

УПРАВЛЕНИЕ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ДИСПЛЕЯМИ

Каждый сегмент жидкокристаллического дисплея упрощенно может быть представлен в виде цепи, состоящей из конденсатора C , параллельного очень высокому активному сопротивлению $R_{ЖК}$; кроме того, должно учитываться небольшое сопротивление $R_Э$ электродов и токоподводящих дорожек (см рис. 1):

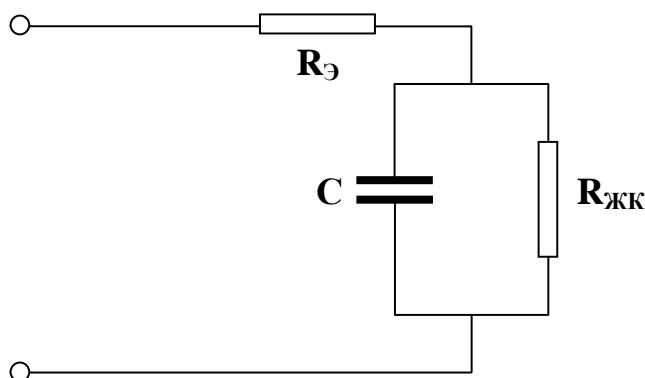


Рис. 1

Упрощенная электрическая схема жидкокристаллического элемента.

$R_Э$ - сопротивление электродов и токоподводящих дорожек (типичное значение – от 20 до 200 Ω);

$R_{ЖК}$ - сопротивление жидкокристаллического слоя между электродами, формирующими сегмент изображения (типичное значение – более 1 $M\Omega$);

C - межэлектродная емкость (типичное значение – 1.5 нФ/см²).

Поскольку жидкокристаллическое вещество имеет анизотропные свойства, емкость C зависит от приложенного напряжения: под напряжением 3...5 В она может быть в 5 раз больше, чем при пороговом напряжении.

Наложение постоянного напряжения ускоряет электрохимические реакции, что значительно сокращает срок службы ЖК-дисплея. По этой причине управление должно осуществляться переменным напряжением с максимальной постоянной компонентой 100...150 мВ.

Частота управляющего напряжения должна быть не менее 30 Гц. При более низких частотах глаз отчетливо видит мерцание изображения. При напряжении 5.0В и частоте 32 Гц обычное значение плотности тока потребления – 1.5...2.0 мкА/см². Значение плотности тока с ростом частоты также возрастает (обычно в 8...9 раз при увеличении частоты с 32 до 320 Гц). По этим причинам без особой необходимости не рекомендуется увеличивать частоту более 64...100 Гц.

Однако в ряде применений (высокоинформативные экраны с большим количеством строк, быстродействующие шторки для стерео применений и т.д.) частота приложенного напряжения должна быть выше (см ниже). В этих случаях не рекомендуется увеличивать частоту более чем до 2 кГц, иначе возникают существенные искажения формы прикладываемого напряжения, резкое падение контраста и прочие дефекты.

Еще один момент, который необходимо учитывать при выборе частоты питающего напряжения – во избежание мерцания она не должна накладываться на частоту источника подсветки.

Способы управления жидкокристаллическими дисплеями

Различают статический (или прямой) способ управления сегментами ЖК-дисплея и мультиплексный.

Как известно, ЖК-дисплей имеет две пластины с прозрачными проводящими покрытиями заданной конфигурации на внутренних сторонах.

Электрод на одной из пластин является общим для всех или для нескольких сегментов, он и его контакт обозначаются «общий», «общий 1», «общий 2» и т.д. На них подается общий (или общий для группы) сигнал.

Сигнал, необходимый для разделения сегментов на включенные и выключенные, подается на электрод второй пластины. Он поделен либо на изолированные друг от друга сегменты, соответствующие сегментам изображения, или на группы, объединяющие несколько сегментов. Контакт каждого такого электрода обозначается по наименованию соответствующего элемента изображения (например, A1; A1, B1; A1, B1, C1 и т.д.) Управляющий импульс называется информационным, а электрод этой пластины – сегментным.

Статическое управление

При статическом управлении имеется единственный электрод и каждый сегмент изображения имеет свой вывод, соединенные с соответствующим выводом управляющей микросхемы.

Форма напряжений, подаваемых при статическом управлении, приведены на рис. 2.

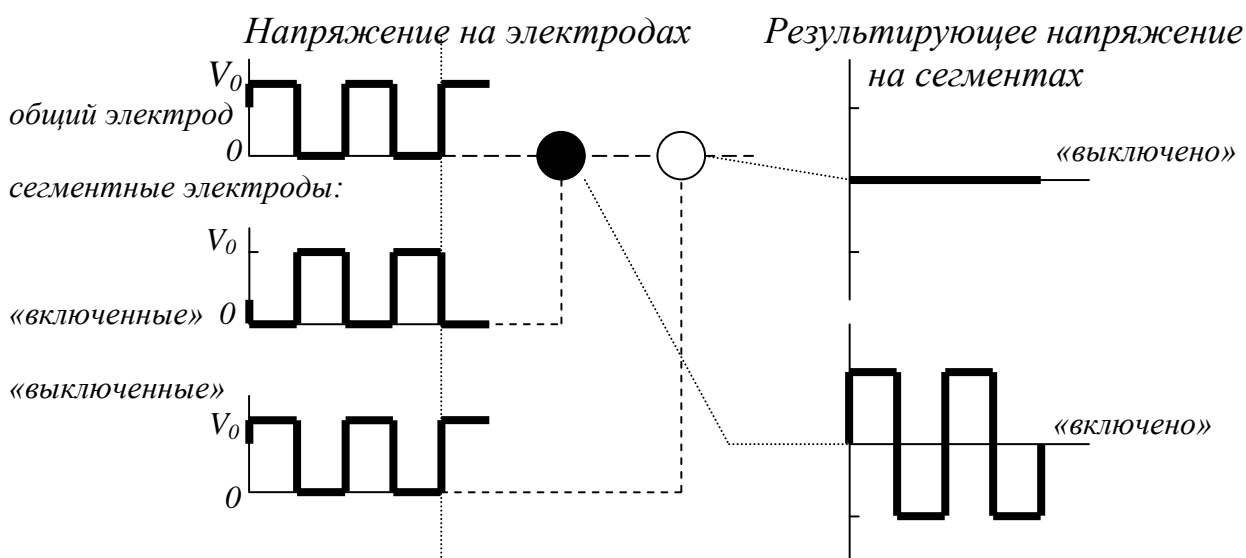


Рис. 2 Типичная форма сигналов при статическом управлении

$$(V_{\text{RMS}})_{\text{ВКЛ}} = V_0 \quad (V_{\text{RMS}})_{\text{ВЫКЛ}} = 0$$

При этом способе управления на электроды подаются прямоугольные импульсы амплитудным значением V_0 , превышающем напряжение

насыщения $V_{\text{нас}}$. При этом на включаемые элементы сигнал подается в противофазе с сигналом на общем электроде, а на выключенные – в фазе с ним. В результате среднеквадратичное напряжение на включенных элементах $V_{\text{RMS}} = V_0$, а на выключенных $V_{\text{RMS}} = 0$.

Преимуществами статического управления являются высокий контраст, большой угол обзора, малые времена реакции и релаксации, низкая чувствительность к колебаниям напряжения, широкий диапазон рабочих температур.

Недостатком статического управления является большое число контактов и, соответственно, выводов микросхем. Это становится серьезной проблемой для дисплеев с высокой информативностью. Кроме того, при сложных топологиях не всегда можно спроектировать индивидуальную разводку каждого сегмента изображения.

Мультиплексное управление

Для высокоинформативных дисплеев используется матричные принципы формирования электродов. Сегменты соединяются в группы, а один общий электрод делится на несколько более мелких. Т.о., каждый сегмент изображения определяется как элемент на пересечении своего сегментного и общего электродов. Указываемый при этом *уровень мультиплексирования* (2:1, 3:1, 4:1 и т.д.) соответствует числу общих электродов (или сегментов на одном контакте).

При мультиплексном управлении число выводов резко сокращается.

Число выводов 144-сегментного ЖК-дисплея при различных уровнях мультиплексирования указано в таблице 1:

Таблица 1

Уровень мультиплексирования	1:1 (статика)	2:1	3:1	4:1	8:1
Число выводов	145	74	51	40	26

В общем случае, если число групп сегментов N , а общих электродов – M , то при уровне мультиплексирования M число контактов (и требуемого количества выводов микросхем) равно $(N+M)$. При статическом управлении для этого потребовалось бы $(NM+1)$ выводов. При $N=100$ и $M=200$ разница составляет 19 701 контактов, а количество необходимых для управления 160-выводных микросхем уменьшается со 126-ти до 2-х.

Рекомендуемые формы управляющих сигналов (напряжений) для типичных уровней мультиплексирования (2:1, 3:1, 4:1) приведены на рис. 3...5, соответственно (везде f – частота подаваемого напряжения).

Недостатком таких дисплеев является наличие ненулевого напряжения на выключенных сегментах. Требование отсутствия подсветки выключенных сегментов при мультиплексном управлении ограничивает амплитуду приложенного напряжения, что снижает контраст и ухудшает временные характеристики. Более того, при наблюдении под большими углами

выключенные элементы мультиплексного дисплея в большинстве случаев «подсвечиваются» и это не считается дефектом. Из-за температурного дрейфа порогового напряжения при повышении температуры эффект подсветки возрастает, а при понижении – напряжение насыщения увеличивается и электрооптические характеристики при фиксированном значении амплитуды напряжения V_0 ухудшаются.

Иногда для устранения эффекта дрейфа в схеме управления предусматривается ручная или автоматическая подстройка порогового напряжения.

Напряжение на электродах

Результирующее напряжение на сегментах

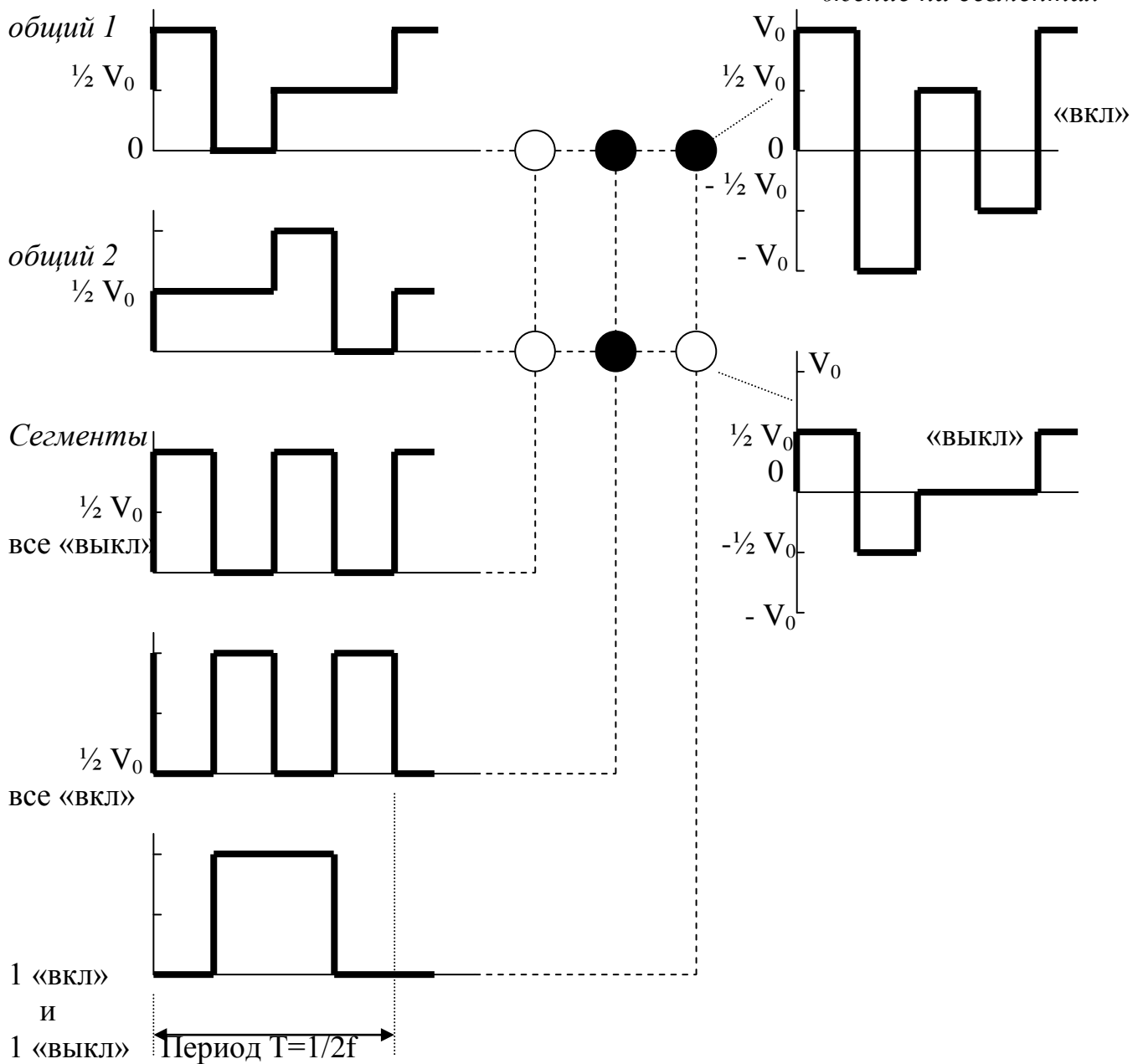


Рис. 3. Типичная форма сигналов при уровне мультиплексирования 2:1

$$(V_{\text{RMS}})_{\text{ВКЛ}} = 0,791V_0 \quad (V_{\text{RMS}})_{\text{ВЫКЛ}} = 0,354 V_0$$

Напряжение на электродах

Результирующее напряжение на сегментах

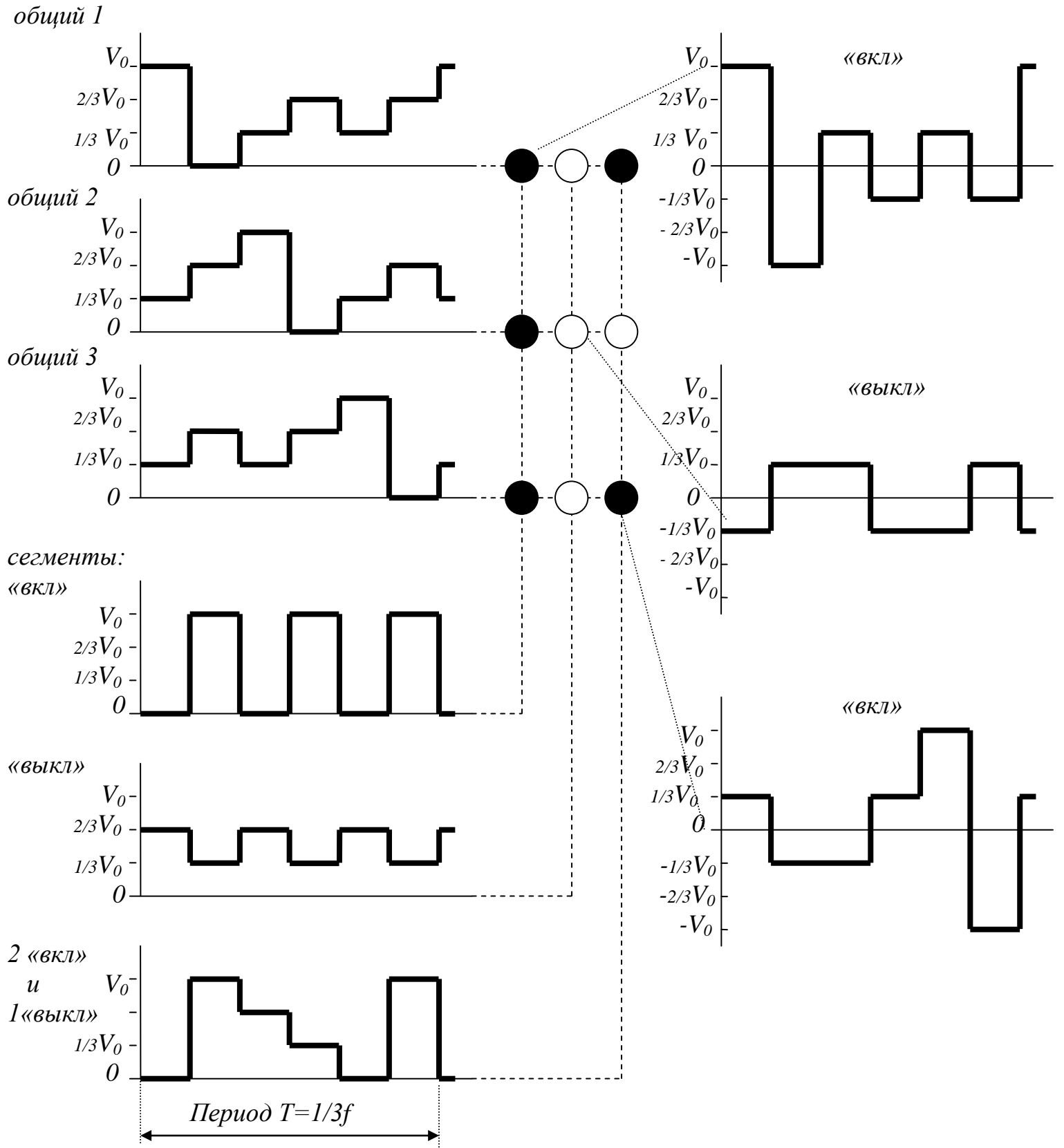
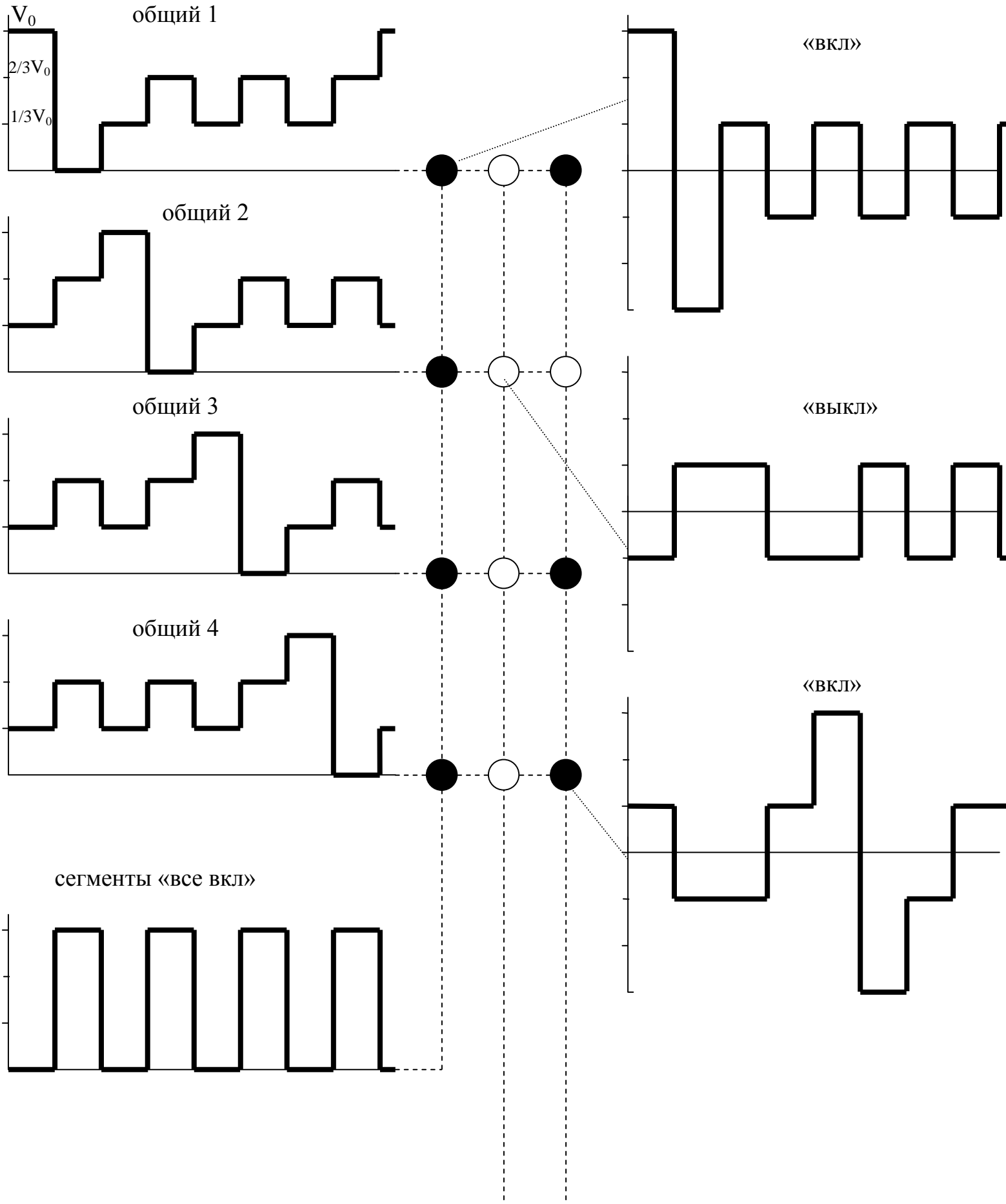


Рис. 4. Типичная форма сигналов при уровне мультиплексирования 3:1
 $(V_{RMS})_{ВКЛ} = 0,638V_0$ $(V_{RMS})_{ВЫКЛ} = 0,333 V_0$

Напряжение на электродах

Результирующее напряжение на сегментах



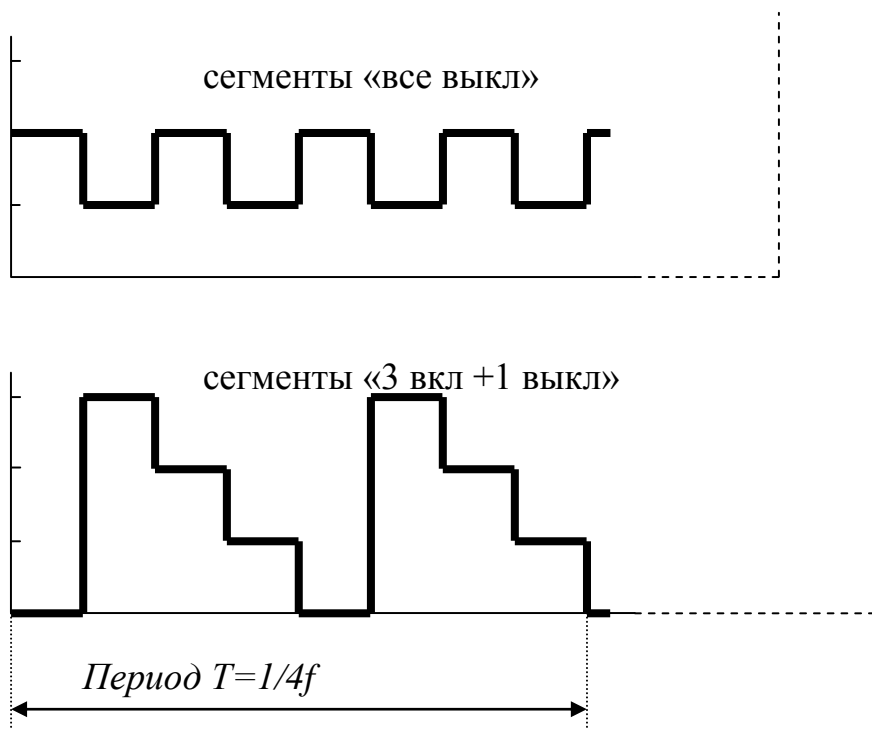


Рис. 5. Типичная форма сигналов при уровне мультиплексирования 4:1
 $(V_{\text{RMS}})_{\text{ВКЛ}} = 0,577V_0$ $(V_{\text{RMS}})_{\text{ВЫКЛ}} = 0,333 V_0$

Форма сигналов может отличаться от показанной на рис. 3...5, поэтому важным показателем режима управления является отношение амплитуд максимального напряжения и минимального изменения амплитуды (шага). Например, на рис. 3 использован режим $V:2V$, а на рис. 4 и 5 показаны варианты сигналов для режима $V:3V$.

Из рис. 2...5 видно, что частота подаваемого напряжения при уровне мультиплексирования $N:1$ увеличивается в N раз относительно частоты смены информации при статическом способе управления.

Аналогично выглядят эпюры напряжений и при более высоких уровнях мультиплексирования. Главным принципом при этом является:

- последовательное прохождение по общим (для матриц – строчным) электродам стробирующего импульса;
- для формирования изображения записываемого общего (строчного) электрода на сегментные (для матриц – столбцовые) электроды включаемых элементов сигнал подается в противофазе со стробирующим импульсом;
- для отключения изображения записываемого общего (строчного) электрода на сегментные (для матриц – столбцовые) электроды выключаемых элементов сигнал подается в фазе со стробирующим импульсом.

Оптимальные значения среднеквадратичных напряжений $(V_{\text{RMS}})_{\text{ВКЛ}}$ (на включенных элементах) и $(V_{\text{RMS}})_{\text{ВЫКЛ}}$ (на выключенных элементах), крутизна

вольт-контрастной характеристики ρ и рекомендованного отношения амплитудного напряжения V_0 к пороговому V_{Π} для различных уровней мультиплексирования K представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Уровень мультиплексирования							
	2:1	3:1	4:1	8:1	16:1	24:1	32:1	N
K	2	2	2...3	3...4	5	5...6	6...7	$\sqrt{N} + 1$ (обычно округляют до целого значения в ту или другую сторону)
$(V_{RMS})_{ВКЛ}$	$0.791V_0$	$0.638V_0$	$0.577V_0$	$0.430V_0$	$0.316V_0$	$0.263V_0$	$0.230V_0$	$V_0 \sqrt{\frac{1 + \sqrt{N-1}}{N + \sqrt{N-1}}}$
$(V_{RMS})_{ВЫКЛ}$	$0.354V_0$	$0.333V_0$	$0.333V_0$	$0.297V_0$	$0.245V_0$	$0.214V_0$	$0.193V_0$	$V_0 \sqrt{\frac{2\sqrt{N-1}}{\sqrt{N} + \sqrt{N-1}}}$
ρ	2.236	1.915	1.732	1.447	1.291	1.230	1.196	$\frac{\sqrt{N+1}}{\sqrt{N-1}}$
V_0/V_{Π}	3.15	2.97	3.00	3.37	4.08	4.68	5.19	$\frac{\sqrt{N+1}}{\sqrt{2(1 - \frac{1}{\sqrt{N}})}}$