

1 200ЦЛ2

Преобразователь линейный 1 200ЦЛ2 представляет собой многоэлементный кремниевый фотоэлектрический прибор с самосканированием на принципе переноса заряда. Приборы предназначены для использования в телевизионной и оптико-электронной аппаратуре различного назначения, работающей в диапазоне длин волн от 0,36 до 1,05 мкм.

Преобразователи выпускаются в стандартном герметичном металлокерамическом корпусе, имеющем стеклянное входное окно. Линейная структура, выполненная в виде большой полупроводниковой ИС, расположена внутри корпуса.

Габаритные размеры прибора по корпусу без выводов составляют 29,1×14,7×3,95 мм (см. прибор 1 200ЦЛ1). Масса прибора не более 10 г.

Организация преобразователей. Преобразователи выполнены в виде фотоприемной линейки с числом элементов 2 048. Линейка представляет собой сочетание в одном кристалле накопительной области с фотодиодной светочувствительной структурой и двух сдвиговых ПЗС-регистров, расположенных по разные стороны накопительной области и отделенных от нее разрешающим затвором. Накопительная область состоит из фотодиодов, барьерного и накопительного затворов. Фоточувствительная линейка имеет 2 048 фотодиодов, 48 из которых (с 2 001 по 2 048) закрыты алюминиевым экраном и служат для отсчета уровня «черного» в строке, т. е. уровня сигнала, создаваемого темновыми токами в фотодиодных ячейках. В приборе имеется схема защиты выхода от тактовой помехи импульсного питания транзистора сброса.

Размеры фоточувствительных ячеек 12 мкм вдоль и 10 мкм поперек строки. Ячейки расположены с шагом 12 мкм.

Обозначение выводов фотоприемной матрицы приведено в табл. 4.47.

Таблица 4.47

Вывод	Наименование
1	Затвор транзистора сброса правый
2	Затвор выходной
3, 4, 22	Не подключать
5	Затвор экранирующий правого регистра
6	Затвор разрешающий правого регистра
7	Третий фазный электрод правого регистра
8	Второй фазный электрод правого регистра
9	Первый фазный электрод правого регистра
10	Затвор входной второй правый
11	Диод входной правый
12	Затвор накопительный
13	Затвор барьерный
14	Диод входной левый
15	Затвор входной
16	Затвор входной второй левый
17	Первый фазный электрод левого регистра
18	Второй фазный электрод левого регистра
19	Третий фазный электрод левого регистра
20	Затвор разрешающий левого регистра
21	Затвор экранирующий левого регистра
23	Питание транзистора сброса
24	Затвор транзистора сброса левый

Основные фотоэлектрические параметры при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

Вольтовая чувствительность от источника излучения типа «А», мВ/лк, не менее	8
Пороговая освещенность, лк, не более	0,75
Напряжение сигнала насыщения, В, не менее	0,5
Глубина модуляции напряжения сигнала на отметке 1 024 тв. линий на строку, %, не менее	50
Неравномерность чувствительности, %, не более	12
Неравномерность напряжения темнового сигнала, %, не более	5
Диапазон частот опроса, МГц	0,1 ... 3

Электрические параметры и режимы работы 1 200ЦЛ2 указаны в табл. 4.48.

Т а б л и ц а 4.48

Наименование параметра, единица измерения	Значение параметра			Выводы
	мини- маль- ное	типо- вое	макси- маль- ное	
Напряжение на затворе транзистора сброса, В:				
нижний уровень	0	-7	-10	1,24
верхний уровень	-10	-15	-20	1,24
Напряжение на разрешающем затворе правого регистра, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	6
верхний уровень	-10	-15	-20	6
Напряжение на фазных электродах, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	7, 8, 9, 17, 18, 19
верхний уровень	-10	-15	-20	7, 8, 9, 17, 18, 19
Напряжение на входном правом диоде, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	11
верхний уровень	-10	-20	-20	11
Напряжение на входном левом диоде, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	14
верхний уровень	-10	-20	-20	14
Напряжение на накопительном затворе, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	12
верхний уровень	-10	-15	-20	12
Напряжение на разрешающем затворе левого регистра, В:				
нижний уровень	0	-5	-10	20
верхний уровень	-10	-15	-20	20
Напряжение на экранирующих затворах правого и левого регистров, В	0	-13	-20	5,21
Напряжение на правом и левом вторых входных затворах, В	0	-7	-20	10,16
Напряжение на барьерном затворе, В	0	-7	-20	13
Напряжение на входном затворе, В	0	-6	-20	15
Напряжение питания транзистора сброса, В	0	-15	-20	23
Напряжение на выходном затворе, В	0	-10	-20	2

Примечание. Значения напряжений приведены относительно общей точки — подложки.

Линейный ФПЗС типа К1200ЦЛ2. Это линейный ФПЗС на 2048 элементов разложения с фотодиодными ячейками, двухрегистровый, трехфазный. В выходном устройстве транзистор сброса снабжен экранирующим затвором, что позволяет уменьшить наводку от импульсов сброса, но снижает чувствительность, так как часть информационного заряда, локализованная под экранирующим затвором, для индикации оказывается потерянной. Кроме того, снижается предельная тактовая частота из-за увеличения длины канала транзистора сброса и уменьшения, поэтому его быстродействия. Если быстродействие не играет существенной роли, выгодно перевести рабочую точку транзистора сброса в область пологих характеристик. Сопротивление канала транзистора при этом возрастает и наводка от импульсов сброса снижается в 4...5 раз.

Несмотря на отсутствие устройства антиблуминга, возможна работа К1200ЦЛ2 с защитой от локальных пересветок. Для этого жертвуют одним из регистров (число элементов разложения уменьшается до 1024), т. е. на все его электроды и соответствующий разрешающий затвор подают смещение высокого уровня. Избыточные фотогенерированные носители из рабочих ячеек, минуя стоп-канальные области, попадают в соседние ячейки, затем в антиблуминговый регистр, объединенные потенциальные ямы которого служат для них стоком, и, наконец, через входное и выходное устройства — во внешнюю цепь. Частотно-контрастная характеристика К1200ЦЛ2, включенного таким образом, лучше, чем у 1024-элементного К1200ЦЛ1, так как геометрическая составляющая частотно-контрастной характеристики (ЧКХ) определяется непримыкающими друг к другу апертурами фотоячеек.

Выпускается К1200ЦЛ2 в металлокерамическом корпусе с 24 выводами, аналогичном корпусу К1200ЦЛ1 (но несколько большим по длине) с сапфировым оптическим окном и пластмассовой блендой. Основные параметры К1200ЦЛ2 :

Напряжение насыщения выходного сигнала, В	Не менее 1
Интегральная чувствительность при времени накопления 4 мс, В/лк	Не менее $8,2 \cdot 10^{-3}$
Неравномерность интегральной чувствительности, %	Не более 10
Коэффициент передачи модуляции на 1024 ТВ-линиях, %	Не менее 50
Неравномерность темнового сигнала при времени накопления 4 мс, % от сигнала насыщения	Не более 3
Емкость фазы регистра	400 пФ
Емкость накопительного затвора	200 пФ

Регистры $P1$ и $P2$ с поверхностным каналом p -типа снабжены независимыми входными и выходными устройствами. Фотодиодные ячейки размером 12×10 мкм² расположены с шагом 12 мкм и отделены друг от друга стоп-канальной областью, выполненной в форме серпантина, чем обеспечивается черезэлементное считывание зарядовых пакетов по двум регистрам (рис. 4.3). Накопительная область сформирована из фотодиодных ячеек Φ и МОП-накопителей (под общим накопительным затвором $H3$), разделенных барьерным затвором $B3$. Введение барьерного затвора позволяет независимо от смещения на накопительном затворе регулировать обратное смещение ФД. Для отсчета уровня черного в строке 48 фотодиодов (2001 ... 2048) закрыты слоем алюминия.

Передача зарядовых пакетов в регистры считывания $P1$, $P2$ производится под электроды второй, третьей либо обеих фаз вместе, т. е. на время передачи (соответствует длительности импульса T_c на разрешающих затворах $P34$ или $P32$) указанные фазы должны находиться под смещением высокого уровня. Каждый транспортный регистр содержит, как и в К1200ЦЛ1, по 1032 элемента, из которых восемь элементов (семь у выхода и один у входа) служат для привязки к уровню фона. Регистры начинаются электродом первой фазы и заканчиваются электродом третьей фазы. На рис. 4.4 ($ZTC1$, $ZTC2$ — затворы транзисторов сброса) приведена тактовая диаграмма работы К1200ЦЛ2. Для того чтобы мультиплексировать выходные сигналы обоих регистров, фазы регистров должны быть сдвинуты относительно друг друга.

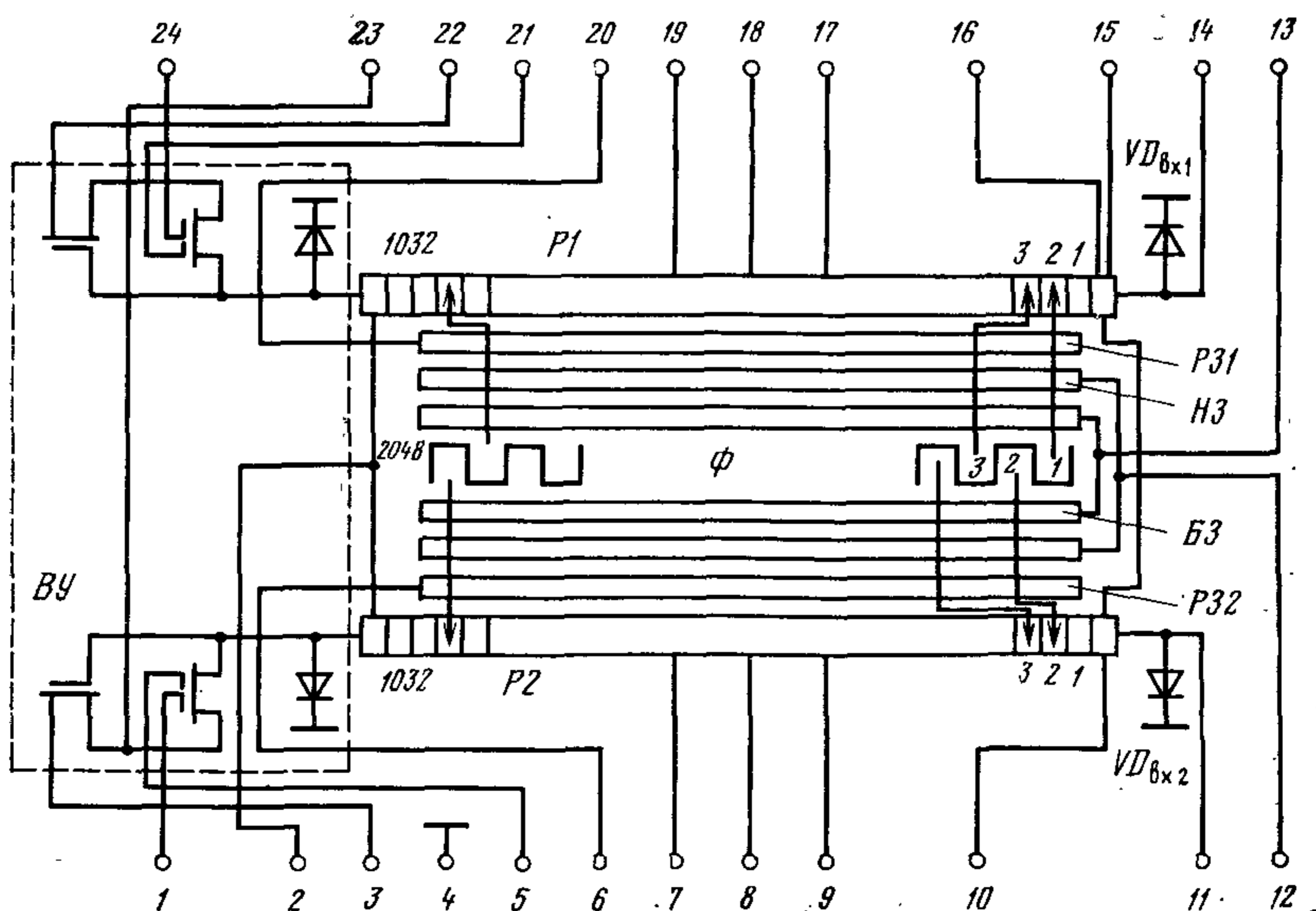


Рис. 4.3. Структурная схема линейного ФПЗС К1200ЦЛ2

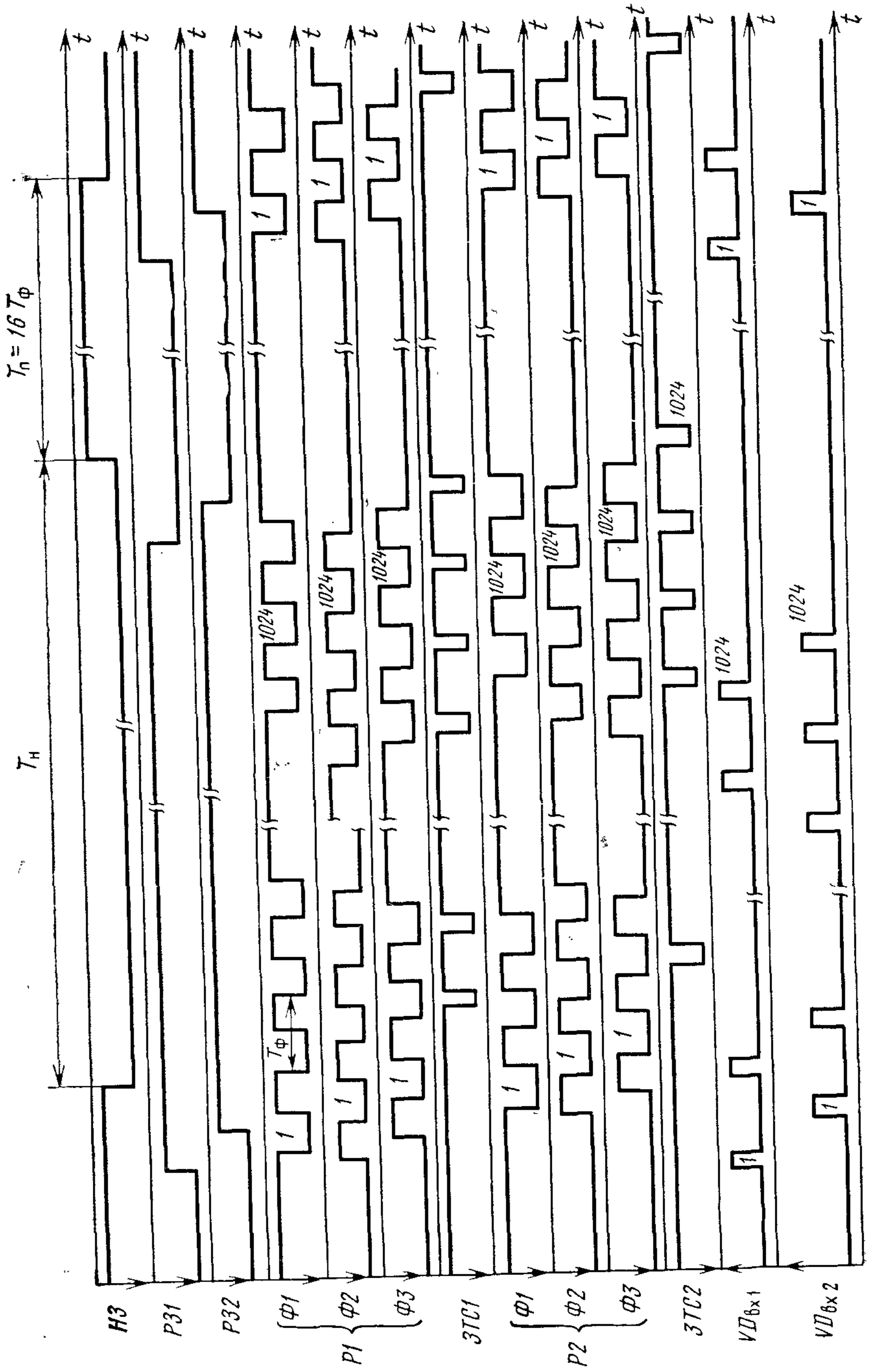


Рис. 4.4. Тактовая диаграмма ФПЗС К1200ЦЛ2

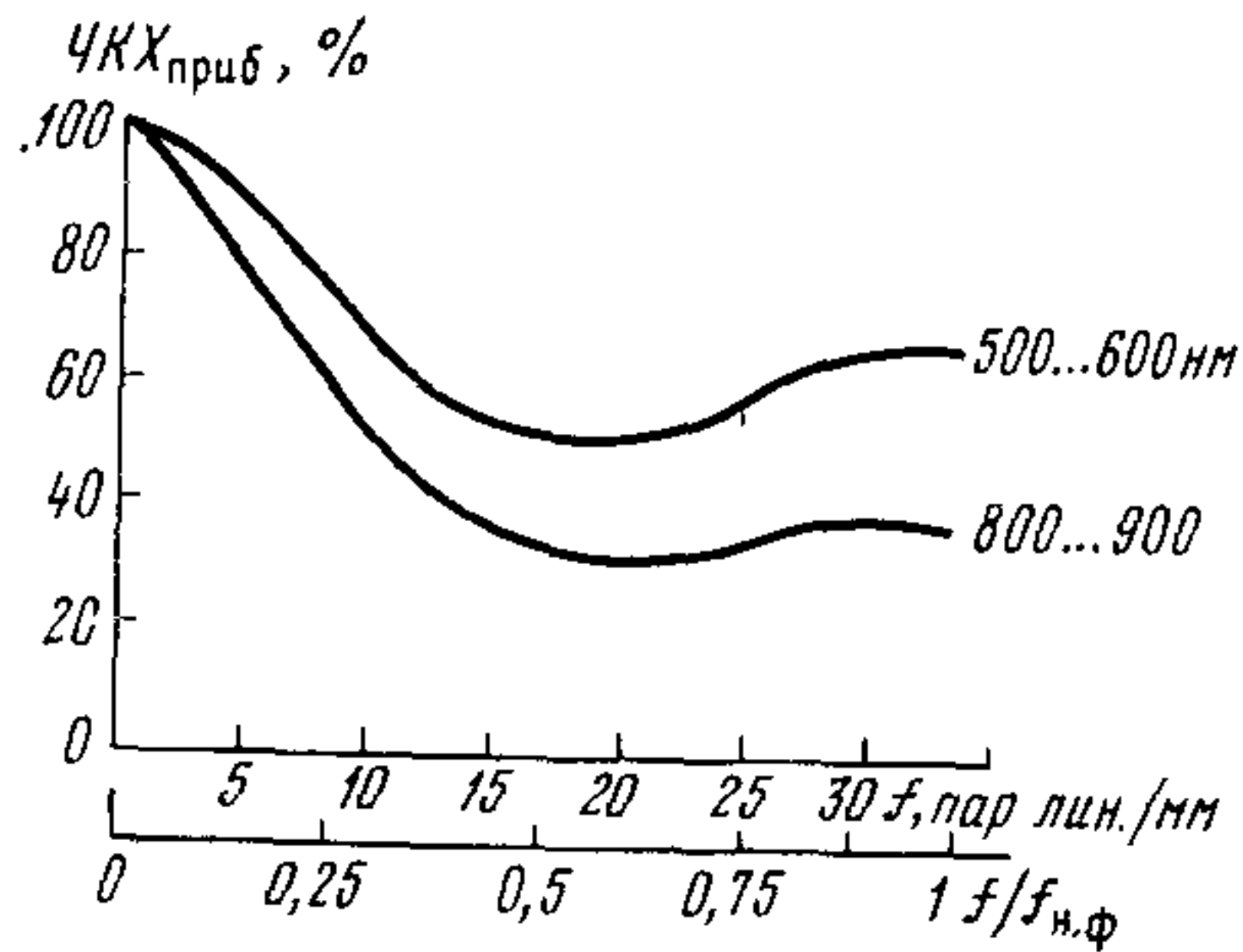


Рис. 4.5. Частотно-контрастная характеристика К1200ЦЛ2

Выходное устройство ВУ состоит из плавающей диффузионной области, транзистора сброса с дополнительным экранирующим затвором и однокаскадного истокового повторителя с внешней нагрузкой в несколько килоом. Для управления транзистором сброса может быть использована импульсная последовательность третьей фазы. Проводятся данные о пороговой освещенности К1200ЦЛ2 (для десяти образцов) как функции времени на-

копления. Без охлаждения пороговая освещенность составляла 10 0,1 лк у худшего и лучшего приборов соответственно. Применение компенсации темнового тока снижает эти значения до 3 и 0,03 лк. Компенсация осуществлялась следующим образом: в транспортный регистр электрически вводили инвертированный темновой сигнал, полученный заранее путем остановки регистра на время, равное времени накопления, в результате чего при считывании фотогенерированных зарядовых пакетов темновая составляющая подавлялась. Применение фотодиодных ячеек заметно улучшает спектральную характеристику чувствительности К1200ЦЛ2 (рис. 4.2) по сравнению с ФПЗС, имеющими МОП-накопители: на длине волны 0,45 мкм чувствительность превышает 35%, а на длине волны 0,4 мкм составляет примерно 10% от максимального значения. Частотно-контрастная характеристика К1200ЦЛ2 показана на рис. 4.5 для двух диапазонов длин волн

Заметно ухудшение ЧКХ из-за диффузионного размывания зарядов, генерированных в глубине подложки длинноволновыми фотонами. Минимум ЧКХ на половине частоты Найквиста характерен для двухрегистровой конструкции линейного ФПЗС (К1200ЦЛ2). Объясняется это тем, что пространственная частота, равная половине частоты Найквиста для фотоячеек $f_{н.ф}$, для транспортного регистра является частотой Найквиста, при которой чередуются заполненные и пустые ямы и влияние неэффективности переноса на работу регистра максимально. При пространственных частотах $f_{н.ф}/2 < f \leq f_{н.ф}$ влияние неэффективности переноса ослабевает с увеличением частоты и при $f = f_{н.ф}$ значение коэффициента модуляции не зависит от неэффективности переноса, так как в одном регистре все потенциальные ямы будут заполненными, а во втором — пустыми.