

ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ім. О.С. ПОПОВА

КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІНІЙНОГО
РЕГЕНЕРАТОРА ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ
ІКМ- 30**

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 116-М
з дисципліни

“Системи передачі електрозв’язку “
Модуль 3. БСП ЧРК-ІКМ

(спеціальність 7.092.402)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Радою факультету ТКС

Протокол № 9
від 27.06.07 р.

Одеса 2007

УДК 621.39.(075)

План НМВ 2006/2007 навч. року

Упорядники: П.О. Пашолок, Н.В. Незгазинська

Рецензент: І.О. Байдан

Комп'ютерна верстка

та макетування:

Є.С. Корнійчук, Ж.А. Гардиман

Методичний посібник містить вказівки щодо дослідження лінійного регенератора ЦСП ІКМ-30. Методичний посібник видано українською (стор. 1...11 та російською (стор. 13...23) мовами.

СХВАЛЕНО

На засіданні кафедри
телекомунікаційних
систем і рекомендовано
до друку
Протокол № 21
від 21.05.2007 р.

1. МЕТА РОБОТИ

Вивчення принципів побудови та роботи схем лінійного регенератора ЦСП ІКМ-30

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

Для передачі сигналів у цифрових системах передачі (ЦСП) з імпульсно-ковою модуляцією (ІКМ) в цифровому лінійному сигналі (ЦЛС) в основному, в якості одиничних символів, використовуються прямокутні імпульси постійного струму (відео імпульси), які при проходженні по напрямлючій системі перетерплюють лінійні зпотворення. З метою усунення впливу цих зпотворень на ЦЛС уздовж напрямної системи встановлюються регенератори, які дозволяють практично виключити нагромадження перешкод уздовж лінії передачі.

На рис. 2.1. наведена структурна схема регенератора, а на рис. 2.2 – тимчасові діаграми (епюри спостережувані осцилографом) у різних точках цієї схеми.

Так, на рис. 2.2(Пер), зображена епюра, відповідна до сигналу на виході одного з регенераторів (рис. 2.1), а на рис. 2.2(1) – на вході наступного регенератора (точка 1 рис. 2.1), тобто сигналу з лійними зпотворення, які з'явилися, при проходженні по напрямлючій системі між двома сусідніми регенераторами.

У регенераторі сигнал попередньо підсилюється й коректується регулюємою штучною лінією (РШЛ), тому епюра в точці 2 рис. 2.1 буде відповідати наведеній на рис. 2.2(2).

Схема виділення тактової частоти (ВТЧ) формує імпульси тактової частоти рис. 2.2(3). Ці імпульси й сигнал з виходу РШЛ подаються на граничну схему збігу (ГСЗ) вирішального пристрою (ВП).

ГСЗ із тактовою частотою методом однократного відліку приймає рішення щодо наявності або відсутності одиничного символу в сигналі, що надходить із виходу РШЛ, а формувач вихідного сигналу (ФВС), за результатами цього рішення формує імпульси відповідної амплітуди, тривалості й полярності рис. 2.2.(4), (точка 5 рис. 2.1).

3. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

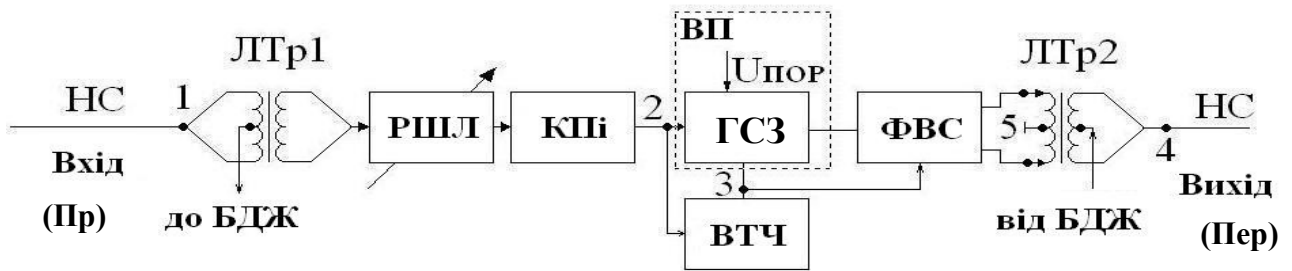
3.1. Які особливості, достоїнства й недоліки лінійного сигналу ЦСП ІКМ-30?

3.2. Поясніть призначення регенераторів, використовуваних у ЦСП із імпульсно-ковою модуляцією.

3.3. Поясніть призначення, принцип побудови та дії РШЛ.

3.4. Яке призначення схеми ВТЧ?

3.5. Поясніть принцип побудови ВТЧ і призначення окремих її вузлів.



БДЖ – блок дистанційного живлення
 НС – направляюча система
 ЛТр – лінійний трансформатор
 РШЛ – регульована штучна лінія
 Упор – порогова напруга

ВП – вирішальний пристрій
 КПі – коректуючий підсилювач
 ГСЗ – гранична схема збігу
 ВТЧ – видільник тактової частоти
 ФВС – формувач вихідного сигналу

Рис. 2.1 Структурна схема регенератора ЦСП ІКМ-30

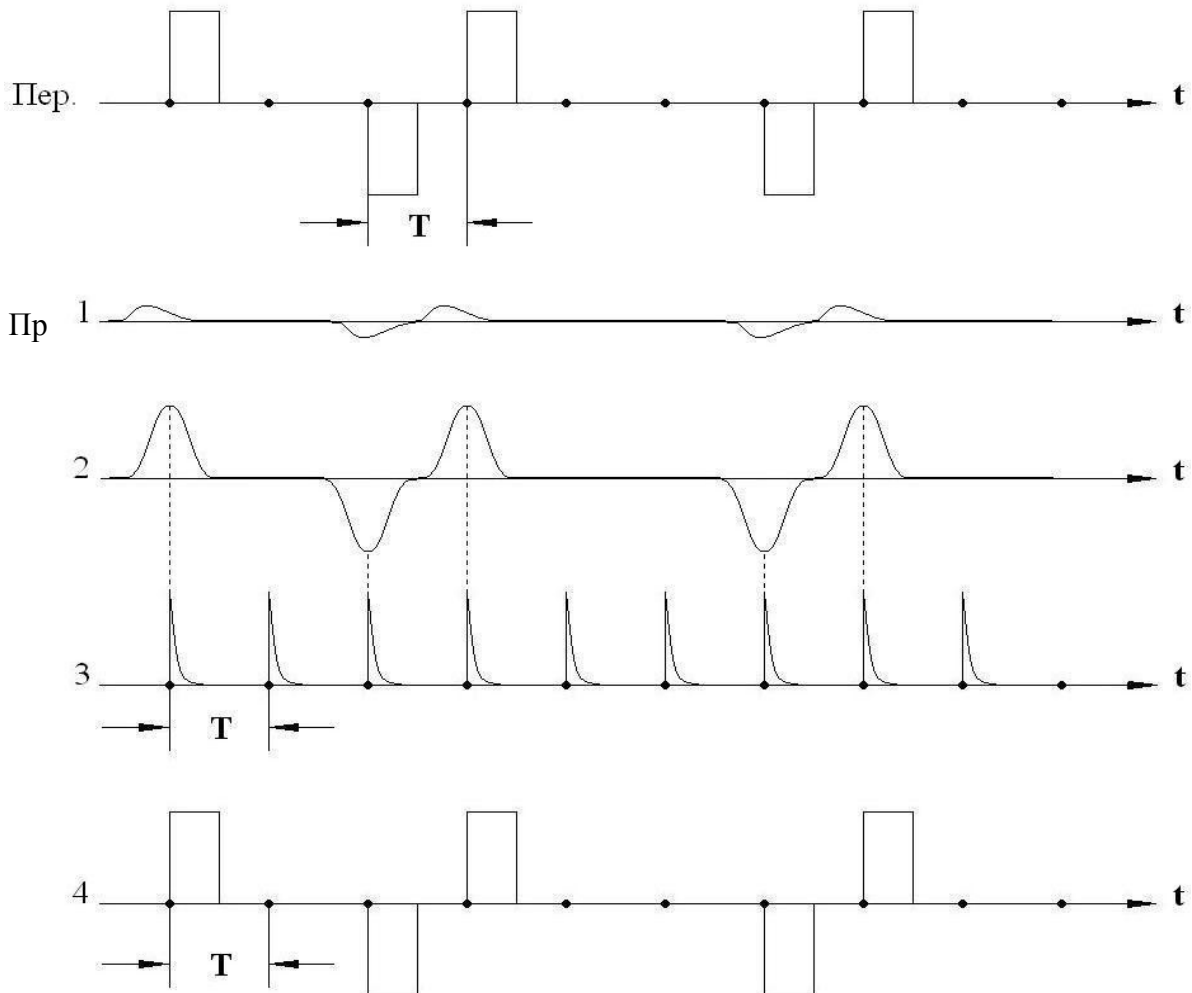


Рис. 2.2 Епюри напруги сигналу в характерних точках регенератора ЦСП ІКМ-30

3.6. Поясніть призначення, принцип побудови ВП та призначення окремих вузлів його схеми.

3.7. Чому ВП регенератора ЦСП ІКМ-30 реалізується за двоканальною схемою?

3.8. Яке призначення вхідного й вихідного лінійних трансформаторів регенератора?

3.9. Які елементи принципової схеми ГСЗ беруть участь у формуванні величини порога порівняння? Навіщо необхідно регулювати поріг порівняння?

3.10. Яким параметром оцінюється якість роботи лінійного регенератора?

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

4.1. Вивчіть по літературі, що рекомендується, особливості побудови лінійного тракту ЦСП ІКМ-30, а також, користуючись додатком, функціональну й принципову схеми регенератора ЦСП ІКМ-30.

4.2. Virішіть завдання:

Намалювати тимчасову діаграму сигналу на вході регенератора ЦСП ІКМ-30, виході РШЛ, випрямляча в тракті ВТЧ і ФВС, якщо передавалася кодова комбінація, відповідна до амплітуди АІМ сигналу U (В), при кроці квантування, що становить Δ -дельта мілівольт, і лінійному восьмирозрядному коді.

Вказівки до рішення завдання:

- квантування АІМ сигналу рівномірне;
- рішення завдання слід починати з визначення числа рівнів квантування й кодової комбінації, необхідних для передачі АІМ сигналу з напругою U ;
- значення U і Δ -дельта для відповідних варіантів наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Δ Дельта, мВ	10	20	25	10	8	15	7,5	10	10	15	20	22	25	10	10
U , В	0,9	1,2	0,9	1,2	0,88	0,6	0,75	1,22	1,01	1,8	2,22	1,5	1,6	1,12	1,26

4.3. Підготуйтеся до обговорення ключових питань розд. 3.

4.4. Складіть план виконання лабораторного завдання, керуючись розд. 5.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

5.1. Ознайомтеся з устаткуванням на робочому місці й уточніть з викладачем розроблений Вами план виконання лабораторної роботи. Найменування й розташування елементів регенератора на макеті наведено на рис. 5.1.

5.2. Виконайте спостереження епюр осцилографом і поясніть форму сигналу в характерних точках функціональної схеми лінійного регенератора

ЦСП ІКМ-30 при надходженні на його вхід сигналу, що містить різні кодові комбінації.

5.2.1. Виконайте спостереження й зарисуйте епюри на виході датчика лінійного цифрового сигналу (квазитроїчного).

5.2.2. Виконайте спостереження, проаналізуйте й зарисуйте епюри сигналів на:

- вхіді генератора;
- входах граничної схеми збігу, на один із яких надходить імпульсна послідовність, сформована з додатних імпульсів, що надходять із виходу РШЛ, а на другий – з від'ємних; (на виході каскадів в одній полярності);
- виході випрямляча схеми виділення тактової частоти;
- на виході фільтра виділення тактової частоти.
- виході підсилювача - обмежувача схеми виділення тактової частоти;
- виході лінії затримки, яка, як і вихід підсилювача - обмежувача, підключена до відповідних входів граничної схеми збігу;
- виході обох каналів граничної схеми збігу, підключених на виходах тригерів формувача вихідного сигналу, один із яких формує одиничні символи, відповідні до додатних імпульсів у цифровому лінійному сигналі, а другий – від'ємним;
- виході регенератора.

5.2.3. Використовуючи отримані епюри сигналів і принципову схему, зробіть загальний аналіз роботи регенератора.

6. ЗМІСТ ПРОТОКОЛУ

У протоколі лабораторної роботи повинні бути наведені: назва роботи; її мета; результати виконання домашнього завдання; епюри сигналів отримані при виконанні п.5.2, а також висновки за результатами проведених досліджень.

Рисунки та епюри сигналів повинні бути виконані в одному часовому масштабі.

ДОДАТОК

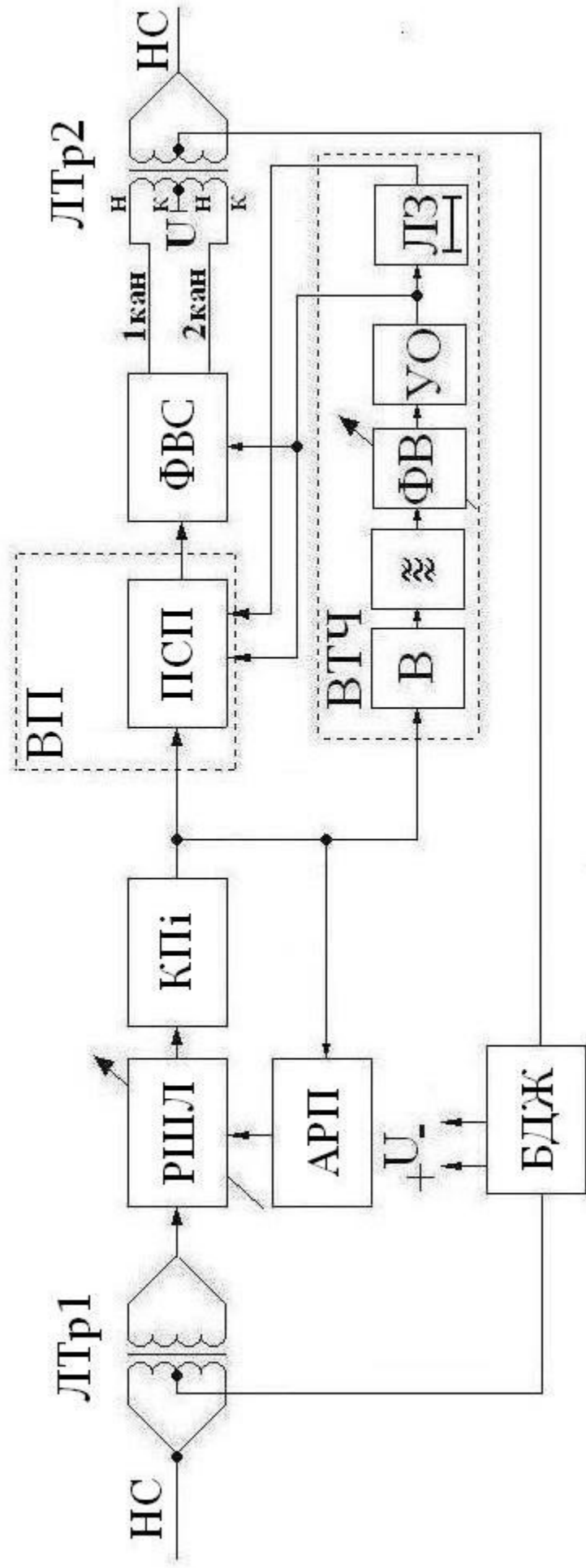
Д.1. Лінійний регенератор ЦСП ІКМ-30

Д.1.1. Призначення й технічні дані.

Регенератор апаратури ІКМ-30 призначений для відновлення амплітуди, форми й часових положень одиничних символів квазитроїчного ізохронного цифрового лінійного сигналу з тактовою частотою 2048 кГц, а також для утворення фантомного ланцюга дистанційного живлення необслуговуваних лінійних регенераторів. Живлення регенератора здійснюється від станційної батареї.

Параметри одиничних символів на виході регенератора такі:

- амплітуда на навантаженні $121 \pm 2,4$ Ом становить $3 \pm 0,3$ В в обох полярностях.



Мал. 5.1

Рис. 5.1

- В – випрямляч
- ПФ – смуговий фільтр
- ФО – фазовий обертач
- ПО – підсилювач-обмежувач
- ЛЗ – лінія затримки

При зміні опору навантаження на $\pm 20\%$ вихідна напруга змінюється не більше ніж на 10% від номінальної;

- тривалість одиничного символу на рівні 0.5 становить 0.24 ± 0.3 мкс;
- тривалість наростання й спаду імпульсів від 10 до 90% становить менш $0,08$ мкс;
- різниця амплітуд і тривалості додатних і від'ємних одиничних символів не більше 10% ;
- нерівномірність вершини одиничного символу не більше 10% .

Стійке відновлення параметрів одиничних символів відбувається при згасанні ділянки регенерації від 8 до 36 дБ на розрахунковій частоті 1024 кГц.

Згасання асиметрії входу й виходу регенератора в смузі частот від 50 до 1000 кГц не менш 40 дБ.

Вхідний опір на частоті розрахунковій 1024 кГц становить 120 ± 24 Ом.

Д.1.2. Принципова схема лінійного регенератора ЦСП ІКМ-30.

Із НС цифровий лінійний сигнал надходить на трансформатор ЛТр1 (рис. 8.1). Коефіцієнт передачі по напрузі трансформатора ЛТр1 рівний двом. По середній точці первинної обмотки ЛТр1 здійснюється дистанційне живлення регенераторів по фантомному ланцюгу: одночасно високовольтний конденсатор С1 згладжує пульсації завад, які наводяться на фантомний ланцюг стосовно землі.

Підсилений в два рази сигнал надходить на регульовану штучну лінію, що складається з елементів R3, L1, R4, R7, C7, Д1, Д2, Д3, Д4. Призначення РШЛ полягає в тому, щоб на вхід коригувального підсилювача надходив сигнал за формою й амплітудою, такий, яким би він приходив з лінії із згасанням в 36 дБ на частоті 1024 кГц. Імітація різних довжин кабелю досягається зміною диференціального опору включених послідовно діодів Д1, Д2, Д3, Д4. РШЛ повинна компенсувати зміну згасання кабелю в межах від 8 до 36 дБ.

Коригувальний підсилювач, зібраний на двох транзисторах Т3, Т4 (різних провідностей) має глибокий частотно-залежний негативний зворотний зв'язок через елементи R13, C11, Др1, Др2, R10, C12, R8*. Включення в схему R13 і R11, дозволяє реалізувати характеристику підсилення, що зростає зі швидкістю 6 дБ, при зміні частоти в 2 рази, починаючи з 80 кГц, що відповідає характеристиці кабелю.

На високих частотах зростання підсилення припиняється, а, починаючи з 2000 кГц і далі за рахунок використання елементів Др1, Др2, R10, C12, R8*, здійснюється крутий спад підсилення. Для цього випадку контур R11, Др1, Др2, R10, C12, R8* стає паралельним коливальним контуром з еквівалентним опором, який по величині може бути змінений регулятором R8*. Тим самим здійснюється корекція спаду (заднього фронту) символів на виході КПі.

Керування РШЛ здійснюється схемою автоматичного регулювання підсилення (АРП), зібраної на елементах Д3, Д4, Т1.

З однієї обмотки трансформатора Тр2 підсилений сигнал надходить на вхід мікросхеми У1. Мікросхема У1 виконує роль імпульсного підсилювача тих незначних перевищень амплітуди сигналу із трансформатора Тр2, які більше деякого порогового значення напруги, установлюваного дільником R11, R12. Зміна величини R11 досягається регулюванням амплітуди сигналу на виході Тр2. Піковий детектор, зібраний на транзисторі Т2, і підсилювач струму - транзистор Т1 – через опір R1 забезпечує регулювання величини струму діодів Д1, Д2, Д3, Д4. Струм цих діодів визначає величину їхніх диференціальних опорів, що входять до складу РШЛ, а, отже, і згасання самої РШЛ.

Видільник тактової частоти (ВТЧ) зібраний на транзисторі Т7 і призначений для виділення із ізохронного випадкового цифрового сигналу тактової частоти 2048 кГц, а також зменшення виникаючих у лінійному сигналі тремтінь імпульсів щодо тактових точок, з цією метою використовується високодобротний коливальний контур L2, С16, С15, С14 ударного порушення.

Імпульси, що запускають, формуються двонапівперіодною схемою випрямлення Д10, Д11 так, що на базу Т7 надходить однополярний цифровий сигнал з тактовою частотою 2048 кГц. Точна установка власної частоти контуру здійснюється конденсатором С16.

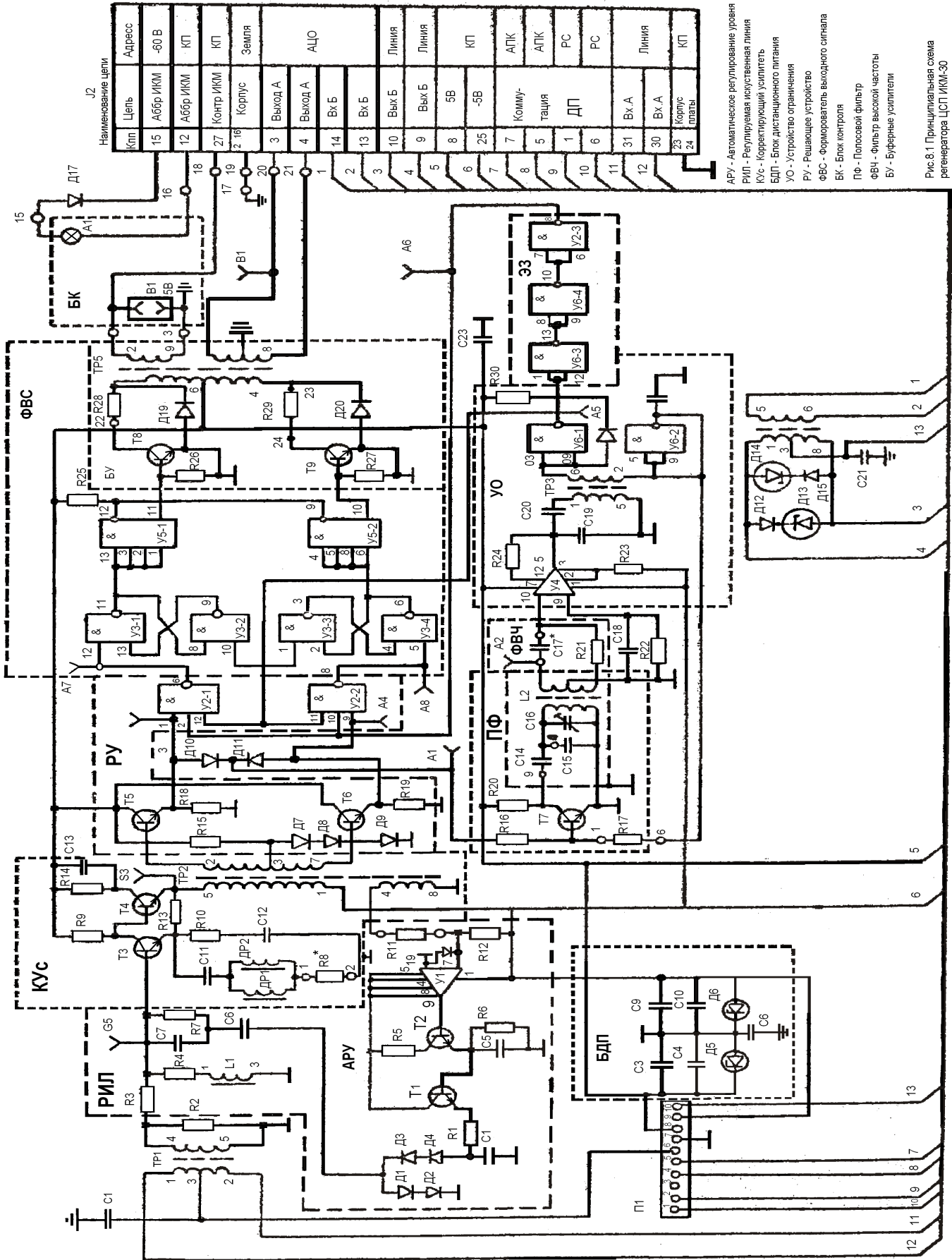
Із вторинної обмотки котушки індуктивності L2 через фазообертач С17*, R21 синусоїдальний сигнал надходить на підсилювач, реалізований на мікросхемі У4 (операційний підсилювач ІУТ40ІА). Установка фази здійснюється добором конденсатора С17*.

З виходу мікросхеми У4 сигнал прямокутної форми надходить на каскад, що узгоджує, виконаний на основі трансформатора Тр3 і елемента У6-2. Призначення каскаду, що узгоджує, – забезпечення стабільного в діапазоні робочих температур порога спрацьовування елемента У6-1 від імпульсу послідовності, що йде з мікросхеми У4. Використання елемента У4, Тр3, У6 дозволяє на виході елемента У6-1 (контрольна точка 11) отримати імпульсну послідовність, фазове зрушення якої не залежить не від амплітуди сигналу на контурі ударного збудження, не від температури навколишнього середовища.

Для підвищення перешкодозахисності регенератора використано спосіб одноразового відліку (апробації) при тривалості імпульсу 75 нс. Формування вузького імпульсу здійснюється на вирішальному пристрої У2, куди на два з трьох входів «И» подаються протифазові сигнали. При цьому один з сигналів затриманий на елементах У6-3, У6-4, У2-3, що дозволяє тримати вирішальний пристрій в режимі апробації лише на час затримки 75 нс. (рис. 8.2).

Пороговий пристрій реалізовано на елементах Д7, Д8, Д9, Т5, Т6, У2-1, У2-2. При перевищенні сигналом порогового значення на час апробації виноситься ухвала про наявність одиничного символу (рис. 8.2). Як формувач вихідних імпульсів використовується RS- тригери, зібрані на мікросхемі У3. Робота формувача пояснюється діаграмою (рис. 8.2). Ідентичність форми одиничних символів з двох каналів формувача досягається розміщенням його елементів в одному корпусі У3.

З виходів каналів формувача, сигнал поступає на буферні підсилювачі (БУ) У5, Т8, Т9. Призначення БУ полягає в усуненні впливу на роботу тригерів



Наименование Цели		Адресс
Кмп	Цель	Адресс
15	Аббр ИКМ	-60 В
12	Аббр ИКМ	КП
27	Контр ИКМ	КП
2 16	Корпус	Земля
3	Выход А	АЦО
4	Выход А	
14	Вх Б	Линия
13	Вх Б	
10	Вых Б	Линия
9	Вых Б	
8	5В	КП
25	-5В	
7	Комму-	АПК
5	тация	АПК
1	ДП	РС
6		РС
31	Вх А	Линия
30	Вх А	
33	Корпус	КП
24	плата	

АРУ - Автоматическое регулирование уровня
 РИЛ - Регулируемая искусственная линия
 КУС - Корректирующий усилитель
 БДП - Блок дистанционного питания
 РУ - Устройство ограничения
 ФВС - Формирователь выходного сигнала
 БК - Блок контроля
 ПФ - Полосовой фильтр
 ФВЧ - Фильтр высокой частоты
 БУ - Буферные усилители

Рис.8.1 Принципиальная схема генератора ЦСП ИКМ-30

Рис. 8.2 Епюри напруги сигналу в характерних точках блоку ВТЧ

і їх захисті від короткого замикання в лінії. Станційний регенератор шляхом комутації перемичок на планці Ш забезпечує організацію різних варіантів дистанційного живлення лінійного тракту:

- однокабельне живлення;
- двохкабельне живлення;
- зміну полярності живлення.

Для цього ланцюги зовнішньої обмотки трансформаторів Тр1, Тр4, мають середню точку (фантомний ланцюг).

Оскільки станційний регенератор розміщений в безпосередній близькості від стійки аналого-цифрового устаткування (САЦУ), то організації напряду передачі здійснюється безпосередньо через трансформатор Тр4 без додаткового підсилення. Стабілізація напруги блоку живлення регенератора здійснюється діодами Д5, Д6 типу 2С447А. Величина стабілізованої напруги 4,7 В.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО
РЕГЕНЕРАТОРА ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ
ИКМ-30**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 116-М
по дисциплине
“системы передачи электросвязи “
Модуль 3. МСП ЧРК-ИКМ**

(специальность 7.092.402)

**УТВЕРЖДЕНО
Советом факультета ТКС
Протокол № 9
от 21.05.2007 г.**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучения принципов построения и работы схем линейного регенератора ЦСП ИКМ-30

2. КЛЮЧЕВЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для передачи сигналов в цифровых системах передачи (ЦСП) с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ) обычно используются прямоугольные импульсы постоянного тока (видео импульсы), которые при прохождении по направляющей системе претерпевают линейные искажения. С целью устранения влияния этих искажений на ЦЛС вдоль направляющей системы устанавливаются регенераторы, которые позволяют практически исключить накопление помех вдоль линии передачи.

На рис. 2.1 приведена структурная схема регенератора, а на рис 2.2 – временные диаграммы (эпюры наблюдаемые осциллографом) в различных точках этой схемы.

Так, на рис. 2.2(Пер), изображена эпюра, соответствующая сигналу на выходе одного из регенераторов (рис. 2.1), а на рис. 2.2(1) – на входе следующего регенератора (точка 1 рис. 2.1), т.е. сигнала, претерпевшего линейные искажения при прохождении по направляющей системе между двумя соседними регенераторами.

В регенераторе сигнал предварительно усиливается и корректируется регулируется искусственной линией (РИЛ), поэтому эпюра в точке 2 рис. 2.1 будет соответствовать приведенной на рис. 2.2(2).

Схема выделения тактовой частоты (ВТЧ) формирует импульсы, следующие с тактовой частотой рис. 2.2(3). Эти импульсы и сигнал с выхода РИЛ подаются на пороговую схему совпадения (ПСС) решающего устройства (РУ).

ПСС с тактовой частотой методом однократного отсчета принимает решение о наличии или отсутствии единичного символа в сигнале, поступающем с выхода РИЛ, а формирователь выходного сигнала (ФВС), по результатам этого решения формирует импульсы соответствующей амплитуды, длительности и полярности рис 2.2(4), (точка 5 рис. 2.1).

3. КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ

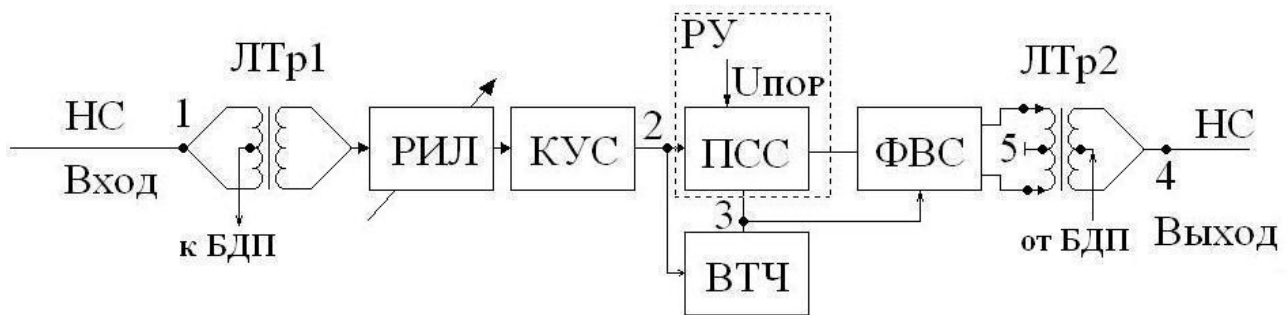
3.1. Каковы особенности, достоинства и недостатки линейного сигнала ЦСП ИКМ-30?

3.2. Объясните назначения регенераторов, используемых в ЦСП с импульсно-кодовой модуляцией.

3.3. Объясните назначение, принцип построения и действия РИЛ.

3.4. Каково назначение схемы ВТЧ?

3.5. Объясните принцип построения ВТЧ и назначение отдельных её узлов.



БДП – блок дистанционного питания $U_{пор}$ – пороговое напряжение
 ЛТр – линейный трансформатор ФВС – формирователь выходного сигнала
 НС – направляющая система РИЛ – регулируемая искусственная линия
 КУС – корректирующий усилитель РУ – решающее устройство
 ПСС – пороговая схема сравнения ВТЧ – выделитель тактовой частоты

Рис. 2.1 Структурная схема регенератора ЦСП ИКМ-30

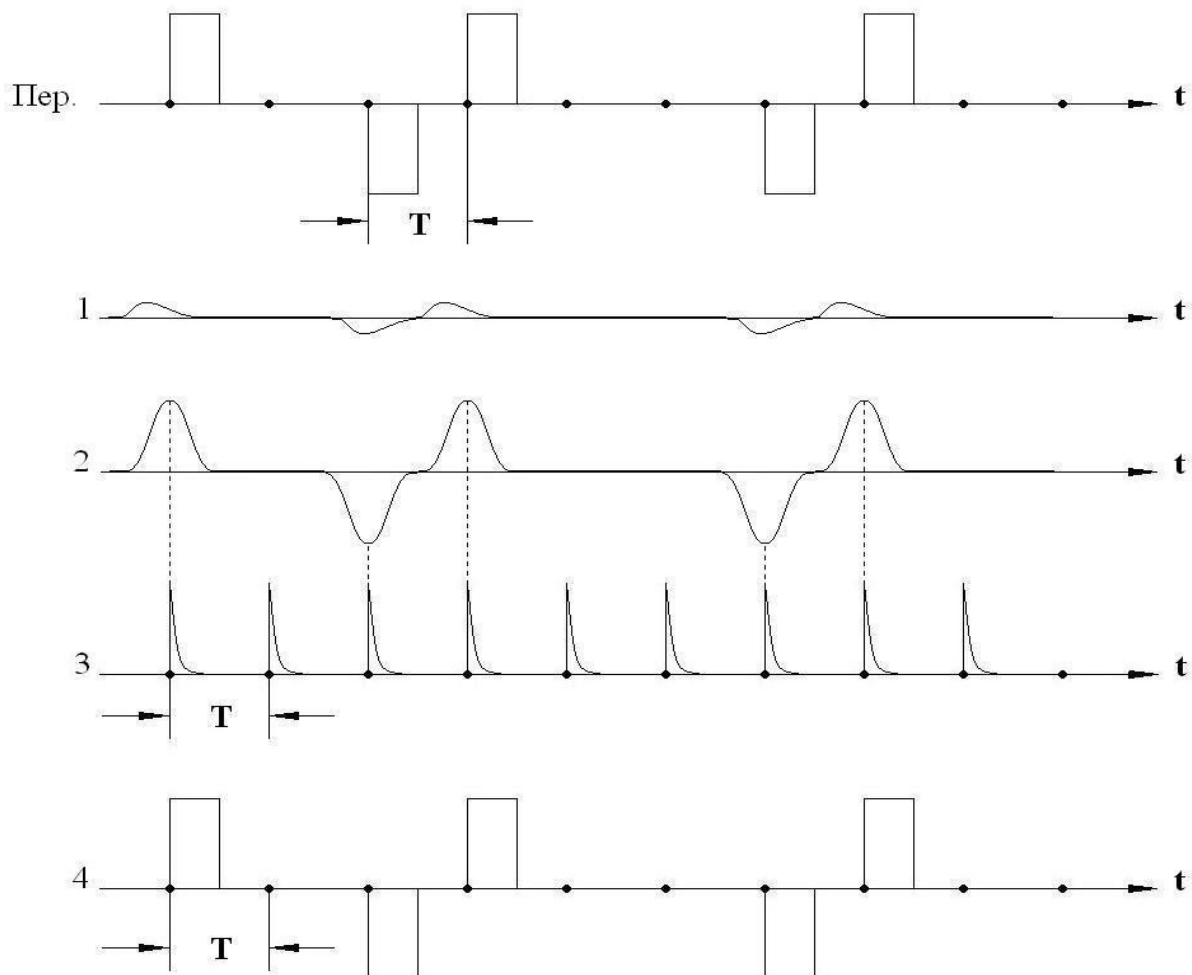


Рис. 2.2 Эпюры напряжений сигналов в характерных точках регенератора ЦСП ИКМ-30

3.6. Объясните назначение, принцип построения РУ и назначение отдельных узлов его схемы.

3.7. Почему РУ регенератора ЦСП ИКМ-30 реализуется по двухканальной схеме?

3.8. Каково назначение входного и выходного линейных трансформаторов регенератора?

3.9. Какие элементы принципиальной схемы ПСС участвуют в формировании величины порога сравнения? Зачем необходимо регулировать порог сравнения?

3.10. Каким параметром оценивается качество работы линейного регенератора?

4. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

4.1. Изучите по рекомендуемой литературе особенности построения линейного тракта ЦСП ИКМ-30, а также, пользуясь приложением, функциональную и принципиальную схемы регенератора ЦСП ИКМ-30.

4.2. Решите задачу:

Нарисовать временную диаграмму сигнала на входе регенератора ЦСП ИКМ-30, выхода РИЛ, выпрямителя в тракте ВТЧ и ФВС, если передавалась кодовая комбинация, соответствующая амплитуде АИМ сигнала U (В), при шаге квантования, составляющем Δ -дельта милливольт, и линейном восьмиразрядном коде.

Указания к решению задачи:

- квантование АИМ сигнала равномерное;
- решение задачи следует начинать с определения числа уровней квантования и кодовой комбинации, необходимых для передачи АИМ сигнала с напряжением U ;
- значения U и Δ -дельта для соответствующих вариантов приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Δ Дельта, мВ	10	20	25	10	8	15	7,5	10	10	15	20	22	25	10	10
U , В	0,9	1,2	0,9	1,2	0,88	0,6	0,75	1,22	1,01	1,8	2,22	1,5	1,6	1,12	1,26

4.3. Подготовьтесь к обсуждению ключевых вопросов разд. 3.

4.4. Составьте план выполнения лабораторного задания, руководствуясь разд. 5.

5. ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАДАНИЕ

5.1. Ознакомьтесь с оборудованием на рабочем месте и уточните с преподавателем разработанный Вами план выполнения лабораторной работы. Наименование и расположение элементов регенератора на макете приведено на рис. 5.1.

5.2. Произведите наблюдение эпюр осциллографом и объясните форму сигнала в характерных точках функциональной схемы линейного регенератора ЦСП ИКМ-30 при поступлении на его вход сигнала, содержащего различные кодовые комбинации.

5.2.1. Произведите наблюдения и зарисуйте эпюры на выходе датчика линейного цифрового сигнала (квазитроичного).

5.2.2. Произведите наблюдения, проанализируйте и зарисуйте эпюры сигналов на:

- входе генератора;
- входах пороговой схемы совпадения, на один из которых поступает импульсная последовательность, сформированная из положительных импульсов, поступающих с выхода РИЛ, а на второй – из отрицательных; (на выходе каскадов в одной полярности);
- выходе выпрямителя схемы выделения тактовой частоты;
- выходе фильтра выделения частоты.
- выходе усилителя-ограничителя схемы выделения тактовой частоты;
- выходе линии задержки, которая, как и выход усилителя-ограничителя, подключена к соответствующим входам пороговой схемы совпадения;
- выходе обоих каналов пороговой схемы совпадения, подключенных на выходах триггеров формирователя выходного сигнала, один из которых формирует единичные символы, соответствующие положительным импульсам в линейном цифровом сигнале, а второй – отрицательным;
- выходе регенератора.

5.2.3. Используя полученные эпюры сигналов и принципиальную схему, произведите общий анализ работы регенератора.

6. СОДЕРЖАНИЕ ПРОТОКОЛА

В протоколе лабораторной работы должны быть приведены: название работы; её цель; результаты выполнения домашнего задания; эпюры сигналов полученные при выполнении п. 5.2, а также выводы по результатам проведенных исследований.

Рисунки и эпюры сигналов должны быть выполнены в одном временном масштабе.

ЛИТЕРАТУРА

Л.1. Основная

1.1. Зингеренко А. М., Баева Н. Н., Тверецкий М. С. Системы многоканальной связи. – М.: Связь, 1980. – С. 344-345, 350-353.

1.2. Гуревич В. Э., Лопушнян Ю. Г., Рабинович Т. В. Принципы импульсно-кодовой модуляции в системах телефонной связи. – М.: Связь, 1968. – С. 34-44.

1.3. Исследование линейного регенератора цифровой системы передачи ИКМ-30. Методическое руководство к лабораторной работе № 116 ОЭИС им. А.С. Попова (кафедра МСП) – Одесса, 1991. – 12 с.

Л.2. Дополнительная

2.1. Баева Н. Н., Якуб Ю. А. Основы многоканальной связи. – М.: Связь, 1975. – С. 304-312.

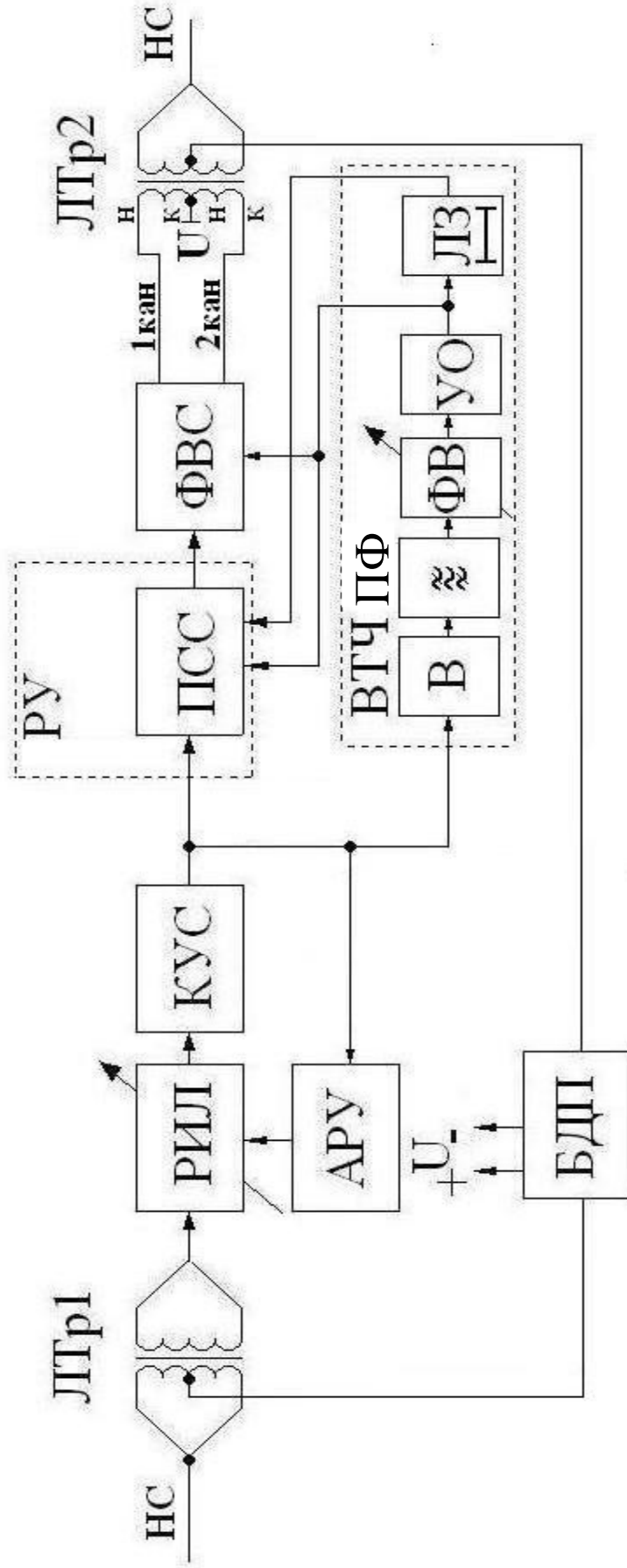


Рис. 5.1

- В – выпрямитель
- ПФ – полосовой фильтр
- ФО – фазовращатель тактовой частоты
- ПО – усилитель ограничитель
- ЛЗ – линия задержки

ПРИЛОЖЕНИЕ

П.1. Линейный регенератор ЦСП ИКМ-30

П.1.1. Назначение и технические данные.

Регенератор аппаратуры ИКМ-30 предназначен для восстановления амплитуды, формы и временных положений единичных символов квазитроичного линейного сигнала с тактовой частотой 2048 кГц, а также для образования фантомной цепи дистанционного питания линейных регенераторов.

Питание регенератора осуществляется от стационарной батареи. Параметры единичных символов на выходе регенератора:

- амплитуда на нагрузке $121 \pm 2,4$ Ом составляет $3 \pm 0,3$ в обоих полярностях.

При изменении сопротивления нагрузки на $\pm 20\%$ выходное напряжение меняется не более чем на 10% от номинального;

- длительность символа на уровне 0.5 составляет 0.24 ± 0.3 мкс;

- время нарастания и спада импульсов от 10 до 90% составляет менее 0,08 мкс;

- разность амплитуд и длительностей положительных и отрицательных единичных символов не более 10%;

- неравномерность вершины единичного символа не более 10%.

Устойчивое восстановление параметров единичных символов происходит при затухании участка регенерации от 8 до 36 дБ на расчетной частоте 1024 кГц.

Затухание асимметрии входа и выхода регенератора в полосе частот от 50 до 1000 кГц не менее 40 дБ.

Входное сопротивление на частоте расчетной 1024 кГц составляет 120 ± 24 Ом.

П.1.2. Принципиальная схема линейного регенератора ЦСП ИКМ-30.

Из НС линейный цифровой сигнал поступает на трансформатор ЛТр1 (рис. 8.1). Коэффициент передачи по напряжению трансформатора ЛТр1 равен двум. По средней точке первичной обмотки ЛТр1 осуществляется дистанционное питание регенераторов по фантомной цепи: одновременно высоковольтный конденсатор С1 сглаживает пульсации напряжений, наводимых на фантомную цепь по отношению к земле.

Усиленный в два раза сигнал поступает на регулируемую искусственную линию (РИЛ), состоящую из элементов R3, L1, R4, R7, C7, C8, D1, D2, D3, D4. Назначение РИЛ состоит в том, чтобы на вход корректирующего усилителя поступал сигнал по форме и амплитуде, такой, каким бы он приходил из линии с затуханием в 36 дБ на частоте 1024 кГц. Имитация различных длин кабеля достигается изменением дифференциального сопротивления включенных последовательно диодов D1, D2, D3, D4. РИЛ должна компенсировать изменение затухания кабеля в пределах от 8 до 36 дБ.

Корректирующий усилитель (ЛУС) собран на двух транзисторах Т3, Т4 (разных проводимостей) и имеет глубокую частотно-зависимую отрицательную обратную связь через элементы R13, C11, Др1, Др2, R10, C12, R8*. Включение в схему R13 и R11, позволяет реализовать характеристику усиления, возрастающую со скоростью 6 дБ, при изменении частоты в 2 раза, начиная с 80 кГц, что соответствует характеристике кабеля.

На высоких частотах возрастание усиления прекращается, а, начиная с 2000 кГц и далее за счет использования элементов Др1, Др2, R10, C12, R8*, осуществляется крутой спад усиления. Для этого случая контур C11, Др1, Др2, R10, C12, R8* становится параллельным колебательным контуром с эквивалентным сопротивлением, которое по величине может быть изменено регулятором R8*. Тем самым осуществляется коррекция спада (заднего фронта) импульсов на выходе КУС.

Управление регулируемой искусственной линией осуществляется схемой автоматической регулировки усиления (АРУ), собранной на элементах Д3, Д4, Т1.

С одной обмотки трансформатора Тр2 усиленный сигнал поступает на вход микросхемы У1. Микросхема У1 выполняет роль импульсного усилителя тех незначительных превышений амплитуды сигнала с трансформатора Тр2, которые больше некоторого порогового значения напряжения, устанавливаемого делителем R11, R12. Изменением величины R11 достигается регулировка амплитуды сигнала на выходе Тр2. Пиковый детектор, собранный на транзисторе Т2, и усилитель тока – транзистор Т1 – через сопротивление R1 обеспечивает регулировку величины тока диодов Д1, Д2, Д3, Д4. Ток этих диодов определяет величину их дифференциальных сопротивлений, входящих в состав РИЛ, а, следовательно, и затухание самой РИЛ.

Выделитель тактовой частоты (ВТЧ) собран на транзисторе Т7 и предназначен для выделения изохронного случайного цифрового сигнала тактовой частоты 2048 кГц, а также подавления возникающих в линейном сигнале дрожаний импульсов относительно тактовых точек. С этой целью используется высоко добротный колебательный контур L2, C16, C15, C14 ударного возбуждения.

Запускающие импульсы формируются двухполупериодной схемой выпрямления Д10, Д11 так, что на базу Т7 поступает однополярный цифровой сигнал с тактовой частотой 2048 кГц. Точная установка собственной частоты контура осуществляется конденсатором C16.

С вторичной обмоткой катушки индуктивности L2 через фазовращатель C17*, R21 синусоидальный сигнал поступает на усилитель, выполненный на микросхеме У4 (операционный усилитель IУТ40IA). Установка фазы осуществляется подбором конденсатора C17*.

С выхода микросхемы У4 сигнал прямоугольной формы поступает на согласующий каскад, выполненный на основе трансформатора Тр3 и элемента У6-2. Назначение согласующего каскада – обеспечение стабильного в диапазоне рабочих температур порога срабатывания элемента У6-1 от импульса

последовательности, идущей с микросхемы У4. Использование элемента У4, Тр3, У6 позволяет на выходе элемента У6-1 (контрольная точка 11) получить импульсную последовательность, фазовый сдвиг которой не зависит не от амплитуды сигнала на контуре ударного возбуждения, не от температуры окружающей среды.

Для повышения помехозащищенности регенератора использован способ однократного отсчёта (апробирования) при длительности импульса 75 нс. Формирование узкого импульса осуществляется на решающем устройстве У2, куда на два из трех входов «И» подаются противофазовые сигналы. При этом один из сигналов задержан на элементах У6-3, У6-4, У2-3, что позволяет держать решающее устройство в режиме апробирования лишь на время задержки 75 нс. (рис. 8.2).

Пороговое устройство выполнено на элементах Д7, Д8, Д9, Т5, Т6, У2-1, У2-2. При превышении сигналом порогового значения на время апробирования выносится решение о наличии импульса (рис. 8.2). В качестве формирователя выходных импульсов используется RS-триггеры, собранные на микросхеме У3. Работа формирователя поясняется диаграммой (рис. 8.2). Идентичность формы единичных символов с двух плеч формирователя достигается размещением его элементов в одном корпусе У3.

С выхода каналов формирователя, сигнал поступает на буферные усилители (БУ) У5, Т8, Т9. Назначение БУ состоит в устранении влияния на работу триггеров и их защите от короткого замыкания в линии. Стационарный регенератор путем коммутации перемычек на планке Ш обеспечивает организацию различных вариантов дистанционного питания линейного тракта:

- однокабельное питание;
- двухкабельное питание;
- смену полярности питания.

Для этой цепи внешние обмотки трансформаторов Тр1, Тр4, имеют среднюю точку (фантомная цепь).

Поскольку стационарный регенератор размещен в непосредственной близости от стойки аналого-цифрового оборудования (САЦО), то организация направления передачи осуществляется непосредственно через трансформатор Тр4 без дополнительного усиления.

Стабилизация питающего узла регенератора напряжения осуществляется диодами Д5, Д6 типа 2С447А. Величине стабилизированного напряжения 4,7 В.

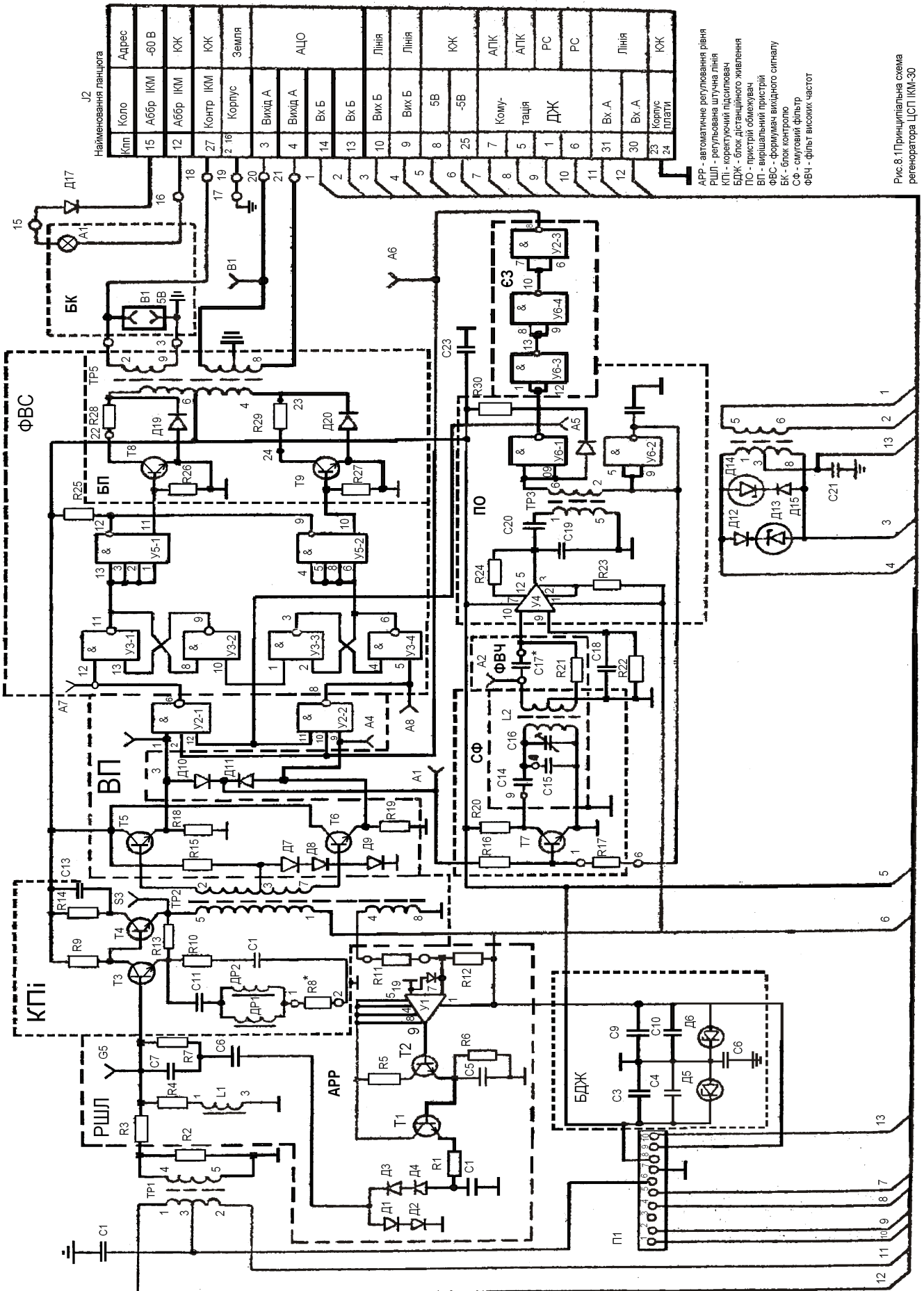


Рис. 8.1 Принципова схема регенератора ЦСТ КМ-30

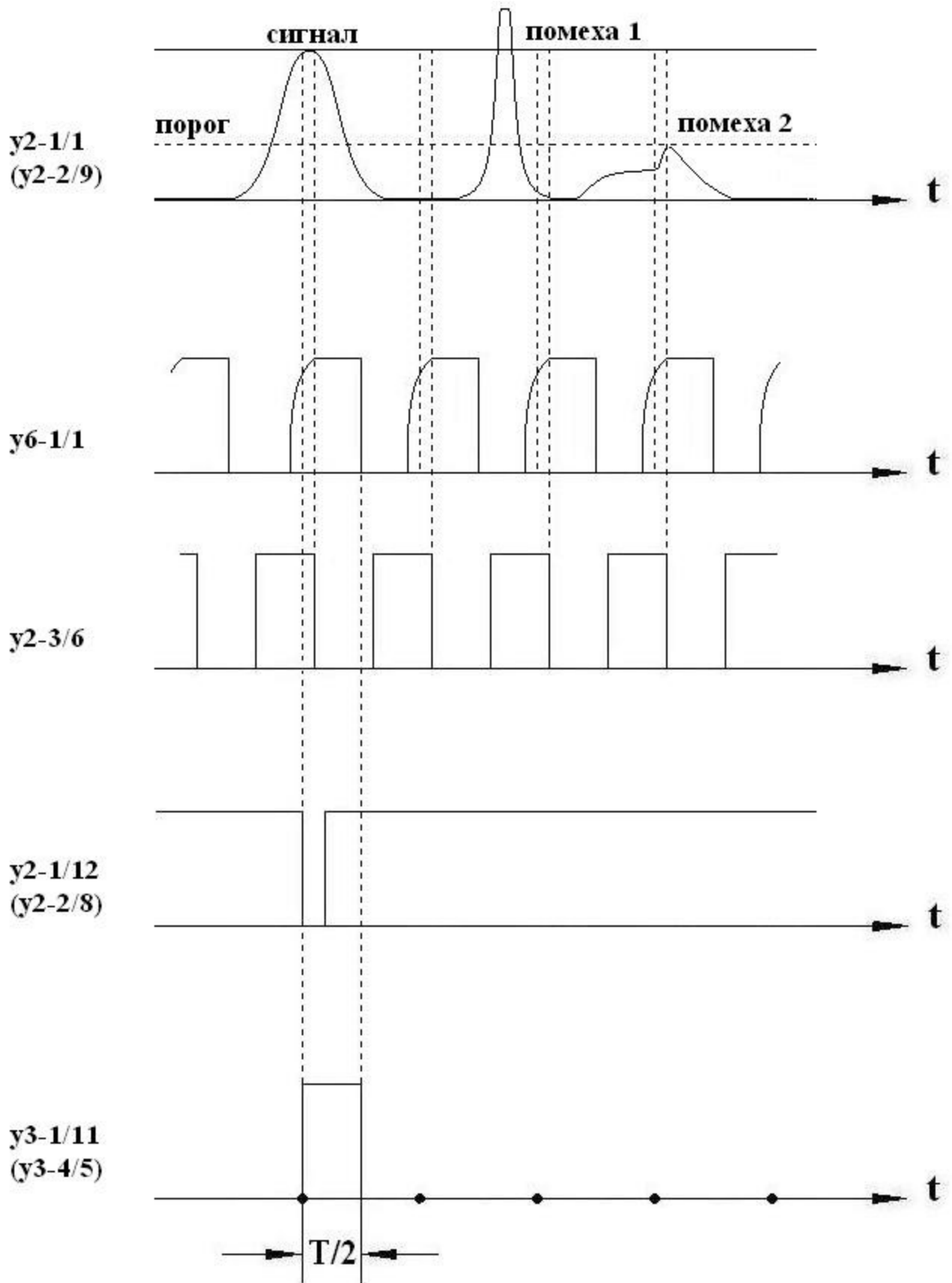


Рис. 8.2 Эпюры напряжения сигнала в характерных точках блока ВТЧ