

#### **4.5. Описание временных диаграмм**

На листе «Диаграммы временные» представлены временные диаграммы работы устройства. Диаграммы отражают лишь логическую работу устройства и не показывают возможных задержек сигнала, которые могут появиться в схеме.

Сигналы приходящие по шине данных поступают асинхронно и не влияют на текущий счет.

**Тактовый генератор** на протяжении всей работы устройства генерирует прямоугольные импульсы с частотой 10 МГц.

После загрузки информации в регистры и приходе сигнала разрешения загрузки в счетчики (либо сигнал «Сброс канала», либо с элементов DD5), начинается счет. По окончании счета на **выходе счетчиков** образуется низкий уровень длительностью приблизительно 50 нс. Для увеличения длительности сигнала используется синхронный D-триггер, с прямого выхода которого сигнал передается на элементы DD5, на которых формируется импульс для следующей перезагрузки счетчиков. С инверсного выхода D-триггеров сигнал передается на асинхронные T-триггеры DD13, на прямых выходах которых образуется выходной сигнал требуемой длительности.

На временной диаграмме показан счет на длительность в 5 и в 6 импульсов (счет начинается с нуля). Как видно, что при перезагрузке (она, например, может произойти между 6 и 11 тактом) последовательность счета не нарушается. Например, с 12 по 17 такты могло прийти сколько угодно много информационных сигналов (в том числе они могли и вообще не прийти, то есть значение в регистрах не изменилось), но в счетчики попало последнее значение из регистров, а именно 6.

#### **4.6. Расчет быстродействия**

Для определения задержки формирования выходного сигнала проведем расчет быстродействия.

Данные о задержках на каждом типе ИМС приведены в табл. 8.

Таблица 8

Тип ИМС	$t_{зр}^{01}$ , нс	$t_{зр}^{10}$ , нс
К555ЛН1	21	18
К555ЛИ1	24	24
К555ИР27	25	23
К555ИД4	36	32
К555ТВ6	20	25
К555ИЕ6	16	18
К555ИЕ7	16	18

При нормальном функционировании устройства все элементы его работают на частоте, не превышающей 10 МГц, а некоторые и со значительно меньшей частотой.

Как видно из таблицы и с учетом заявленной тактовой частоты синхронных счетчиков ИЕ6 и ИЕ7 в 30 МГц, при частоте в 10 МГц схема будет функционировать нормально, и величины задержек не будут влиять на работу устройства.

Единственное на что будет влиять задержка – это на смещение выходного сигнала, а на длительность и кратность выходного сигнала тактовым импульсам генератора влияния не будет.

Рассчитаем максимальное время задержки формирования выходного сигнала с момента окончания сигнала перезагрузки данных:

$$t_{з.р.} = t_{ЛН1} + 2t_{ТВ6} + t_{ЛИ1} = 21 + 2 \cdot 25 + 24 = 95 \text{ нс}.$$

#### 4.7. Расчет потребляемой мощности

Полная мощность, потребляемая устройством, рассчитывается как сумма статической мощности и динамической мощности:

$$P_{полн} = P_{стат} + P_{дин} .$$

Статическая мощность считается по формуле:

$$P_{стат} = \sum_{i=1}^{17} P_{DDi} + P_{R5} ,$$

где  $P_{DDi}$  - мощность каждой ИМС, а  $P_{R5}$  - мощность, рассеиваемая на R5.

Данные по мощностям, потребляемые каждым типом микросхем приведены в табл. 9.

Таблица 9

Тип ИМС	Количество ИМС данного типа, шт	Максимальная мощность, потребляемая ИМС, мВт	Суммарная мощность, мВт
K555ЛН1	1	33	33
K555ЛИ1	1	44	44
K555ИР27	4	140	520
K555ИД4	1	50	50
K555ТВ6	2	40	80
K555ИЕ6	4	155	520
K555ИЕ7	4	155	520
		Итого:	1767

Рассеиваемая мощность на сопротивлении R5:

$$P_{R1} = \frac{U_{R5}^2}{R5} ,$$

где  $U_{R5}$  - напряжение, падающее на R5,  $R5$  - значение сопротивления R5.

Таким образом,

$$\sum_{i=1}^{17} P_{DDi} = 1767 \text{ мВт},$$

$$P_{R1} = \frac{(1,3 \text{ В})^2}{(1000 \text{ Ом})} = 1,69 \text{ мВт}.$$

Отсюда суммарная статическая мощность

$$P_{\text{стат}} = 1767 + 1,69 = 1768,69 \text{ мВт}.$$

Динамическая потребляемая мощность, определяется по формуле:

$$P_{\text{дин}} = C_0 \cdot U_{\text{пит}}^2 \cdot f_{\text{вх}} + N(C_{\text{нагр}} \cdot U_{\text{пит}}^2 \cdot f_{\text{вых}}), \text{ где}$$

$C_0$  - входная емкость ИМС ( $C_0 = 15 \text{ нФ}$ );

$U_{\text{пит}}$  - напряжение питания;

$C_{\text{нагр}}$  - емкость нагрузки ( $C_{\text{нагр}} = 30 \text{ нФ}$ );

$f_{\text{вх}}$  и  $f_{\text{вых}}$  - входная и выходная частоты соответственно,

$N$  - количество элементов, работающих на этой частоте.

Практически вся схема работает на частотах как минимум 1 МГц, на частоте 10 МГц работают лишь элементы DD3, DD4, DD6, DD10-DD12 и DD14. Поэтому для них имеет смысл рассчитать динамическую мощность:

$$P_{\text{дин}} = (15 \cdot 10^{-12})(5^2)(10 \cdot 10^6) + 10 \cdot (30 \cdot 10^{-12})(5^2)(10^6) = 0,00375 + 0,0075 = 11,25 \text{ мВт}$$

Таким образом,

$$P_{\text{полн}} = 1768,69 + 11,25 \approx 1780 \text{ мВт} = 1,78 \text{ Вт}.$$

Величина потребляемой мощности соответствует заявленной в техническом задании.