оптимальной фильтрации сигналов на фоне отражений от пассивных помех	36
Рис. 3.9. Структурная схема системы квазиоптимальной фильтрации сигналов на фоне отражений от пассивных помех	36
Рис. 3.10. Структурная схема квазиоптимального ГФП	36
Рис. 3.11. Видеоимпульсы на выходе ФД в зависимости от F_d	37
Рис. 3.12. Зависимость выделяемой частоты Доплера от радиальной скорости	38
Рис. 3.13. Видеоимпульсы на выходе ФД в зависимости от F_d	38
Рис. 3.14. Структурная схема системы ЧПК однократной и двукратной на видеочастоте	39
Рис. 3.15. Амплитудно-частотные характеристики системы СДЦ с однократным и двукратным ЧПК	39
Рис. 3.16. Упрощенная схема вычитающей потенциалоскопической трубки	40
Рис. 3.17. Структурная схема устройства подавления НИП	41

Рис. 3.18. Функциональная схема когерентно-импульсной аппаратуры	42
Рис. 3.19. Эквивалентная схема и векторная диаграмма реактивной лампы	43
Рис. 3.20. Формирование модуляционной характеристики кварцевых гетеродинов	43
Рис. 3.21. Балансный фазовый детектор	44
Рис. 3.22. Функциональная схема синусно-косинусного устройства	45
Рис. 3.23. Эпюры формирования управляющего напряжения СКДВ	46
Рис. 3.24. Функциональная схема компенсационной аппаратуры	47
Рис. 3.25. Эпюры напряжений при формировании спиральной развертки	48
Рис. 3.26. Эпюры напряжений синхронного детектора	49
Рис. 3.27. Упрощенная функциональная схема перестройки частоты	50
4. СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р	51
Рис. 4.1. Эквивалентная схема отклоняющей катушки и эпюры, поясняющие ее работу	51
Рис. 4.2. Упрощенная схема формирования отклоняющих токов в системе с неподвижными отклоняющими катушками	52
Рис. 4.3. Принципиальная схема синусно-косинусного ВТ	52
Рис. 4.4. Структурная схема индикаторной системы (без ВИКО)	53
Рис. 4.5. Функциональная схема ИКО	54
Рис. 4.6. Эпюры напряжений при формировании РКР	55
Рис. 4.7. Функциональная схема ВИКО	56
Рис. 4.8. Эпюры напряжений, поясняющие принцип формирования развертки ВИКО	57

Рис. 4.9. Структурная схема шифратора кодов сигналов ОА, КД2 и СТРОБ ВИЗИРА	58
Рис. 4.10. Принцип дешифрации кодов сигналов ОА, КД2 и СТРОБ ВИЗИРА	58
Рис. 4.11. Функциональная схема индикатора контроля (блок 56)	59
Рис. 4.12. Функциональная схема калибратора (блок 18)	60
Рис. 4.13. Эпюры напряжений калибратора при формировании ОД10	61
Рис. 4.14. Эпюры напряжений калибратора при формировании импульса СТРОБ ВИЗИРА	62
Рис. 4.15. Функциональная схема формирователя азимутальных отметок (блок 17)	63
Рис. 4.16. Эпюры формирования ОА5	64
Рис. 4.17. Эпюры формирования ОА10 и ОА30	65

5. СИСТЕМА ВРАЩЕНИЯ, КАЧЕНИЯ АНТЕННЫ И СИНХРОННО-СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р	66
Рис. 5.1. Следящая система разомкнутого типа с потенциометрическим задающим устройством	66
Рис. 5.2. Следящая система замкнутого типа	66
Рис. 5.3. Следящая система с замкнутым циклом управления, усилителем мощности и обратными связями	67
Рис. 5.4. Схема включения сельсинов в индикаторном режиме	68
Рис. 5.5. Схема включения сельсинов в трансформаторном режиме	69
Рис. 5.6. Схема включения дифференциального сельсина	70
Рис. 5.7. Принцип работы электромашинного усилителя	71
Рис. 5.8. Структурная схема системы вращения и наклона антенны	72

Рис. 5.9. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны (в режимах фиксированных скоростей и плавного изменения скорости)	73
Рис. 5.10. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны в режиме слежения	74
Рис. 5.11. Функциональная схема системы вращения и наклона антенны в режиме наклона	75
Рис. 5.12. Функциональная схема системы передачи азимута	76
Рис. 5.13. Функциональная схема блоков 24 и 26	77
6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И КОНТРОЛЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р	78
Рис. 6.1. Структурная схема системы управления, защиты и контроля	78
Рис. 6.2. Функциональная схема канала управления (сигнализации)	79
Рис. 6.3. Временная диаграмма формирования опорных импульсов	80
Рис. 6.4. Внешний вид блока 11М	81
Рис. 6.5. Внешний вид блока 12М	81
Рис. 6.6. Структурная схема системы хронизации	82
Рис. 6.7. Временная расстановка импульсов запуска в режиме внутренней синхронизации	83
Рис. 6.8. Временная расстановка импульсов запуска в режиме внешней синхронизации (режим «2»)	83
Рис. 6.9. Упрощенная функциональная схема хронизатора (блока 16М)	84
Рис. 6.10. Эпюры напряжений блока 16М	85
Рис. 6.11. Эпюры напряжений блока 16М	86
Рис. 6.12. Эпюры напряжений блока 16М	87

Рис. 6.13. Функциональная схема устройства автоматического управления излучением	88
Рис. 6.14. Эпюры напряжений на выходах элементов устройства автоматического управления излучением	89
Рис. 6.15. Эпюры напряжений на выходах элементов устройства автоматического управления излучением	90
7. СИСТЕМА СОПРЯЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р С КСА, ПРВ	91
Рис. 7.1. Структурная схема системы сопряжения с РЛУ	91
Рис. 7.2. Функциональная схема блока сопряжения с РЛУ (блок 20)	92
Рис. 7.3. Элементы управления и сигнализации системы сопряжения	93
Рис. 7.4. Зоны обнаружения П-18Р и ПРВ-13	94
Рис. 7.5. Структурная схема сопряжения П-18Р и ПРВ-13	95
Рис. 7.6. Структурная схема сопряжения П-18Р с изделием 1Л22, РЛУ и аппаратурой ИО-4	96
Рис. 7.7. Функциональная схема блока 30М1	97
8. СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ П-18Р И ВТОРИЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ	98
Рис. 8.1. Структурная схема распределения электропитания 220 В, 50 Гц	98
Рис. 8.2. Функциональная схема стабилизатора напряжения –150, +300 В (блок 64)	99
Рис. 8.3. Функциональная схема блока выпрямителей (блок 86)	100

Рис. 8.4. Функциональная схема стабилизатора $-2\ 000, -150, +200$ В (блок 87)	101
Рис. 8.5. Функциональная схема стабилизатора $\sim 6,3, \sim 110, +200$ В (блок 33)	102
Рис. 8.6. Функциональная схема блока выпрямителей (блок 15)	103
Рис. 8.7. Функциональная схема стабилизатора $+6,3$ В (блок 21)	104
Рис. 8.8. Функциональная схема стабилизатора $\pm 12,6, -20, -150$ В (блок 13)	105
Рис. 8.9. Функциональная схема выпрямителя $+7,5$ кВ (субблок $+7,5$ кВ)	106
Рис. 8.10. Упрощенная схема задающего генератора	106
Рис. 8.11. Функциональная схема блока питания $-24, \sim 80, \pm 110$ В (блок 36)	107
Рис. 8.12. Функциональная схема блока питания накала (блок 45)	108
Рис. 8.13. Принципиальная схема генератора ДГС-81-4ЩФ2	109
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	110
ОГЛАВЛЕНИЕ	112

Учебное издание

**Гарин Евгений Николаевич,
Тяпкин Валерий Николаевич,
Владимиров Валерий Михайлович,
Градусов Владимир Юрьевич,
Анпилогов Николай Егорович,
Абалмасов Виктор Александрович,**

**Дмитриев Дмитрий Дмитриевич
Фатеев Юрий Леонидович
Фомин Алексей Николаевич
Саргин Борис Константинович
Сосновский Александр Дмитриевич
Леусенко Валерий Александрович**

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

УСТРОЙСТВО РЛС РТВ ВВС. РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-18Р

Учебник
В двух частях
Часть 2. Альбом схем и рисунков

Редактор *Л.И. Вейсова*
Компьютерная верстка *О.А. Кравченко*

Подписано в печать 29.12.2012. Печать плоская. Формат 60×84/8.
Бумага офсетная. Усл. печ. л. 14,0. Тираж 500 экз. Заказ № 10895

Издательский центр Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79
Тел./факс (391) 206-21-49, e-mail: rio@lan.krasu.ru

Отпечатано Полиграфическим центром Библиотечно-издательского комплекса
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел./факс (391) 206-26-67, 206-26-49
E-mail: print_sfu@mail.ru; <http://lib.sfu-kras.ru>