

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
Московский технический университет связи и информатики  
Кафедра телевидения

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4**

**«ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИЗУЧЕНИЕ  
ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
СИГНАЛОВ СИНХРОНИЗАЦИИ»**

Москва 2001

## ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие телевизионной техники невозможно без разработки специальных методов контроля и оценки качества изображений. Большое влияние на качество телевизионного изображения оказывает и работа систем синхронизации, к параметрам которой, особенно с развитием цветного телевидения, предъявляются повышенные требования.

Методы формирования синхронизирующих сигналов можно разбить на два основных класса: аналоговые и дискретные (цифровые).

Аналоговые методы долгое время были единственными при формировании синхронизирующих и испытательных сигналов. По мере развития транзисторной и интегральной схемотехники стали развиваться и цифровые методы формирования, которым присущи высокая точность и стабильность. По этой причине в работе в основном нашли отражение цифровые способы формирования сигналов.

Хотя затронутым в работе вопросам и посвящено сравнительно большое число публикаций, нужно отметить, что практическое использование материала по данному вопросу представляет значительные затруднения из-за отсутствия их систематизации и методической обработки.

Авторами сделана попытка смоделировать физические процессы формирования сигналов синхронизации на электронных вычислительных машинах (ЭВМ) с использованием программы «Electronics Workbench».

Моделирование на ЭВМ позволяет наглядно продемонстрировать в динамике процессы формирования сигналов синхронизации и измерить их параметры.

Представленная работа окажет существенную помощь студентам по самостоятельному изучению отдельных разделов телевидения в домашних условиях, особенно она полезна студентам – заочникам в качестве пособия по дистанционному обучению.

## Лабораторная работа №4

### Принципы формирования и изучение основных параметров сигналов синхронизации

#### 1. Цель работы

Целью настоящей работы является изучение принципов формирования сигналов синхронизации (СС) на примере электронного моделирования синхрогенератора (СГ) с помощью ЭВМ и изучение основных параметров синхронизирующих импульсов (СИ).

#### 2. Литература

- 2.1. Телевидение. /Под. Ред. Джакони В.Е. – М.: «Радио и связь», 2000, с.190 – 203.
- 2.2. Самойлов В.Ф., Хромой Б.П. Телевидение. – М.:»Связь», 1975, с.130 – 145.
- 2.3. Практика измерений в телевизионной технике. Вып. 1. / – М.: «Солон» и «Наука и техника», 1996, с.7 – 8.
- 2.4. Балобанов В.Г. Основные принципы формирования синхронизирующих и испытательных сигналов в телевидении». – М.: 1981, с.3 – 26.

#### 3. Подготовка к работе

- 3.1. По описанию работы №4, конспекту лекций и рекомендованной литературе уяснить цель и содержание работы, изучить параметры и назначение основных сигналов, вырабатываемых синхрогенератором.
- 3.2. Рассчитать значение частоты задающего генератора СГ в соответствии с ГОСТ 7845 – 92 при формировании импульсов синхронизации.
- 3.3. При подготовке к работе зарисовать форму сигналов синхронизации приемников (ССП) и гасящей смеси (ГС).

#### 4. Контрольные вопросы

- 4.1. Почему для чересстрочной развертки выбрано нечетное число строк?
- 4.2. Для чего применяется чересстрочная развертка?
- 4.3. Какие требования предъявляются к форме синхроимпульсов?
- 4.4. Почему в КСИ сделаны врезки двойной строчной частоты?
- 4.5. Почему ССИ и КСИ насаживаются на гасящие импульсы со сдвигом во времени?
- 4.6. Назовите примерные длительности ССИ, КСИ, уравнивающих импульсов и врезок.
- 4.7. Для чего нужны гасящие импульсы? Что произойдет с телевизионным изображением, если на кинескоп не будут поданы: а) СГИ; б) КГИ?
- 4.8. Как будет выглядеть телевизионное изображение:
  - а) при наличии синхронности разверток на передатчике и приемнике, но при отсутствии синфазности;
  - б) если частота строчной (кадровой) развертки в приемнике будет в два раза меньше (больше) частоты соответствующей развертки на передатчике?
- 4.9. В чем заключается цифровой принцип формирования СС? Его преимущества перед аналоговым?

#### 5. Принципы формирования сигналов синхронизации

##### 5.1. Требования к сигналам синхронизации.

Синхронная и синфазная работа развертывающих устройств передающей и приемной сторон телевизионной системы обеспечивается импульсами синхронизации. Такими импульсами являются:

- синхронизирующие импульсы частоты строк (строчные ведущие импульсы);
- синхронизирующие импульсы частоты полей (кадровые ведущие импульсы);
- импульсы синхронизации приемников (сложная синхросмесь);
- гасящие импульсы приемной трубки (гасящая смесь);
- гасящие импульсы передающей трубки.

Гасящие импульсы приемной трубки и синхросмесь передаются вместе с видеосигналом. Их параметры (длительность импульсов и их фронтов) нормируются стандартом на телевизионную систему. Другие импульсы необходимы только для работа передающего оборудования, в сформированном сигнале они не содержатся, поэтому их параметры выбираются исходя из условий работа данного оборудования.

Полная форма гасящих и синхронизирующих импульсов, согласно ГОСТ 7845-92, изображена на рис. 1, а их длительности приведены в таблице 1.

Длительность импульсов отсчитывается в точках, соответствующих 0,5 максимального их размаха, а длительность фронтов – между точками, соответствующими 0,1 и 0,9 размаха импульсов.

Все указанные вида импульсов вырабатываются в специальном устройстве, называемом генератором синхронизирующих импульсов или синхрогенератором (СГ).

##### 5.2. Структурная схема синхрогенератора

Синхрогенератор должен вырабатывать импульсы с частотами строк (15625 Гц) и полукадров (50 Гц). Между этими частотами должно выдерживаться постоянное отношение  $f/n = z/2$  число строк  $z$  в кадре при чересстрочной развертке должно быть нечетным:

$$\frac{f_c}{n} = \frac{2m+1}{2} = m + \frac{1}{2} \quad (1)$$

где  $m$  - целое число.

Разделить или помножить частоту в дробное число раз практически невозможно.

Поэтому формулу (1) приводят к виду

$$\frac{2f_c}{n} = z = 2m + 1 \quad (2)$$

Теперь частота задающего генератора (ЗГ) берется равной  $2f_c$ , а строчные и полукадровые частоты получаются делением частоты ЗГ на 2 и  $z$  (625). Сильно упрощенная схема СГ может быть представлена в следующем виде (рис. 2).

Задающий генератор для обеспечения чересстрочности настроен на двойную строчную частоту 31250 Гц, стабилизируемую кварцем.

Формирование кадровых и строчных синхроимпульсов (КСИ и ССИ), сигнала синхронизации приемников (ССП), гасящей смеси (ГС), опережающих синхроимпульсов и других, осуществляется в блоке формирования импульсов. Временные сдвиги между импульсами можно выразить в микросекундах или в процентах относительно длительности строки  $H$ , отсчитанные от начала координат 0, в качестве которого можно взять передний фронт ССИ (рис. 3).

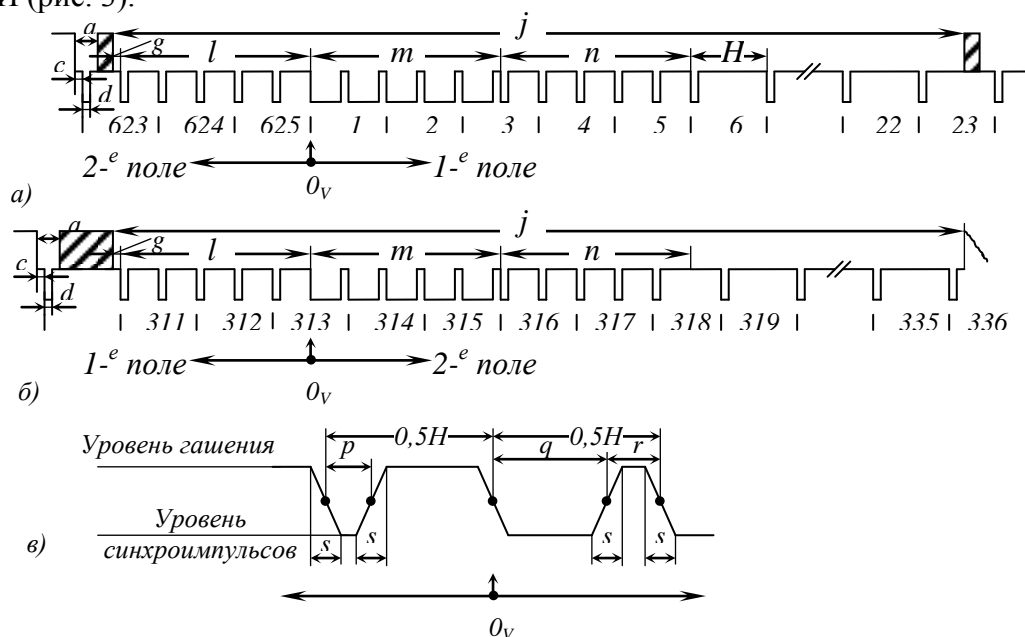


Рис. 1. Полная форма гасящих и синхронизирующих импульсов.

Таблица 1. Временные соотношения импульсов по ГОСТ 7845-92

№ п. п.	Наименование параметра	Условные обозначения	Значение параметра (МКС или П)	Примечание
1	Длительность строки	$H$	$64 \pm 0,032$	64
2	Строчный гасящий	$a$	$12 \pm 0,3$	12
3	Передний уступ по строке	$c$	$1,5 \pm 0,3$	1,5
4	Передний уступ по кадру	$g$	$3 \pm 2$	1,5
5	Длительность ССИ	$\alpha$	$4,7 \pm 0,2$	5
6	Длительность поля	$v$	20 мс	20
7	Длительность кадрового гасящего импульса	$j$	$25 H + a$	$25 + a$
8	Длительность уравнивающего импульса	$\rho$	$2,35 \pm 0,1$	2,5
9	Длительность врезки	$r$	$4,7 \pm 0,2$	5
10	Длительность 1-й последовательности уравнивающих импульсов	$l$	$2,5 H$	$2,5 H$
11	Длительность 2-й последовательности уравнивающих импульсов	$n$	$2,5 H$	$2,5 H$
12	Длительность последовательности КСИ	$m$	$2,5 H$	$2,5 H$
13	Длительность фронтов ССИ и КСИ	$f, e$	$0,2 \pm 0,1$	0,2

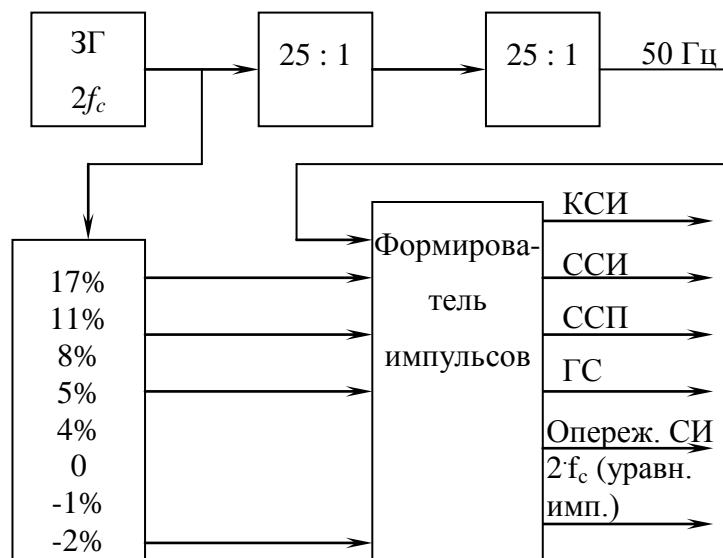


Рис. 2. Упрощенная схема синхροгенератора.

Формирование импульсов осуществляется триггерами, запускаемыми сигналами с соответствующими фазовыми сдвигами. Требуемые фазовые сдвиги получают, применяя линию задержки, на вход которой подают импульсы с частотой  $2f_c$ . Отводы линии задержки, отсчитанные от нулевого фазового сдвига, отмечены в процентах от длительности строки и дают опережение или задержку выходных импульсов относительно переднего фронта ССИ.

Основным недостатком рассмотренной схема является временная нестабильность параметров линии задержки, выполненной, как правило, на мультивибраторах или  $LC$  - элементах.

Бурное развитие микросхемотехники позволило перейти к другому принципу построения СГ – цифровому, использующему способы и схемные решения вычислительной техники.

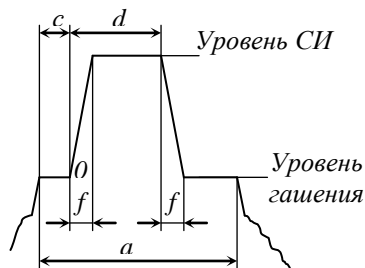


Рис. 3. Расчет временных сдвигов

Цифровые методы формирования сигналов и изображений возникли и начали использоваться сравнительно недавно. Реальная возможность для их развития появилась только после широкого внедрения интегральных микросхем.

Сигналы и изображения, сформированные цифровыми способами, характеризуются высокой точностью и временной стабильностью.

### 5.3. Метод цифрового формирования сигналов синхронизации

Рассмотрим принцип построения синхροгенератора, в основу которого положены цифровые способы формирования сигналов синхронизации.

При цифровом формировании сигналов синхронизации линия задержки (рис. 2) отсутствует, а временные интервалы определяются длительностью импульсов, получаемых путем деления частоты задающего генератора, при этом период следования импульсов ЗГ установят минимальный временной интервал.

Для определения оптимального значения частоты задающего генератора обратимся к таблице 1, в которой приведены основные параметры импульсов синхронизации по ГОСТ 7845-92.

Из таблицы видно, что наименьший временной интервал равен 1,5 мкс. Если теперь период колебаний задающего генератора взять равным 1,5 мкс, то мы можем получить только временные соотношения импульсов, которые кратны 1,5; 3; 4,5; 6; 7,5 и т.д. Другие

соотношения, как например, 4,7 мкс, 2,35 мкс получить будет невозможно.

Для обеспечения заданных соотношений импульсов необходимо найти наибольший общий делитель (НОД) указанных чисел, который равен 0,05.

Отсюда частота задающего генератора будет равна

$$f_0 = \frac{1}{0,05 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 20 \text{ МГц}$$

Естественно, полученное значение для частоты ЗГ является слишком большим, что приведет к усложнению схемы и повышению требований к быстродействию применяемых микросхем. Для существенного снижения частоты задающего генератора параметры некоторых импульсов желательно округлить до величины, кратной 0,25 или 0,5. Это незначительное изменение никак не скажется на работе синхронизирующих устройств, но значительно упростит процесс формирования импульсов. С этой целью в последней колонке табл. 1 приведены значения временных параметров импульсов, кратные 0,5, что соответствует частоте задающего генератора

$$f_0 = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{ с}} = 2 \text{ МГц}$$

Это в 10 раз меньше первоначально полученного значения 20 МГц.

Для более точного соблюдения ГОСТ значения временных параметров берут кратными 0,25.

Выбранный нами интервал в 0,5 мкс позволит получить любое временное соотношение, кратное 0,5, причем ошибка формирования будет определяться степенью стабильности частоты задающего генератора.

Исходя из вышеизложенного, рассмотрим принцип формирования сигналов синхронизации цифровым способом.

### 5.3.1. Формирование импульсов строчной частоты

Пусть мы имеем несколько периодических последовательностей импульсов  $X_1, X_2, X_3, \dots$ , периоды которых кратны периоду колебаний задающего генератора  $X_0$  ( $T = 0,5$  мкс) (рис. 4), а частоты кратны частоте строк.

Принцип формирования ВЧ - сигналов синхронизации (строчных импульсов) заключается в следующем.

Сигнал, вырабатываемый ЗГ, с частотой  $f_0 = 2$  МГц поступает на двоичный делитель строк 1 : 128. Сигнал  $X_7$  соответствует частоте строк  $f_c = 2 \text{ МГц} : 128 = 15625 \text{ Гц}$ . Делитель представляет собой двоичный счетчик, выполненный на потенциальных триггерах и формирующий импульсы прямой  $X_1, X_2, \dots$  и инверсной  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$  полярности. В этом случае импульсы  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$  будут иметь длительности, равные 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32 мкс соответственно.

Совокупность импульсов  $X_1, X_2, X_3, \dots$  (рис. 4), снимаемых с триггеров двоичного счетчика, представляет собой линейно-возрастающую цифровую развертывающую функцию горизонтальной дискретизации. Такие сигналы позволяют при помощи логической схемы сформировать любой прямоугольный импульс либо их сочетания следующие с частотами

$$f_c, 2f_c, 4f_c, \dots, n \cdot f_c.$$

Минимальные по длительности первичные сигналы  $X_0, \bar{X}_0$  являются базисными импульсами, и их величина обуславливается степенью приближения к заданному параметру формируемого импульса. Местоположение выходных сигналов (строчного гасящего, строчного синхронизирующего и др.) на временной диаграмме рис. 4 может быть выбрано любое. Обычно рекомендуется их местоположение выбирать таким образом, чтобы условное начало строки или сброс счетчика 128-м импульсом (на диаграмме все импульсы  $X_0$  пронумерованы от 0, 1, 2, ... до 127) соответствовали началу прямого хода строчной развертки. Это удобно для синтеза других разнообразных изображений, располагаемых на

активной части раstra. В нашем случае расположение всех выходных импульсов в правой части диаграммы рис. 4 весьма не удобно для объяснения с методической точки зрения. В то же время сдвиг выходных сигналов к началу переднего фронта импульса  $X_7$ , создает определенные удобства в объяснении и не вызовет никаких затруднений в будущем при формировании других изображений, так как практически все счетчики в этот момент, кроме последнего  $X_7$ , сбрасываются в 0.

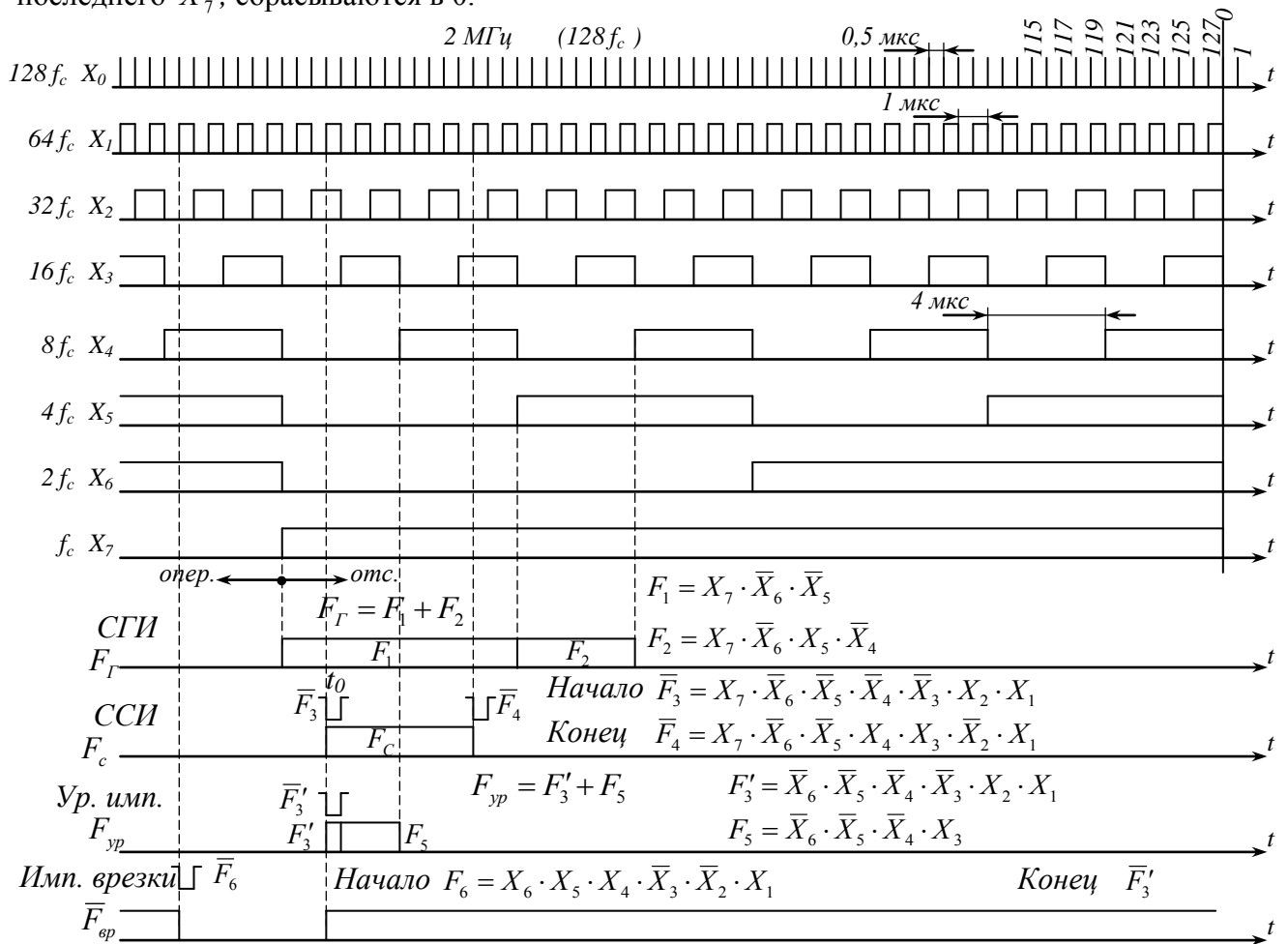


Рис. 4. Формирование импульсов строчной частоты

Примем за начало отсчета временных интервалов импульсов синхронизации передний фронт строчного гасящего импульса (СГИ), который совместим во времени с передним фронтом импульса  $X_7$ . По ГОСТ длительность СГИ равна 12 мкс. Из диаграмма рис. 4 видно, что длительность СГИ может быть получена из временных интервалов импульсных последовательностей  $X_5$  и  $X_4$ . Простым суммированием  $X_5$  и  $X_4$  СГИ получить нельзя, так как их частота не равны  $f_c$ . Но если соответствующим образом перемножить импульсные последовательности  $X_7, X_6, X_5$  и  $X_7, X_6, X_5, X_4$ , а затем сложить, то получим СГИ  $F_G$  с частотой  $f_c$ :

$$F_G = F_1 + F_2 = X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 + X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot X_5 \cdot \bar{X}_4. \quad (3)$$

При составлении уравнения (3) по временной диаграмме рис. 4 берется инверсный сигнал (например  $\bar{X}_6, \bar{X}_5, \bar{X}_4$ ), если значение импульса в рассматриваемый момент равно 0, если же значение импульса равно I, то берется сама величина. Это необходимо для того, чтобы значение функции  $F_G$  в заданном промежутке времени (12 мкс) было равно 1. В противном случае уравнение (3) теряет смысл. В формуле (3) каждое логическое произведение задает местоположение, длительность и частоту формируемых импульсов.

Например, в произведении  $X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot X_5 \cdot \bar{X}_4$  сомножитель  $\bar{X}_4$  и задает точное местонахождение импульса и его длительность. Частоту следования задает другой сомножитель  $X_7$ . Остальные члены ( $\bar{X}_6$  и  $X_5$ ) исключают возможность появления других импульсов за время строки  $T_c$ . Таким образом, сочетание  $X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot X_5 \cdot \bar{X}_4$  за время строки не повторяется.

Формулу (3) желательно привести к виду, позволяющему использовать универсальные логические элементы НЕ-И и НЕ-ИЛИ.

$$F_r = F_1 + F_2 = \overline{\overline{F_1 + F_2}} = \overline{\bar{F}_1 + \bar{F}_2}. \quad (4)$$

Строчный синхронизирующий импульс (ССИ) в целях упрощения схемного построения формируется несколько по-другому. Передний фронт ССИ отстоит от переднего фронта СГИ на 1,5 мкс. На временной диаграмме рис. 4 от переднего фронта СГИ отсчитываются три полупериода последовательности импульсов  $X_1$ . Отметив на диаграмме точное положение переднего фронта ССИ, приступим к формированию плоской вершины ССИ.

Обычный путь перемножения и сложения импульсных последовательностей приводит к усложнению схемы.

Действительно,

$$F_c = X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot \bar{X}_4 \cdot \bar{X}_3 \cdot X_2 \cdot X_1 + \bar{X}_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot \bar{X}_4 \cdot X_3 + \\ + X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot X_4 \cdot \bar{X}_3 + X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot X_4 \cdot X_3 \cdot \bar{X}_2 \cdot \bar{X}_1; \quad (5)$$

полученная формула (1.5) содержит не менее 5 логических операций. Поэтому, если какой-либо из сигналов после минимизации выражается сложной функцией, требующей для реализации большого числа логических ячеек, то формирование такого сигнала целесообразно осуществлять с помощью RS – триггера, запуск и сброс которого осуществляется импульсами, выделяемыми с помощью двух логических ячеек.

В соответствии со сказанным, логическое уравнение для переднего фронта ССИ будет выглядеть следующим образом:

$$F_3 = X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot \bar{X}_4 \cdot \bar{X}_3 \cdot X_2 \cdot X_1. \quad (6)$$

Задний фронт определяется уравнением  $F_4$ :

$$F_4 = X_7 \cdot \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot X_4 \cdot X_3 \cdot \bar{X}_2 \cdot X_1. \quad (7)$$

Сам импульс длительностью 5 мкс формируется триггером  $T_1$  в блоке формирователя импульсов (рис. 5).

Если из уравнения (6) изъять сомножитель  $X_7$ , то

$$F'_3 = \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot \bar{X}_4 \cdot \bar{X}_3 \cdot X_2 \cdot X_1 \quad (8)$$

будет определять начало уравнивающих импульсов и задних фронтов врезок, следующих с двойной строчной частотой, а также и начало кадровых синхронизирующих импульсов КСИ.

Из временной диаграммы рис. 4 видно, что уравнивающий импульс  $F_{yp}$  формируется путем сложения двух импульсов:

$$F'_3 (t_u = 0,5 \text{ мкс}), \\ F_5 = \bar{X}_6 \cdot \bar{X}_5 \cdot \bar{X}_4 \cdot X_3 (t_u = 2 \text{ мкс}) \quad (9)$$

$$F_{yp} = F'_3 + F_5 = \overline{\bar{F}'_3 + \bar{F}_5}. \quad (10)$$

Передний фронт врезки отстоит от заднего фронта на время, равное 5 мкс, и может быть задан на временной диаграмме уравнением

$$F_6 = X_6 \cdot X_5 \cdot X_4 \cdot \bar{X}_3 \cdot \bar{X}_2 \cdot X_1 \quad (11)$$

Формирование врезки осуществляется RS – триггером (рис. 5). В соответствии с полученными уравнениями строится принципиальная схема (рис. 5). Принципиальная схема состоит из дешифратора на ограниченное число сочетаний, определяемое количеством формируемых импульсов, и формирователя импульсов. Дешифратор задает временные



соотношения импульсов синхронизации в соответствии с таблицей 1, осуществляет соответствующую выборку и определяет точное местонахождение импульсов, задавая им передние и задние фронты. Формирование самих импульсов синхронизации происходит в блоке формирования импульсов с помощью триггеров и логических схем.

Сигналы  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$  снимаются с прямых выходов соответствующих триггеров счетчика строчной частоты, а  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \bar{X}_4, \bar{X}_5, \bar{X}_6, \bar{X}_7$  с инверсных выходов этого же счетчика.

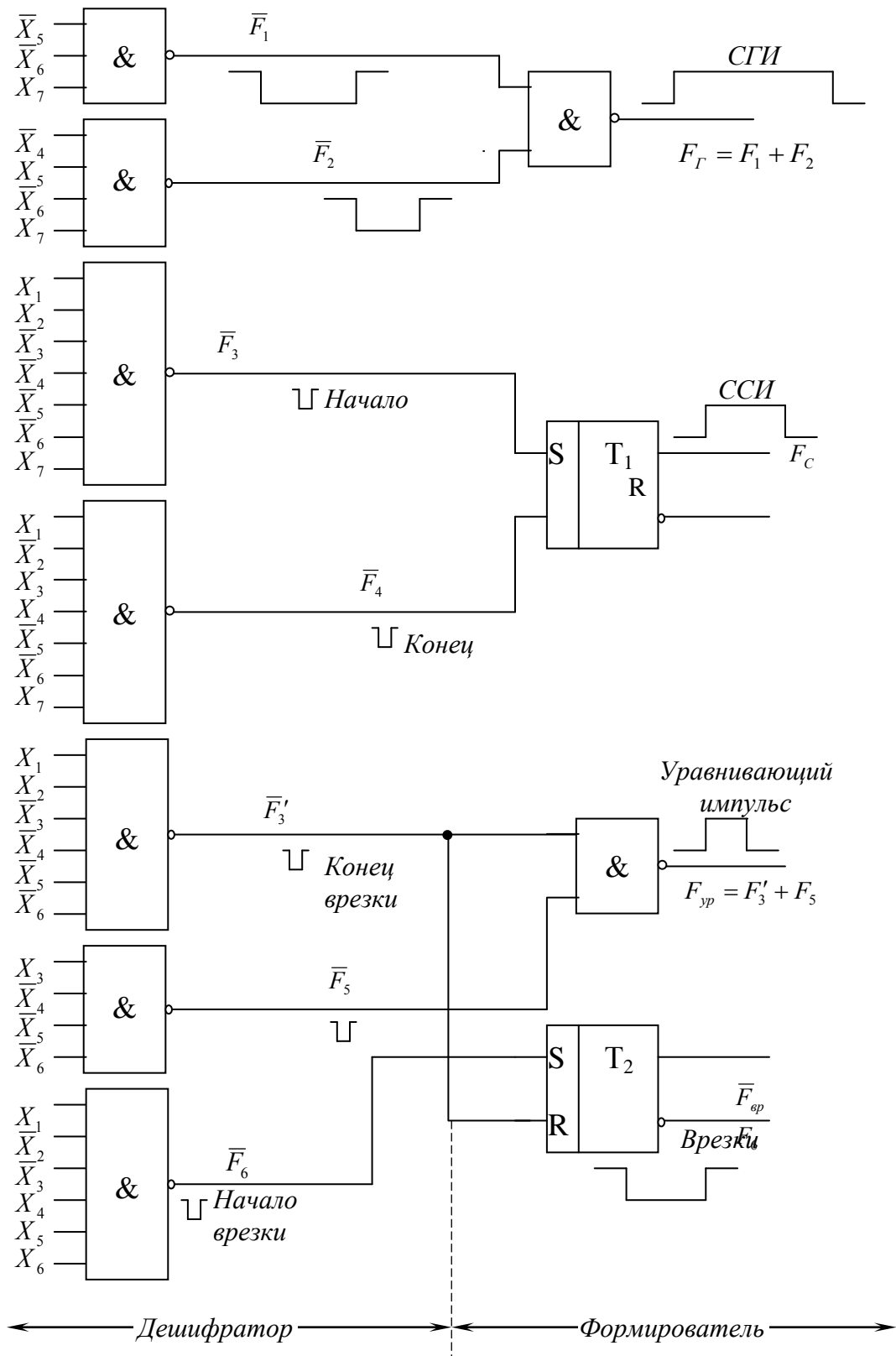


Рис. 5. Блок формирователя импульсов строчной частоты.

### 5.3.2. Формирование импульсов кадровой частоты

Формирование НЧ-сигналов синхронизации наглядно поясняется рис. 6 и 7. Отметим некоторые особенности построения схемы.

Счетчик формирования сигналов  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{10}$  целесообразно выполнять в виде одного делителя на 625 (в отличие от классического построения, где используется два делителя по 1:25). С этой целью с двоичного счетчика, состоящего из 10 триггеров, выделяют импульсы, логическое выражение которых

$$Y_{10}Y_9Y_8Y_7Y_6Y_5Y_4Y_3Y_2Y_1 = P_{625} = 1001110001_{(2)} = 625_{(10)} \quad (12)$$

соответствует 625 импульсу двойной строчной частоты  $2f_c$  ( $X_6$ ) и тем самым снижает кратность деления счетчика с 1024 до 625. Установка нуля счетчика осуществляется 625 импульсом ( $P_{625}$ ), формируемым логической схемой. Такое построение делителя позволит легко выделить строку или требуемую группу строк при формировании испытательных сигналов.

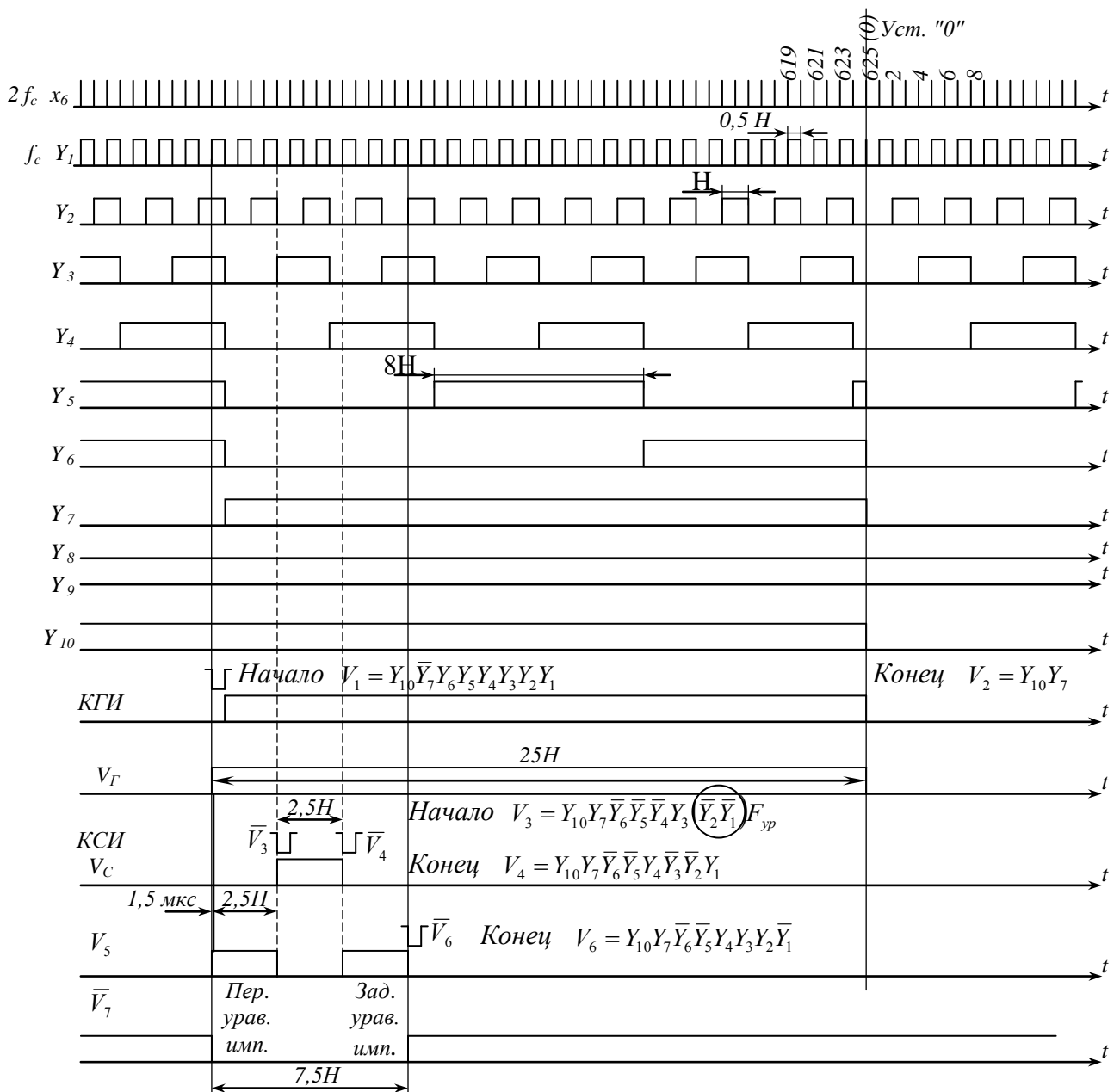


Рис. 6. Формирование импульсов кадровой частоты

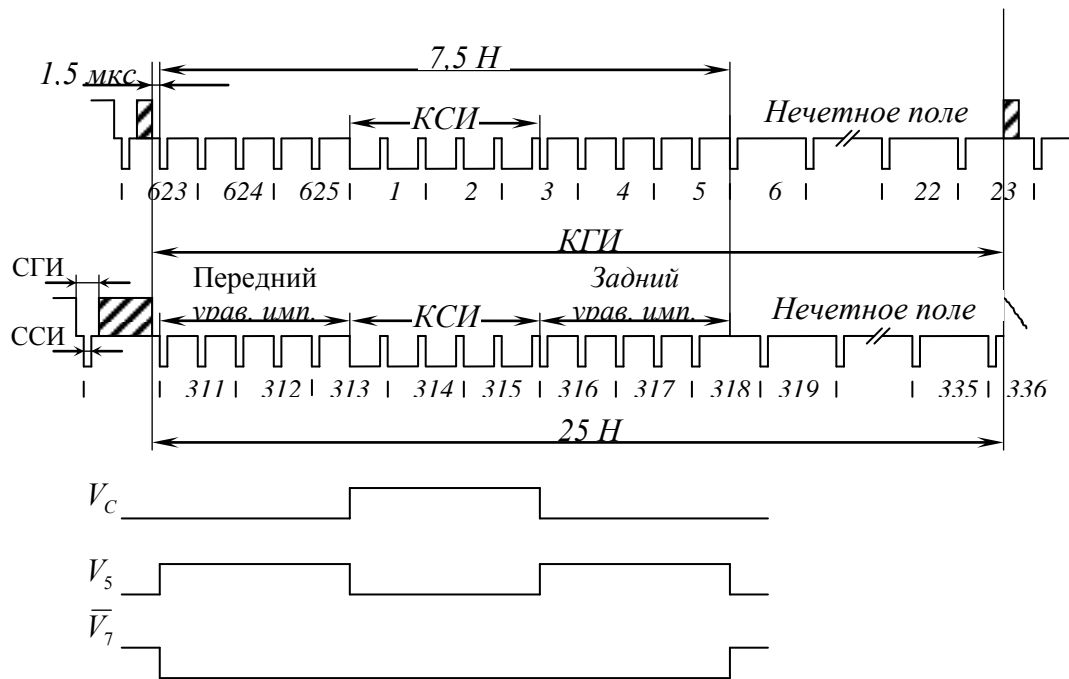


Рис. 7. Форма ССП в интервале времени КГИ.

Рассмотрим принцип формирования НЧ-сигналов синхрогенератора (рис. 6 и 7). Сигнал с двойной строчной частотой  $X_6$  ( $2f_c$ ) поступает на вход делителя 1:625. С помощью двоичного делителя (счетчика) и последующего дешифрирования соответствующих сигналов определяются временные местоположения КГИ –  $V_7$ , КСИ –  $V_C$ , сигналов для вырезывания строчных синхронизирующих и уравнивающих импульсов  $V_5$  и  $V_7$ .

### Формирование КГИ

Кадровый гасящий импульс КГИ имеет длительность, равную  $25 \cdot H$ . На временной диаграмме рис. 6 имеются импульсы длительностью  $24,5 \cdot H$ , недостающие  $0,5 \cdot H$  легко получаются из последовательности импульсов  $Y_1(f_c)$ .

В последовательности импульсов  $Y_1$  передние фронты импульсов совпадают по времени с передними фронтами СГИ (см. рис. 4).

Таким образом, КГИ будет составлен из двух импульсов

$$V_7 = V_1 + V_2 = Y_{10} \bar{Y}_7 Y_6 Y_5 Y_4 Y_3 Y_2 Y_1 + Y_{10} Y_7. \quad (13)$$

При этом импульс  $V_1$  соответствует, как это видно из временной диаграммы рис. 6, такому состоянию счетчика кадровой частоты, когда в старшем разряде  $Y_{10}$  появляется единица, т.е. импульс  $V_1$  определяется в интервале времени от 512 до 625 импульса.

КГИ можно также сформировать и с помощью RS – триггера, запуск и сброс которого можно осуществлять импульсами  $\bar{V}_1$  и установки «0» (рис. 6).

В целях упрощения схемного получения  $V_1$  и  $V_2$  из формулы (13) выброшены сомножители  $Y_8$  и  $Y_9$ . Без членов  $Y_8$  и  $Y_9$  формула дает точное местонахождение КГИ и притом единственное на отрезке времени от 1 до 625 – импульса. В отрезке же времени от 625 до 1024 импульса эта комбинация без  $Y_8$  и  $Y_9$  может встретиться еще три раза. Действительно, все двоичные десятиразрядные числа от 512 и до 625 не содержат в 9-ом и 8-ом разрядах единиц, т.е.  $Y_8 = Y_9 = 0$  на всем участке двоичных чисел

$$100000000_2 (512_{10}) - 1001110001_2 (625_{19}).$$

Более наглядно, это поясняется так

$Y_{10}$	$\bar{Y}_9$	$\bar{Y}_8$	$Y_7$	$Y_6$	$Y_5$	$\bar{Y}_4$	$\bar{Y}_3$	$\bar{Y}_2$	$Y_1$
1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
<hr/>									
512+	0+	0+	64+	32+	16+	0+	0+	0+	1=625

Появление 1 даже в 8-ом разряде уже дает число ( $512 + 128 = 640 > 625$ ), которое находится за пределами рассматриваемого участка. В интервале времени от 1 до 511 импульса в 8-ом и 9-ом разрядах ( $Y_8$  и  $Y_9$ ) по мере счета единицы будут появляться, но это уже будут 9-разрядные двоичные числа, имеющие другую комбинацию, так как здесь  $Y_{10} = 0$ .

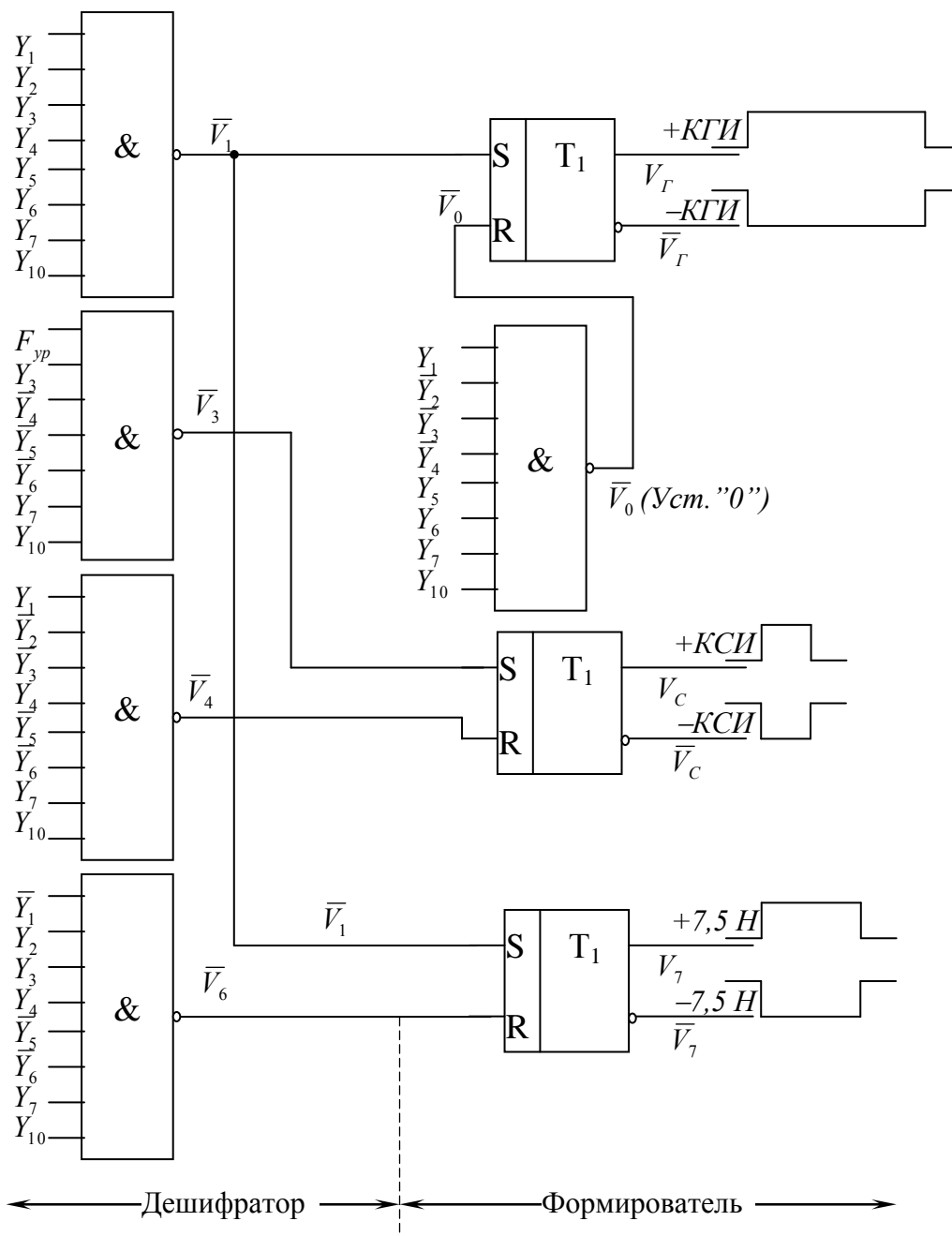


Рис. 8. Принципиальная схема дешифратора и формирователя импульсов кадровой частоты

Если теперь рассмотрим комбинацию 10-разрядных двоичных чисел, то в интервале чисел 1-511 на восьми входах логической схемы *И* старший разряд  $Y_{10} = 0$ , что автоматически дает 0 на выходе дешифратора (т.е. 1 здесь не появится независимо от того,

подключены были к схеме *И* выходы триггеров 8 и 9-го разрядов или нет). В интервале чисел от 512 до 625 в 10-ом разряде появляется «1», а в 8-ом и 9-ом - только «0». В момент прихода 575 импульса  $1000111111_2 = 575_{10}$  соответствующего уравнению  $V_1 = Y_{10}\bar{Y}_7Y_6Y_5Y_4Y_3Y_2Y_1$ , на выходе схемы *И* появится 1, фиксирующая передний фронт КГИ. Отсутствие  $Y_8$  и  $Y_9$  на входе схемы *И* здесь также не влияет на результат. По этой же причине логическая схема Уст. «0» также не будет содержать членов  $Y_8$  и  $Y_9$ . Из представленного выше выражения числа 625 видно, что для выделения импульса Уст. «0» на практике достаточно 5 членов  $V_0 = Y_{10}Y_7Y_6Y_5Y_1$ . Это логическое выражение соответствует импульсу, появляющемуся на выходе схемы один раз за 625 счетных импульсов.

Таким образом, дешифратор двоичной комбинации (13) выдает только один импульс за время полукадра. В дальнейшем при формировании других импульсов члены  $Y_8$  и  $Y_9$  целесообразно также исключать из уравнений.

**Примечание.** Исключение членов  $Y_8$  и  $Y_9$  не означает на практике понижения разрядности. Дешифратор считает одну единицу 10-го разряда  $Y_{10}$  двоичного числа, равным 512 единицам десятичного числа, и так далее, в зависимости от веса разряда и наличия в нем 1 или 0.

### Формирование КСИ

Передний фронт кадрового синхронизирующего импульса КСИ отстоит от переднего фронта КГИ на  $2,5H + 1,5$  мкс (см. табл. I).

Начало КСИ задается уравнением

$$V_3 = Y_{10}Y_7\bar{Y}_6\bar{Y}_5\bar{Y}_4Y_3F_{yp}. \quad (14)$$

Сомножитель  $F_{yp}$  привязывает начало КСИ к началу уравнивающего импульса и обеспечивает необходимый сдвиг в 1,5 мкс.

Недостающие  $0,5H$  получаются дешифрированием комбинации

$$V_4' = Y_{10}Y_7\bar{Y}_6\bar{Y}_5Y_4\bar{Y}_3\bar{Y}_2\bar{Y}_1. \quad (15)$$

Сложив  $V_3$  и  $V_4'$ , получим КСИ

$$V_C = V_3 + V_4' = \overline{\bar{V}_3 + \bar{V}_4'}. \quad (16)$$

Практически иногда удобнее формировать КСИ с помощью RS – триггера, запуск и сброс которого осуществлять импульсами  $V_3$  и  $V_4$ .

$$V_4 = Y_{10}Y_7\bar{Y}_6\bar{Y}_5Y_4\bar{Y}_3\bar{Y}_2Y_1.$$

### Формирование сигналов $V_5$ и $\bar{V}_7$

Импульс  $V_5$  (рис. 7) вырезает уравнивающие импульсы, а  $\bar{V}_7$  – ССИ. Эти сигналы необходимы для формирования ТВ сигнала во время обратного хода кадровой развертки.

Формирование временного интервала  $\bar{V}_7$ , целесообразнее производить с помощью RS – триггера. Передний фронт  $\bar{V}_7$  задан началом КГИ  $V_1$ , а местоположение заднего фронта (рис. 6) определяется уравнением

$$V_6 = Y_{10}Y_7\bar{Y}_6\bar{Y}_5Y_4Y_3Y_2\bar{Y}_1$$

Формирование сигнала  $V_5$  осуществляется логической операцией, условия работы которой задаются таблице 2.

Таблица 2. Условия работы логической операции, для формирования сигнала  $V_5$ .

$V_C$	$\bar{V}_7$	$V_5$
0	1	0
0	0	1
1	0	0

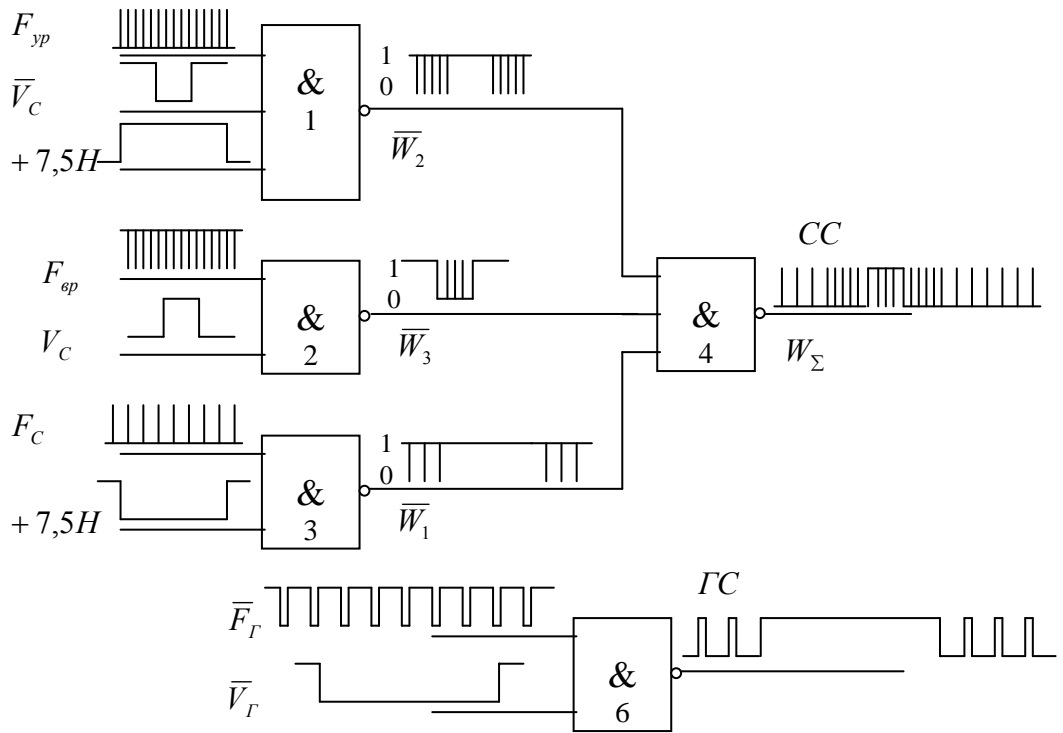


Рис. 9. Принципиальная схема формирования сигнала синхронизации приемников (синхросмеси) и гасящей смеси.

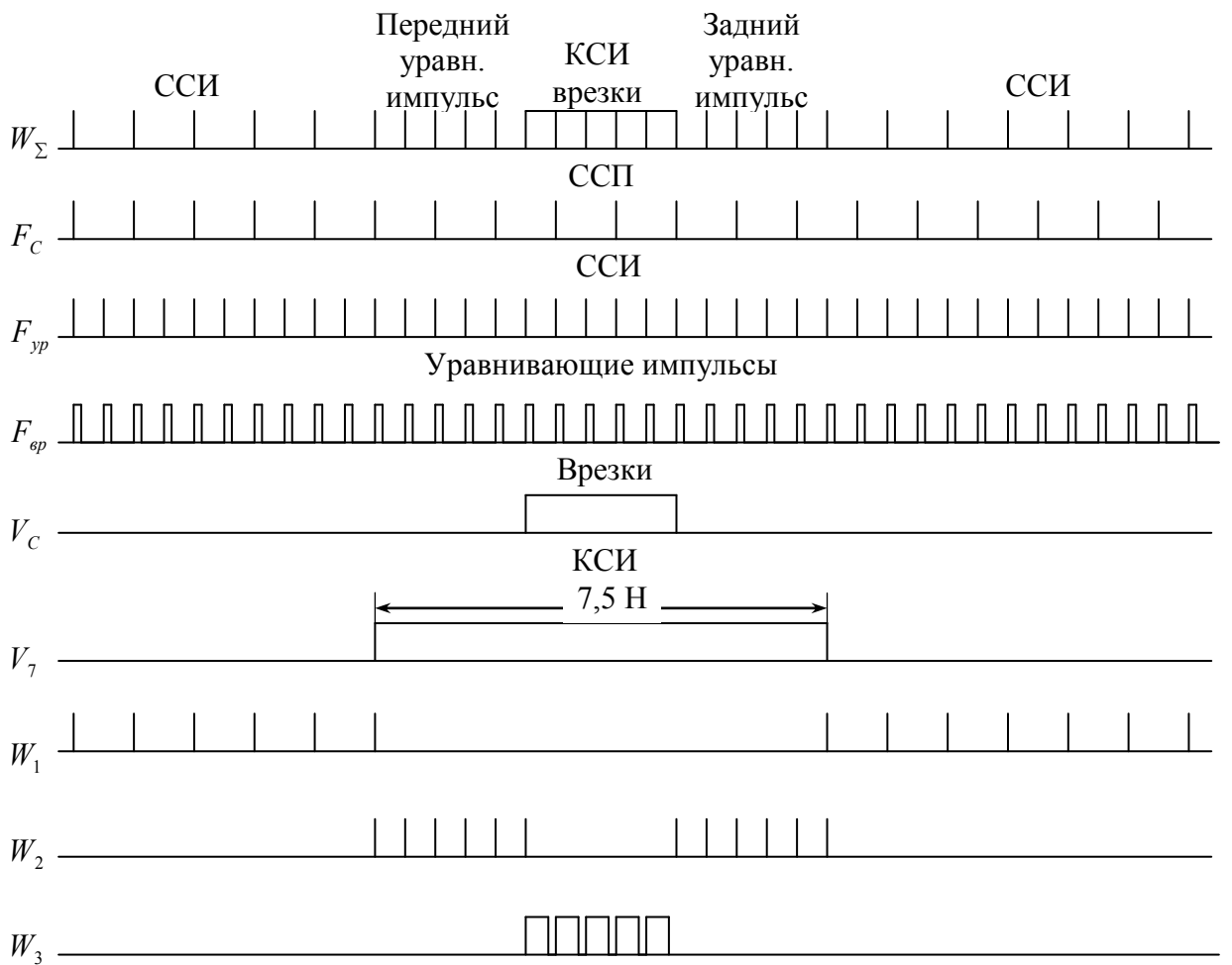


Рис. 10. Принцип формирования ССП

Составляя уравнение по «1», получим для  $V_5$ :

$$V_5 = \bar{V}_C + \bar{V}_7 = \bar{V}_C + \bar{V}_7. \quad (18)$$

Аналогично формируется КСИ с врезками  $W_3$ :

$$W_3 = V_C + \bar{F}_{ep} = \bar{V}_C + F_{ep}. \quad (19)$$

Принципиальная схема дешифратора и формирователя импульсов кадровой частоты (рис. 8) строится по аналогичной методике, описанной выше, отметим только некоторые ее особенности.

При формировании КГИ задний фронт устанавливается импульсом установки «0», отрицательный перепад напряжения которого совпадает с перепадом напряжения импульса  $\bar{V}_2$ . Импульс Уст. «0» формируется схемой И-НЕ после окончания следования 625 импульса двойной строчной частоты.

Этот импульс используется также и для сброса в состояние «0» всех триггеров делителя (счетчика) кадровой частоты (рис. 6).

Импульс  $V_5$  специально не формируется, а получается автоматически при использовании импульсов  $V_C$  и  $\bar{V}_7$ .

### 5.3.3. Формирование СС и ГС

Принципиальная схема и принцип формирования сигнала синхронизации приемников (синхросмеси) и гасящей смеси показаны на рис. 9 и 10.

Принципиальная схема составляется в соответствии с логическими уравнениями на основании таблиц истинности, которые отражают работу схемы формирования ССП. При составлении таблиц истинности нужно знать входные и выходные сигналы устройства. Из рис. 10 видно, что входными сигналами устройства формирования СС являются  $F_C$  - ССИ,  $F_{yp}$  - уравнивающие импульсы,  $F_{ep}$  - врезки,  $V_C$  - КСИ,  $V_7$  - импульс для вырезывания (подавления) ССИ, а выходным сигналом  $W_\Sigma$  - синхросмесь - сигнал синхронизации приемников, промежуточными выходными сигналами  $W_1$  - ССИ с перерывами в интервале следования уравнивающих импульсов и КСИ,  $W_2$  - передние и задние уравнивающие импульсы,  $W_3$  - КСИ с врезками.

Из рис. 10 видно, что  $W_\Sigma = W_1 + W_2 + W_3$ .

Представим таблицу истинности для формирователя СС и ГС в следующем виде.

Таблица 3. Таблицу истинности для формирователя СС.

ССИ			Уравнивающий импульс				КСИ		
Вход		Выход	Вход			Выход	Вход		Выход
$F_C$	$V_7$	$W_1$	$F_{yp}$	$V_C$	$V_7$	$W_2$	$F_{ep}$	$V_C$	$W_3$
1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
							0	1	1

Составим логические уравнения по «1».

$$W_1 = F_C \cdot \bar{V}_7, \quad W_2 = F_{yp} \cdot \bar{V}_C \cdot V_7, \quad W_3 = \bar{F}_{ep} \cdot V_C, \quad (20)$$

$$W_\Sigma = \overline{W_1 + W_2 + W_3} = \bar{W}_1 \cdot \bar{W}_2 \cdot \bar{W}_3 \quad (21)$$

Схема формирования гасящей смеси ГС определяется уравнением

$$F_G + V_G = \overline{F_G + V_G} = \bar{F}_G + \bar{V}_G. \quad (22)$$

Полученные уравнения позволяют построить схему формирования СС и ГС.

#### 5.3.4. Структурная схема синхрогенератора

На рис. 11 представлена структурная схема синхрогенератора, реализующая цифровой принцип формирования СС.

Задающий генератор (ЗГ) настроен, для упрощения схемы, на 128 гармонику строчной частоты – 2 МГц.

Восьмиразрядный счетчик формирования сигналов  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_7$  с целью повышения быстродействия выполняется по схеме параллельного переноса. Хотя для реализации заданных параметров синхроимпульсов достаточно с выхода ЗГ иметь частоту 2 МГц ( $128f_c$ ), все же целесообразно задающий генератор настраивать на более высокую частоту (4 или даже 8 МГц). Это облегчает получение специальных испытательных сигналов при формировании телевизионной испытательной таблицы (ТИТ).

Если строчный счетчик обнуляется автоматически за каждые 128 импульсов, то кадровый счетчик обнуляется 625-м импульсом, сформированным дешифратором полей. С выхода делителей на дешифраторы строк и полей поступают комбинации соответствующих сигналов  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$  и  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_{10}$  для задания временных интервалов синхроимпульсов. Как видно из схемы, сигналы  $Y_8$  и  $Y_9$  на вход дешифратора полей не поступают, что позволяет сократить число используемых логических схем.

Блок формирования импульсов выдает все импульсы, необходимые для нормальной работы телевизионной системы. В блоке формируются также и сигналы цветовой синхронизации.

Описанный синхрогенератор позволяет сравнительно просто перестраивать его на различные стандарты, а также обеспечивать ведомый режим с цифровой автоподстройкой фазы. Ценной особенностью такого синхрогенератора для устройств электронного синтеза является однозначная связь всех его импульсов с частотой задающего генератора. В устройствах отображения информации сформированное с помощью такого синхрогенератора изображение просто подвергнуть временному преобразованию путем изменения частоты ЗГ. При этом формируемое изображение можно передать с незначительной скоростью по узкополосному каналу связи либо осуществить его документирование с помощью фототелеграфного аппарата или графопостроителя.



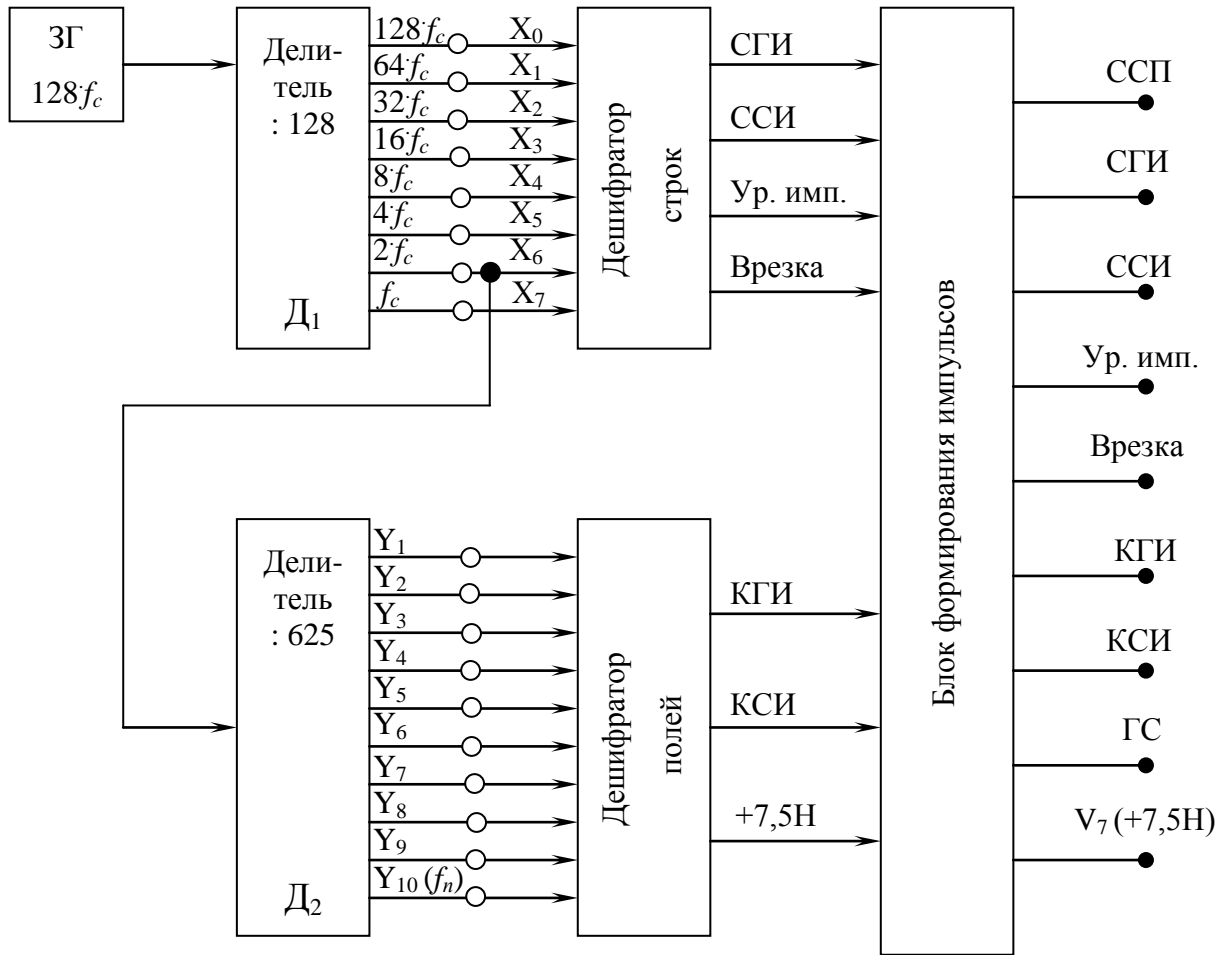


Рис. 11. Структурная схема синхροгенератора.

## 6. Порядок выполнения работы.

Для моделирования схемы работы СГ используется программа Electronics WorkBench, предназначенная для моделирования процессов и расчета электронных устройств на аналоговых и цифровых элементах. Для запуска программы необходимо выполнить следующие действия :

6.1. В Windows в меню *Пуск*, выбрать *Программы* войти в папку *Electronics WorkBench*, в которой запустить программу *Electronics WorkBench*. Далее для удобства будет использоваться запись в сокращенной форме (*Пуск → Программы → Electronics WorkBench → Electronics WorkBench*). Примерный вид действий при запуске программы показан на рис. 12. Для запуска программы Electronics WorkBench можно также воспользоваться ярлыком на рабочем столе (на рис.12. показан в правом верхнем углу). Для этого нужно подвести указатель мыши к ярлыку и произвести на нем двойной щелчок левой клавишей мыши.

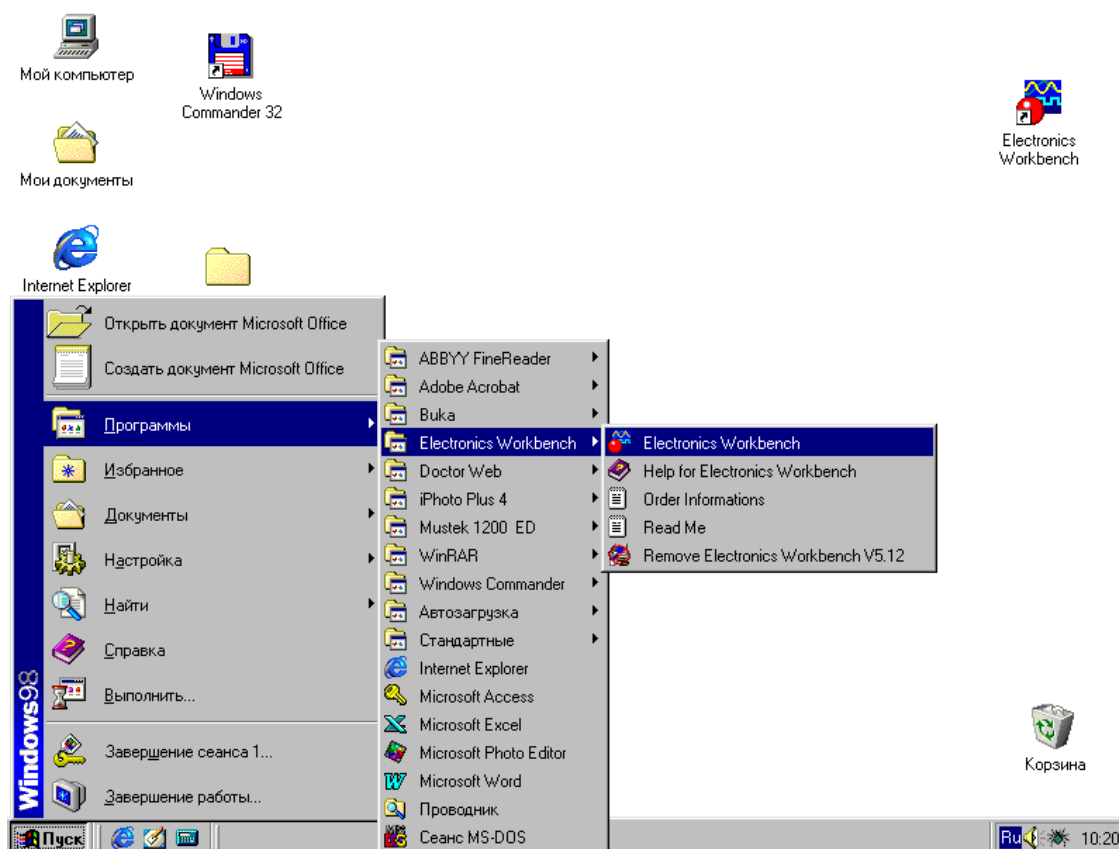


Рис. 12. Порядок действий при запуске программы Electronics WorkBench.

Если после запуска программы появится сообщение об ошибке (рис. 13), то его просто проигнорировать, нажав кнопку **OK**.

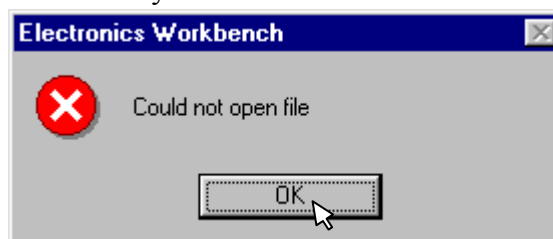


Рис. 13. Возможное сообщение об ошибке.

В результате этих действий откроется программа Electronics WorkBench и появится следующее окно (рис.14).

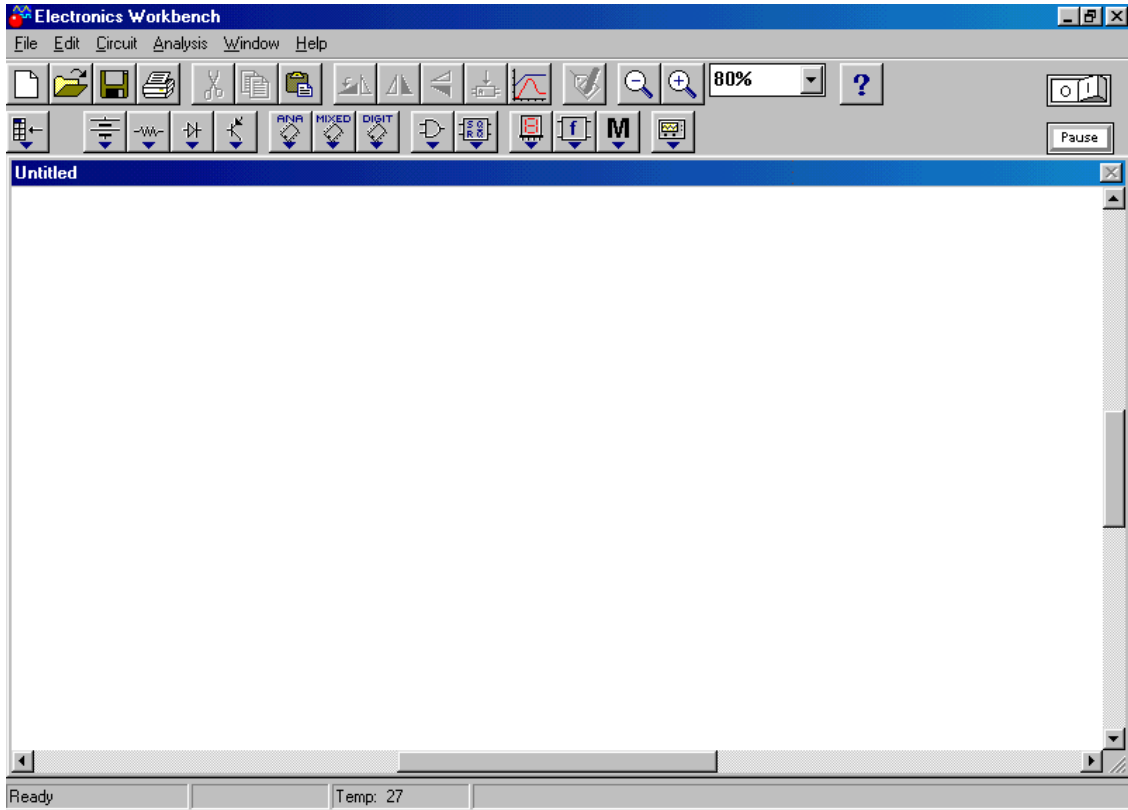


Рис. 14. Окно программы Electronics Workbench.

6.2. Для открытия лабораторной работы зайдите в меню File и нажмите Open (рис. 15), или соответствующий значок на панели управления (рис. 16). Появится диалог открытия файла с лабораторной работой (рис. 17).

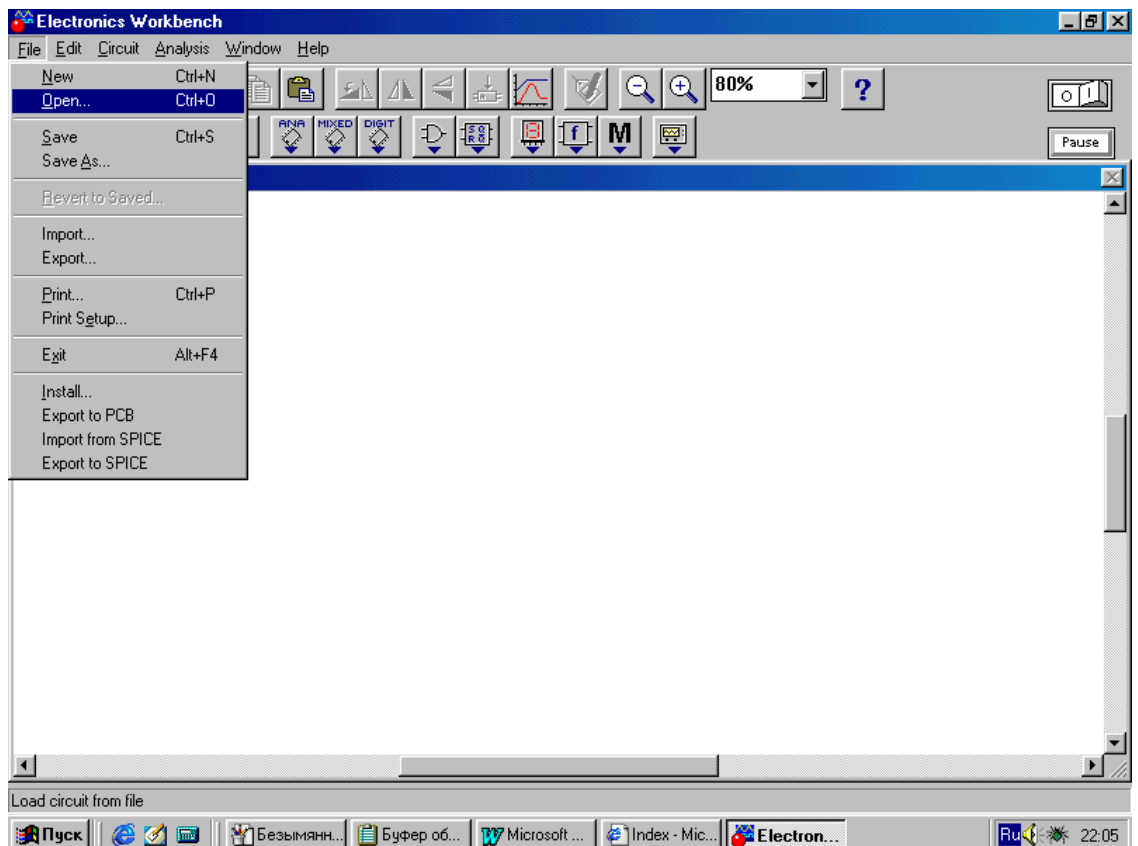


Рис. 15. Открытие файла из меню File.

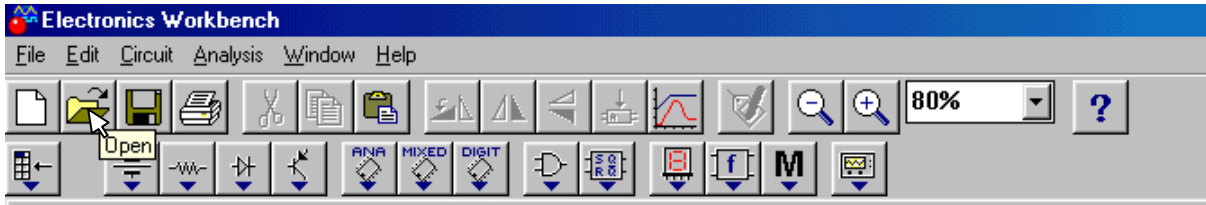


Рис. 16. Значок открытия файла на панели управления.

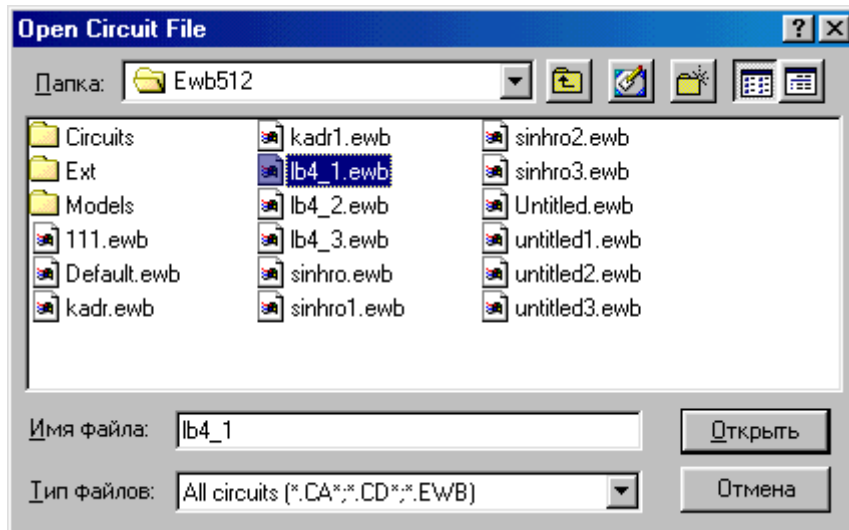


Рис. 17. Диалог открытия файла с лабораторной работой.

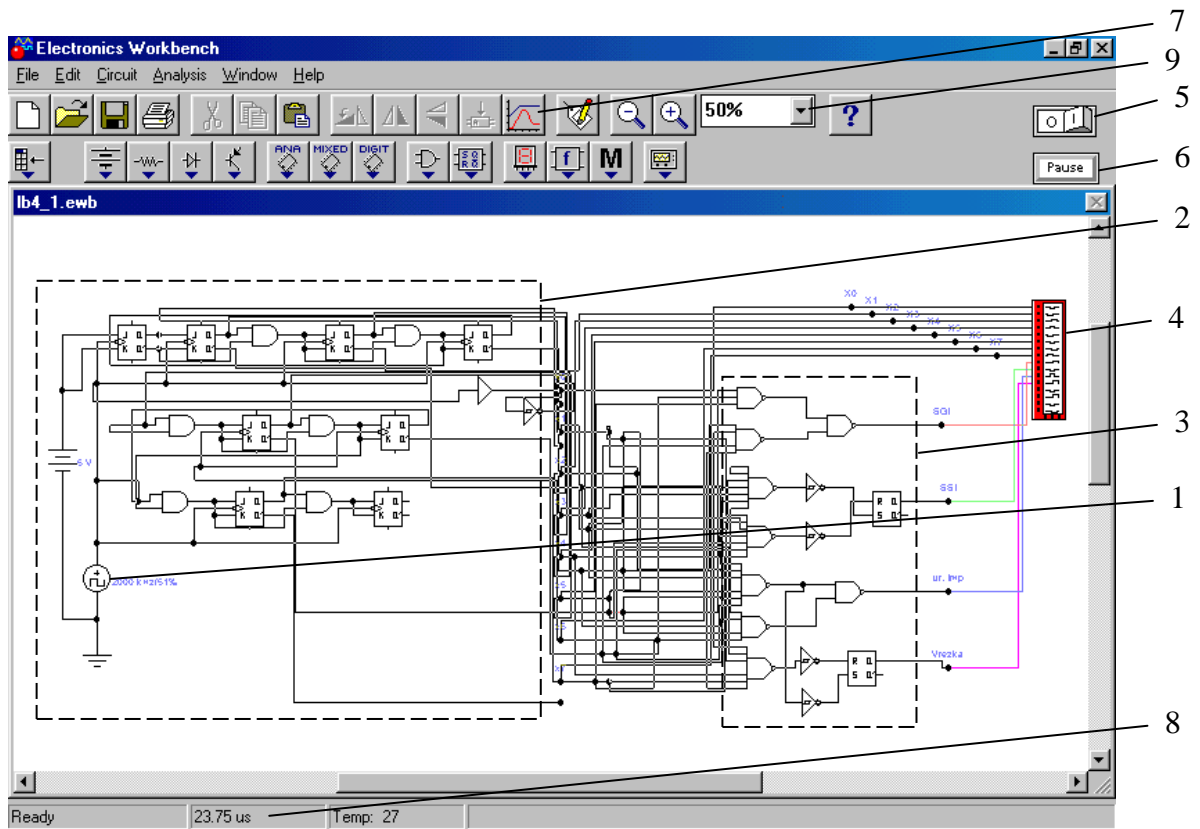


Рис. 18. Макет лабораторной работы. Схема формирования импульсов  
срочной частоты

6.3. В диалоге необходимо выбрать файл “Ib4\_1.ewb” и нажать кнопку открыть. На экране появится схема формирования импульсов строчной частоты (рис. 18). На рисунке 18 цифрами обозначены:

1. Задающий генератор;
2. Тракт деления строчной частоты;
3. Дешифратор строк;
4. Логический анализатор;
5. Тумблер включения лабораторной работы;
6. Кнопка паузы;
7. Графический анализатор;
8. Индикатор прошедшего после запуска работы времени;
9. Масштаб вывода изображения на экран.

6.4. Для запуска лабораторной работы необходимо нажать тумблер включения 5. На индикаторе 8 будет показываться прошедшее после запуска время в моделируемой схеме. Для детального анализа сигналов нужно произвести двойной щелчок левой кнопкой мыши на белом поле логического анализатора 4 (Logic Analyzer). На экране раскроется окно, показанное на рис. 19. Кроме этого можно открыть графический анализатор, нажав кнопку 7 (рис.18). Внешний вид графического анализатор представлен на рис. 20.

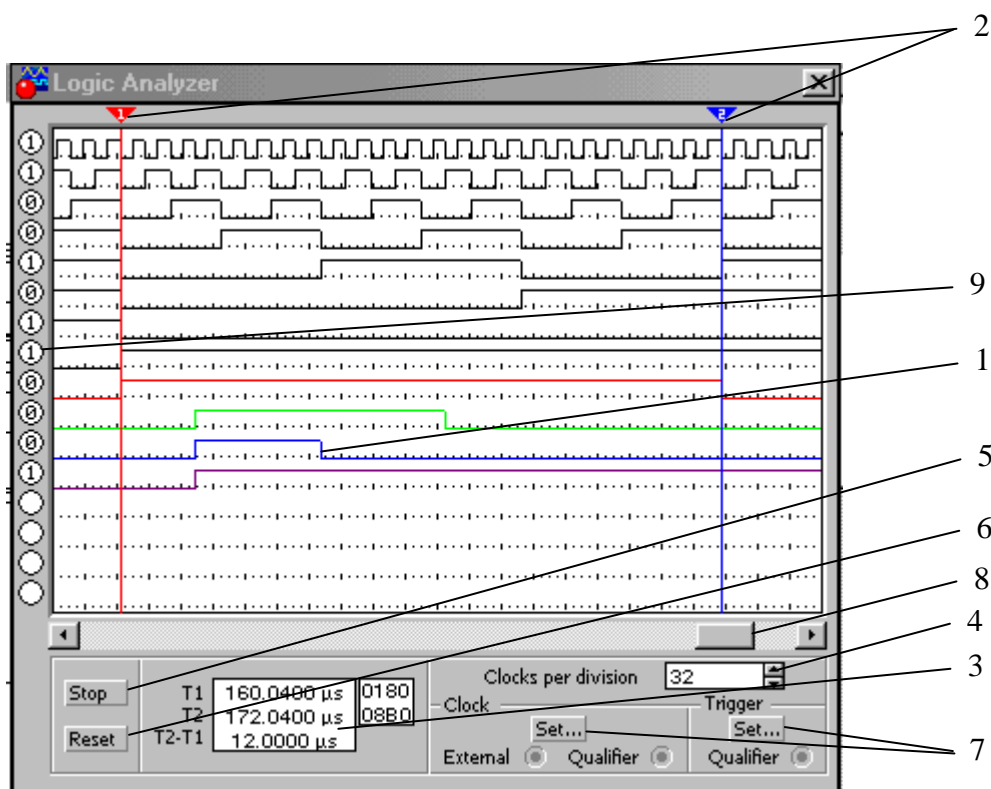


Рис. 19. Экран логического анализатора

На рисунке 19 цифрами обозначены:

1. Сигналы на входах анализатора;
2. Перемещаемые временные метки «1» и «2», для расчета длительности;
3. Индикатор, показывающий временное расположение меток и их разность;
4. Изменение масштаба в относительных единицах (на одно деление);
5. Кнопка остановки индикации сигналов;
6. Кнопка сброса индикации сигналов;
7. Кнопки установки параметров логического анализатора;
8. Полоса прокрутки;
9. Значение сигнала на логическом анализаторе в данный момент времени.

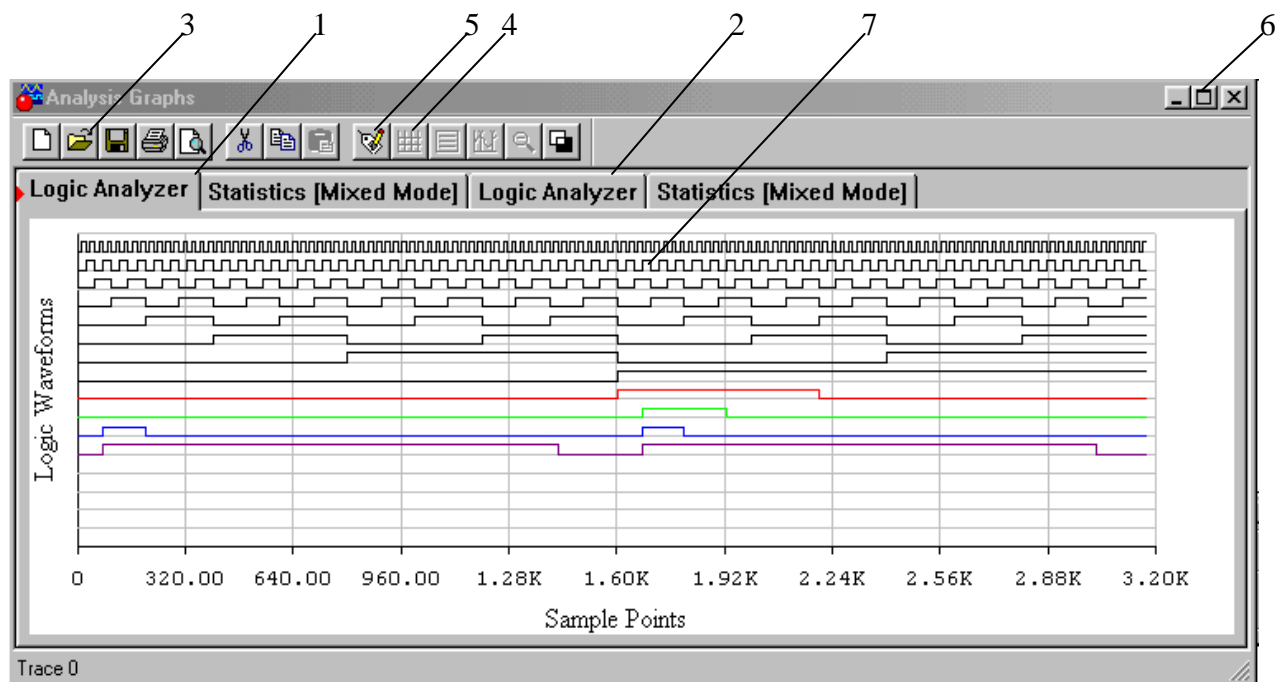


Рис. 20. Экран графического анализатор.

На рис. 20 цифрами указаны следующие обозначения:

1. Окно, в котором показываются текущие графики;
2. Окно, появляющееся при открытии сохраненных графиков;
3. Кнопка для открытия сохраненных графиков (диалог открытия файлов аналогичен показанному на рис. 17);
4. Кнопка включения/выключения сетки;
5. Кнопка редактирования свойств графиков;
6. Кнопка растягивания графиков на полный экран и сжатия их до первоначального вида;
7. Окно отображения результатов.

6.5. На экране логического анализатора можно увидеть ход работы. По истечении 5 минут, когда закончится формирование строчных импульсов по графикам, представленным на экране логического анализатора определить:

1. Длительности импульсов СГИ, ССИ, уравнивающего импульса и врезки. Определение длительности импульсов производится по индикатору 3 с помощью перемещения временных меток «1» и «2» (рис. 19) и в случае необходимости, изменять масштаб изображения (нажимая вверх или вниз стрелки 4). На графиках (на экране монитора) указаны сверху вниз в порядке очередности  $X_0, X_1, X_2, \dots, X_7$ , СГИ, ССИ, уравнивающий импульс и импульс врезки. Определение длительности импульсов желательно делать в режиме «Pause» (кнопка 6 на рис. 18.)
2. Зарисовать с соблюдением масштаба графики (достаточно только ту часть, на которой показано образование СГИ, ССИ, ур. имп. и врезки).

6.6. Открыть файл формирования импульсов кадровой частоты. Для этого повторить пункт 6.2. В появившемся диалоге необходимо выбрать файл "lb4\_2.ewb" и нажать кнопку открыть. На экране появится схема формирования импульсов кадровой частоты (рис. 21). На рисунке 21 цифрами обозначены:

1. Задающий генератор;
2. Тракт деления кадровой частоты;

3. Дешифратор полей;
4. Логический анализатор;
5. Тумблер включения лабораторной работы;
6. Кнопка паузы;
7. Графический анализатор;
8. Индикатор прошедшего после запуска работы времени;
9. Масштаб вывода изображения на экран;
10. Сигнал «установка 0» 625-м импульсом частоты  $2f_c$ .

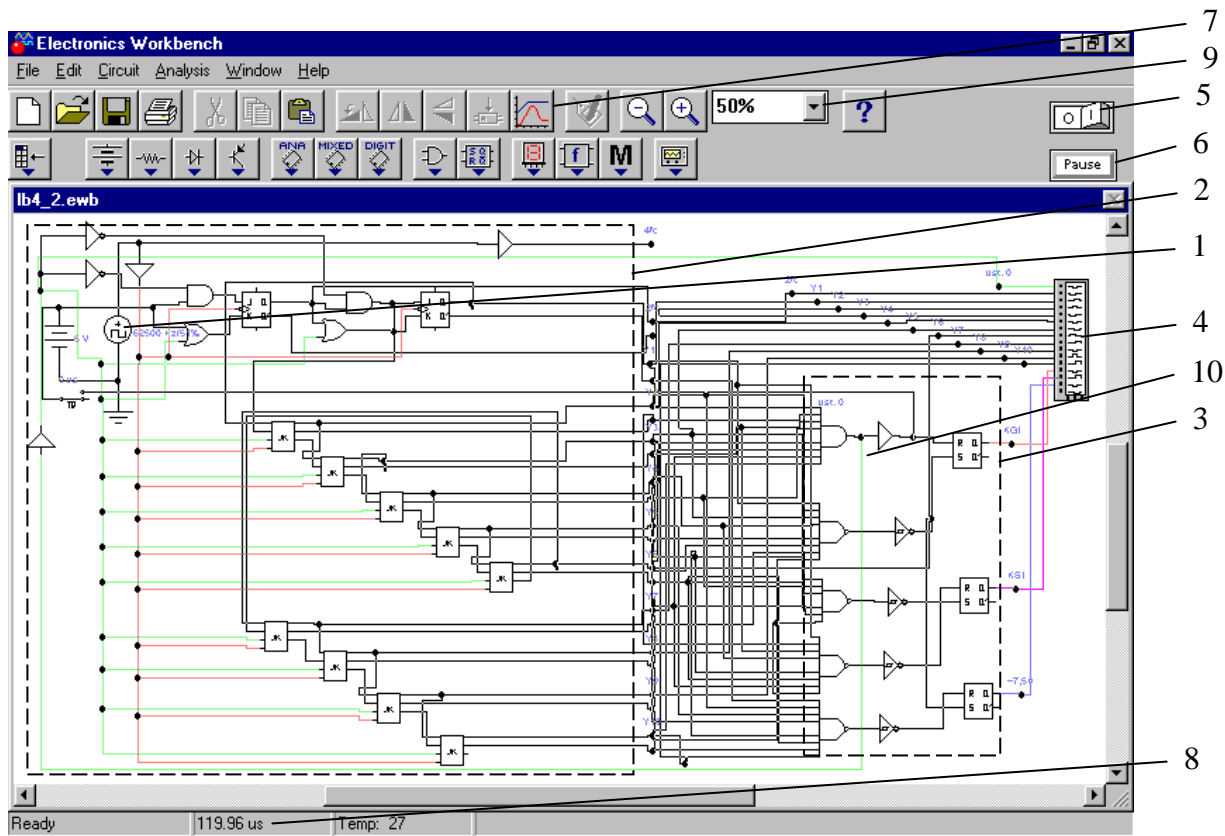


Рис. 21. Схема формирования импульсов кадровой частоты

6.7. По графикам представленным на экране логического анализатора определить:

1. Длительности импульсов КГИ, КСИ, +7,5Н. Определение длительности импульсов производится по индикатору 3 с помощью перемещения временных меток «1» и «2» (рис. 19) и в случае необходимости изменять масштаб изображения (нажимая вверх или вниз стрелки 4). На графиках (на экране монитора) указаны сверху вниз в порядке очередности  $2f_c$ ,  $Y_1$ ,  $Y_2$ , ...,  $Y_{10}$ , КГИ, КСИ, +7,5Н.
2. Зарисовать с соблюдением масштаба графики (достаточно только ту часть, на которой показано образование КГИ, КСИ, +7,5Н).

6.8. Открыть файл формирования сигнала синхронизации приемников и гасящей смеси. Для этого повторить пункт 6.2. В появившемся диалоге необходимо выбрать файл "Ib4\_3.ewb" и нажать кнопку открыть. На экране появится схема формирования ССП и ГС (рис.22).

На рис. 22 цифрами обозначены:

1. Дешифратор строк;
2. Дешифратор полей;
3. Схема формирования ССП;
4. Схема формирования ГС;
5. Логический анализатор;
6. Графический анализатор.

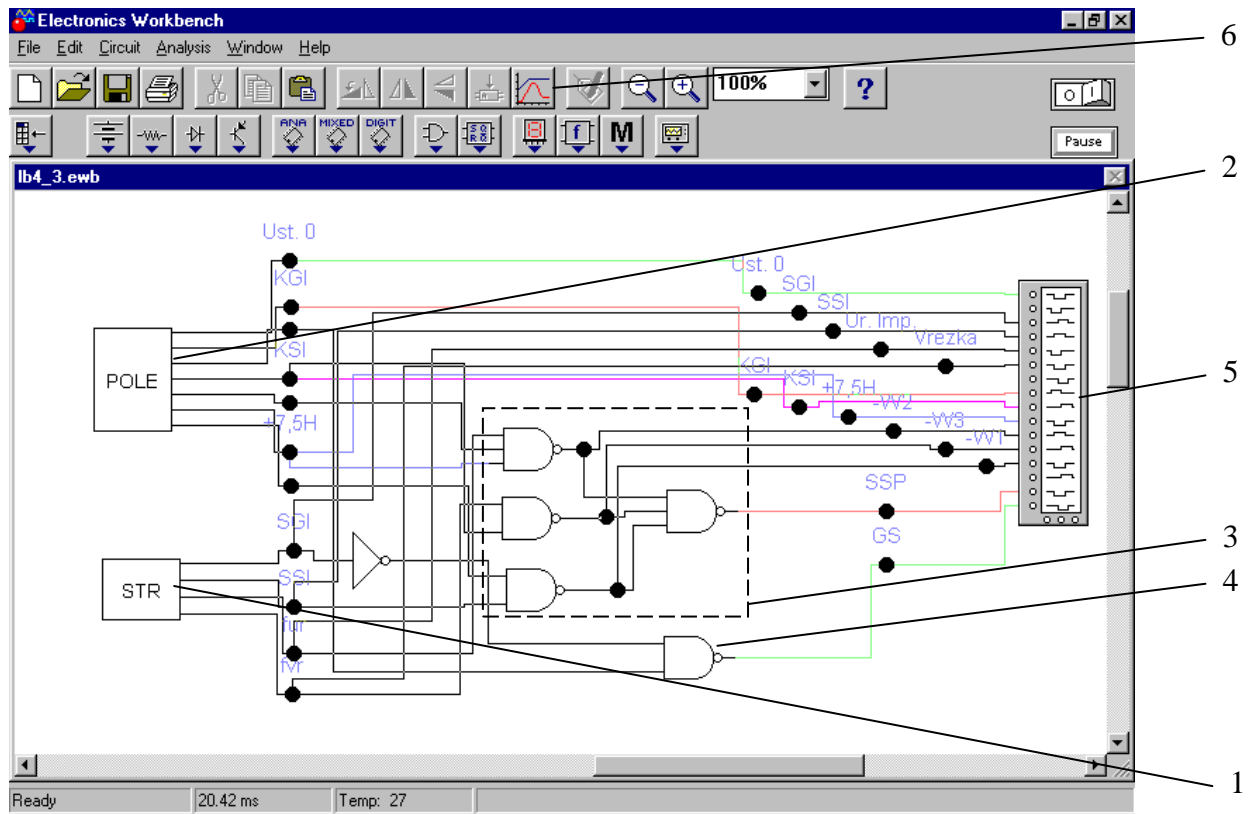


Рис. 22. Схема формирования ССП и ГС.

6.9. Открыть графический анализатор. Для этого подвести указатель мыши к значку графического анализатора и нажать один раз на левую кнопку мыши. Откроется окно, показанное на рис. 20. После этого нажать на значок открытия файла в графическом анализаторе (кнопка 3 на рис. 20). Появится окно открытия файла, аналогичное показанному на рис. 17. В этом окне выбрать файл «lb4\_1» и нажать кнопку открыть. Появится изображение формирования сигналов строчной частоты (рис. 23). Для увеличения окна на полный экран нужно нажать кнопку 6 (рис. 20). Повторить предыдущие действия (пункт 6.9) и открыть файлы «lb4\_2», «lb4\_31» и «lb4\_32». Их изображения показаны на рисунках 14 – 16, соответственно.

На рис. 23 показаны следующие сигналы (сверху вниз в порядке очередности):  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ , ...,  $X_7$ , СГИ, ССИ, уравнивающий импульс и импульс врезки. На рис. 24. показаны следующие сигналы (сверху вниз в порядке очередности):  $2f_c$ ,  $Y_1$ ,  $Y_2$ , ...,  $Y_{10}$ , КГИ, КСИ, +7,5Н. На рисунках 25 и 26 (сверху вниз в порядке очередности): импульс установки 0, СГИ, ССИ, уравнивающий импульс, импульс врезки, КГИ, КСИ, +7,5Н,  $\overline{W}_2$  (передние и задние уравнивающие импульсы),  $\overline{W}_3$  (врезки),  $\overline{W}_1$  (ССИ), ССП и ГС.

6.10. Зарисовать форму сигнала синхронизации приемников и ГС с рис. 25.

## 7. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

- структурную схему синхрогенератора;
- осциллограммы напряжений сигналов, вырабатываемых синхрогенератором (ССИ, СГИ, уравнивающие импульсы, врезки, КСИ, КГИ, ГС и ССП).



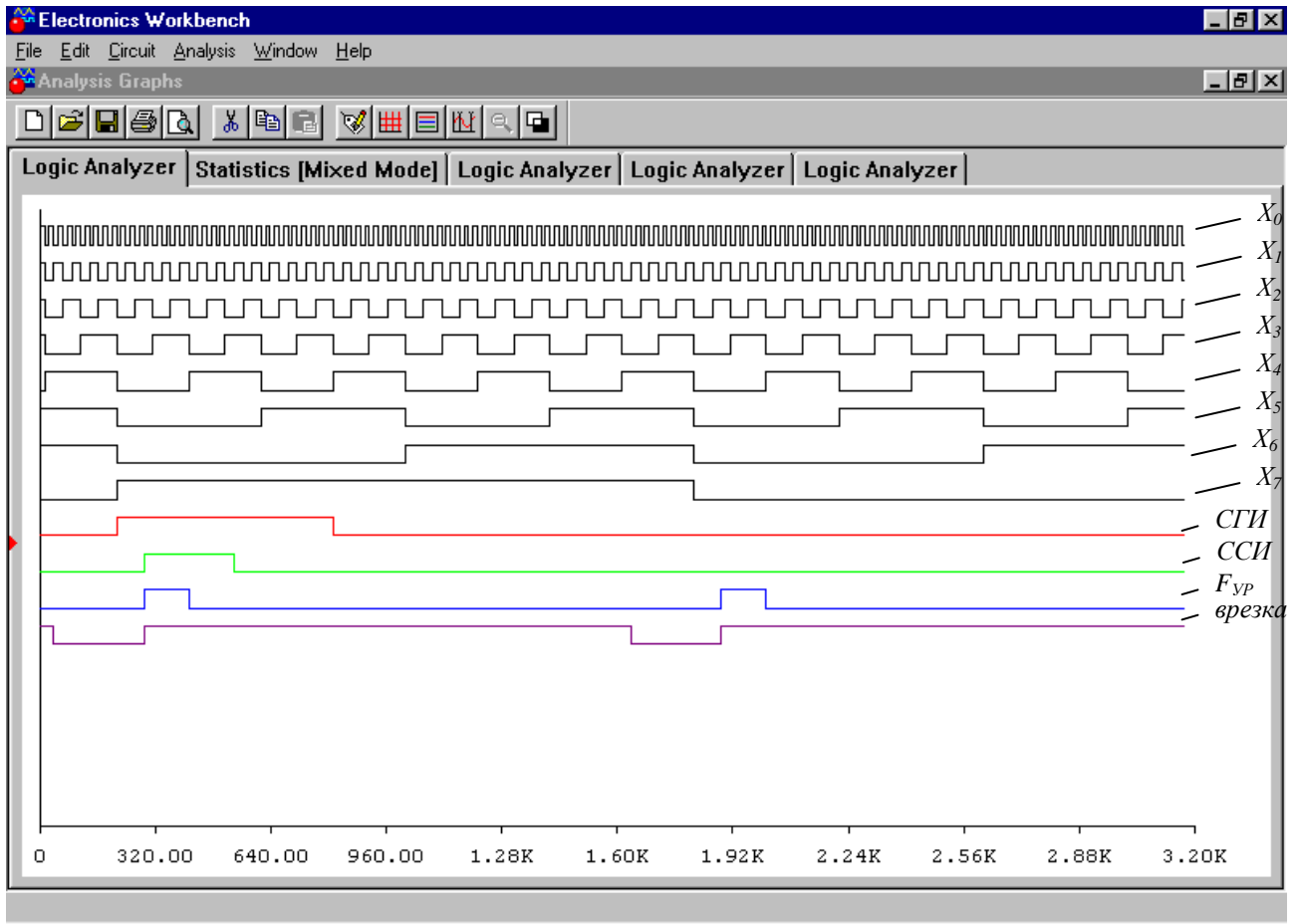


Рис. 23. Импульсы строчной частоты.

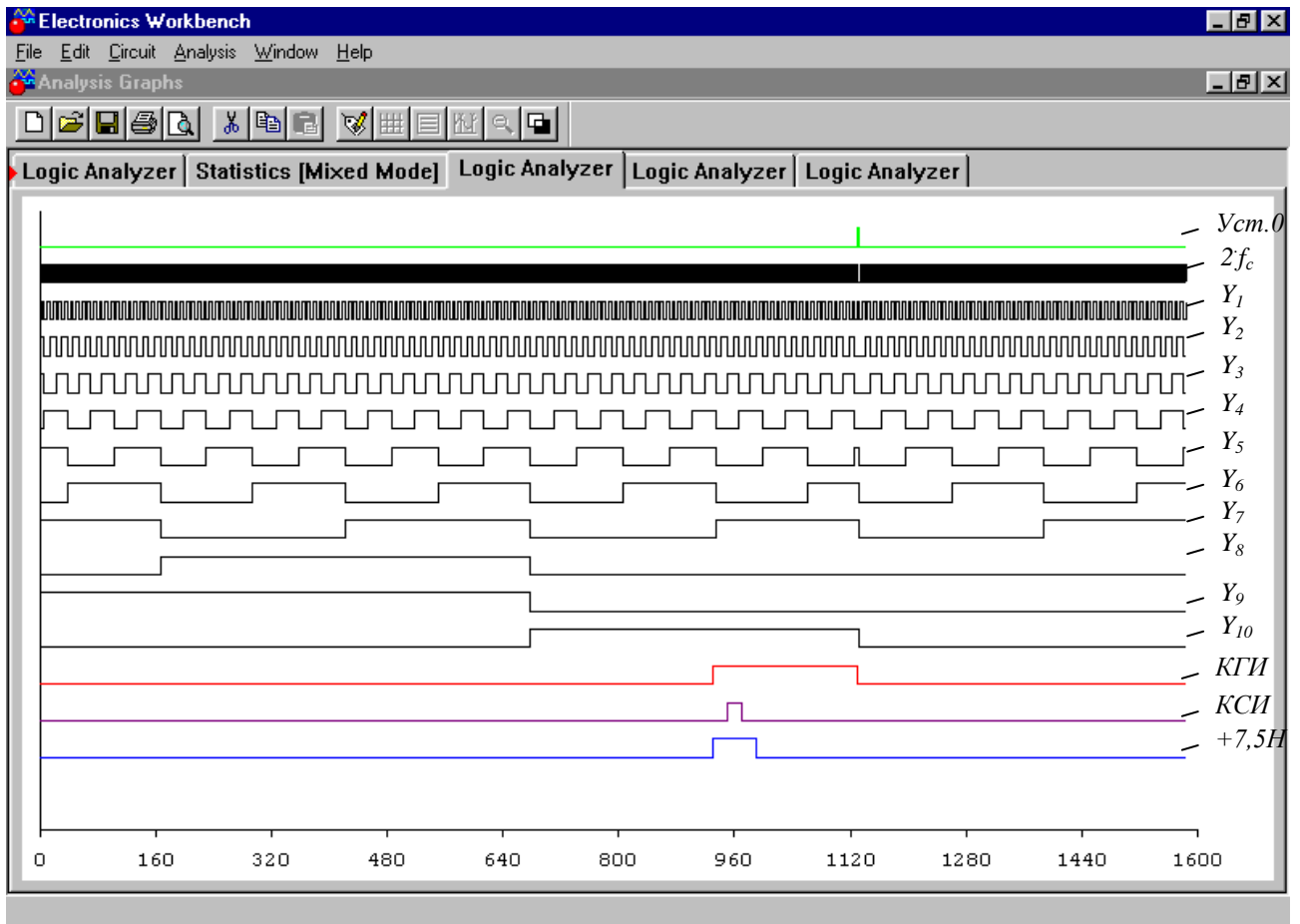


Рис. 24. Импульсы кадровой частоты.

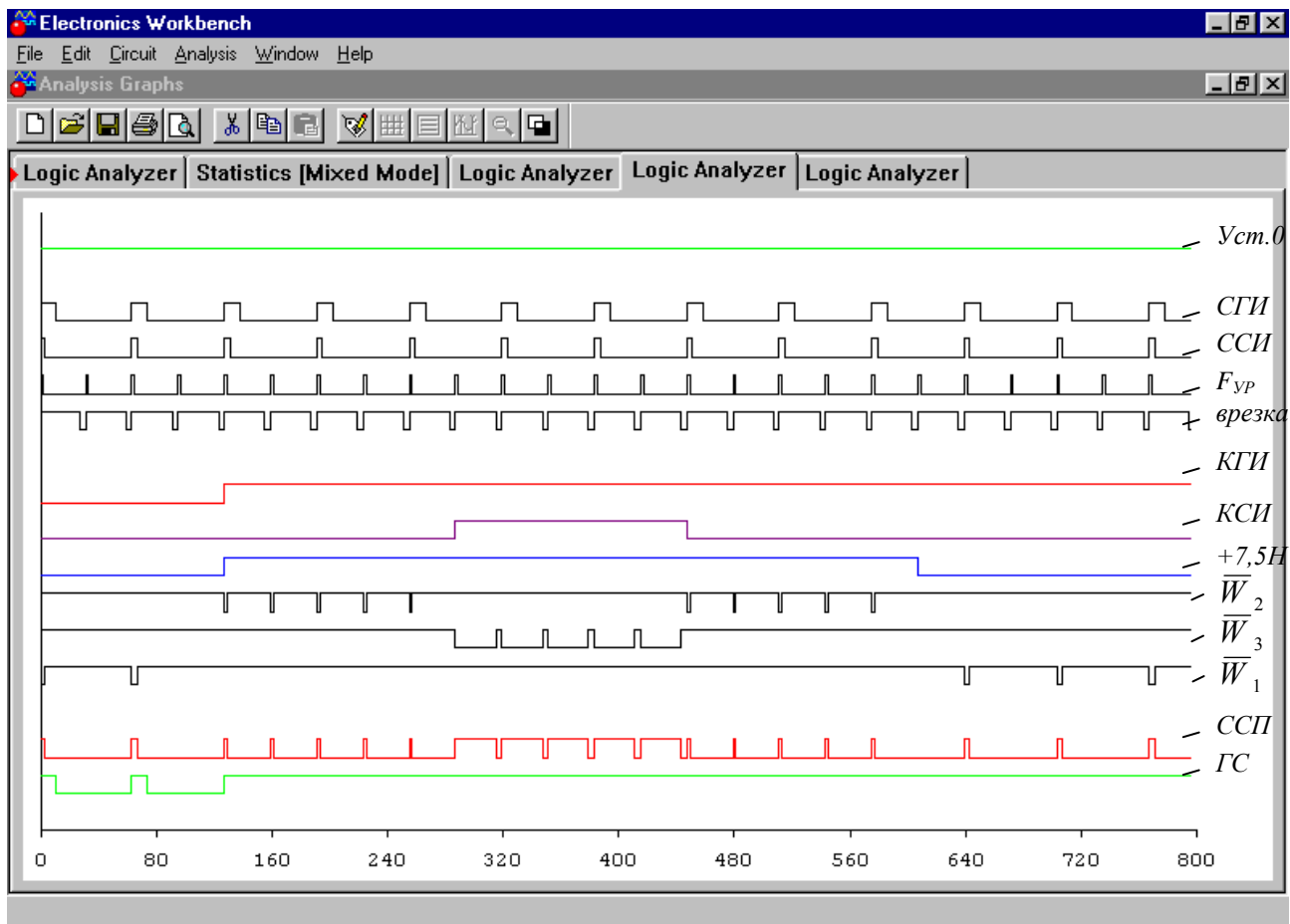


Рис. 25. Формирование ССП и ГС (крупный план).

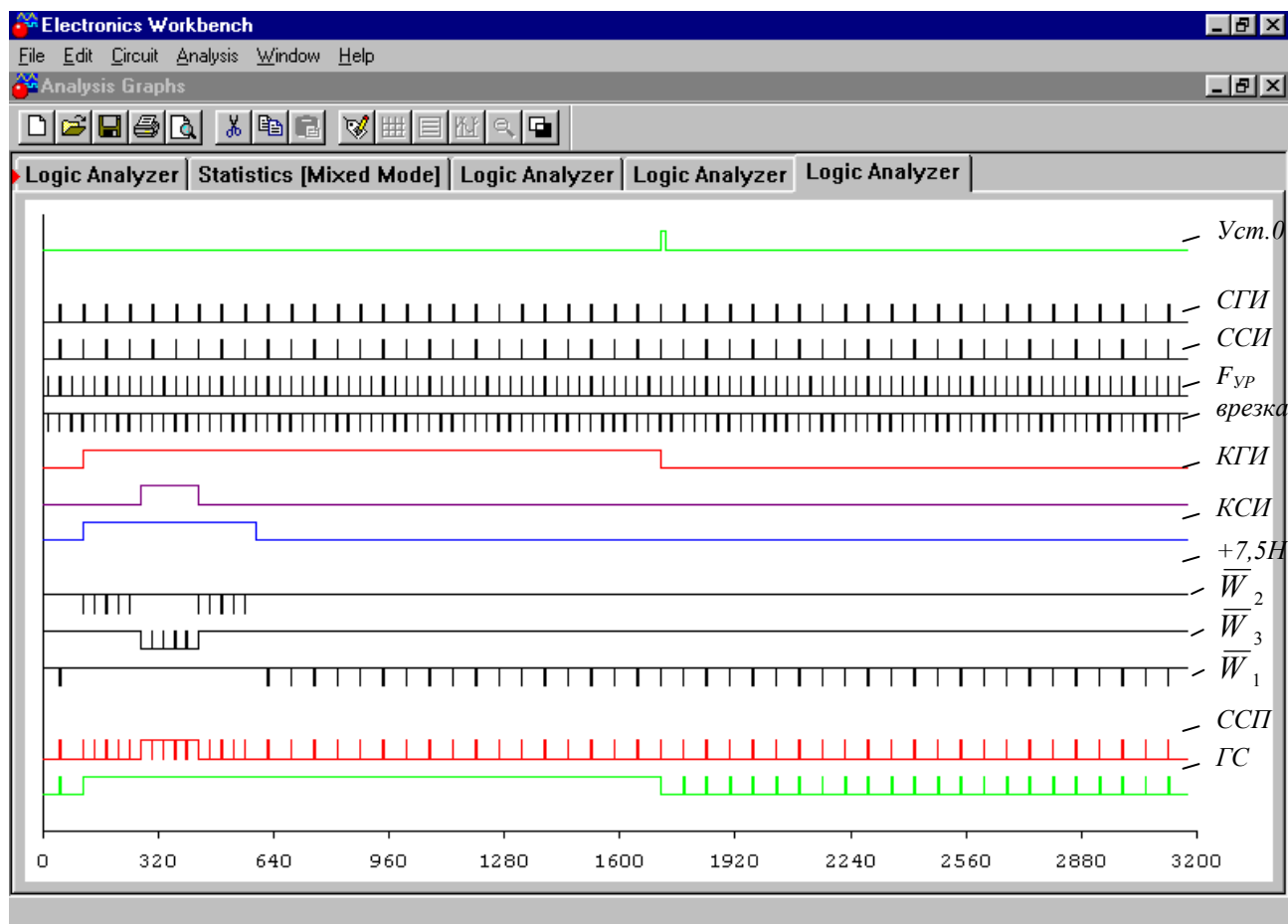


Рис. 26. Формирование ССП и ГС.