

Конечные автоматы, диаграммы состояний, алгоритмы.

Цифровые схемы могут находиться только в определённых состояниях. Все реальные цифровые схемы имеют конечное число таких состояний и иногда их называют конечными автоматами.

Затем я зачитываю, а ученики прослушивают «не под запись» фрагмент книги, во время чтения книги я показываю картинку «мир вещей, мир идей, мир знаков». Книга: Гомоюнов К.К. «Совершенствование преподавания общенаучных и технических дисциплин: Методологические аспекты анализа и построения учебных текстов». Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1993.

Сто процентов учащихся и специалистов встречаются с необходимостью в понимании ранее произведенного знания, изложенного в книге или лекции.

Мышление и язык. Довольно часто встречаются выражения "передача знаний", "приобретение знаний" и т.п. Распространено мнение, будто в процессе общения люди сообщают друг другу свои мысли, идеи. Однако исследователи, изучавшие общение людей, давно поняли, что обмениваемся мы не мыслями. Мысли каждого человека сугубо индивидуальны. Другими людьми они непосредственно не воспринимаются. Если я намерен сообщить кому-то свои мысли, я должен объективировать их в какой-либо знаковой форме – на естественном (словесном) языке, в виде математических выкладок, рисунков, схем, чертежей, скульптур, и т.п. Таким образом, читатель или слушатель (реципиент) имеет дело не с моими мыслями непосредственно, а с письменной или устной речью (текстами), формулами, чертежами и т.д. Воспринимаемые им знаковые конструкции служат сигналом для возникновения в его голове собственных мыслей, неизбежно отличающихся от моих. Если я хочу, чтобы отличия были несущественны, я должен позаботиться о логической непротиворечивости изложения, безупречности грамматической формы и о взаимно-однозначном соответствии между словами, математическими символами, условными графическими обозначениями на чертежах и схемах, с одной стороны, и предметами мысли – с другой. Поэтому мы должны точно знать, чьим именем является каждое слово нашего языка и каждый знак, используемый в других знаковых системах. (Отсюда, в частности, следует, что бессмысленно, на пример, спрашивать "Что такое энергия?". Вопрос надо формулировать иначе, в номинальном плане: "Есть термин энергия. Что он означает какой предмет мысли он обозначает?") Таким образом, важнейшим условием, определяющим успех понимания, является качество текста.

Предмет мысли. Действительное понимание невозможно без осознания того, о чем мы размышляем, т.е. без разговора о предмете мысли. Мы используем словосочетание "предмет мысли", не задумываясь о его значении. Однако уяснение его смысла позволяет многое упорядочить. Очевидно, что размышлять мы можем о чем угодно. Следовательно, предметом мысли может быть, во-первых, объективная реальность - внешний мир (мир вещей). Во-вторых, субъективная (психическая) реальность – внутренний мир человека. В-третьих, мир знаков - естественный и искусственные языки, которые мы применяем для выражения (объективирования) феноменов психической реальности. И, в-четвертых, отношения между ними. Как известно, психическую реальность принято делить на чувства и мысли (эмоциональную и рациональную сферы). Поскольку мы рассуждаем о естественнонаучных и технических текстах, в которых выражены мысли (идеи), а не чувства, эмоциональную сферу мы исключаем из дальнейшего рассмотрения. Таким образом, выражение (термин) предмет мысли обозначает универсальное множество, включающее в себя всё то, о чем мы можем размышлять. При анализе научно-технического знания необходимо рассматривать три подмножества этого множества - мир вещей, мир идей и мир знаков. К миру вещей мы будем относить не только сами вещи, но также их отношения, свойства (способности), явления (феномены, эффекты), процессы, события, состояния, т. е. все то, что наблюдается в объективном мире. К миру идей

отнесем ощущения, восприятия, представления (чувственная ступень познания) главные формы мысли – понятия, суждения и умозаключения (логическая ступень познания). Мир знаков включает в себя естественный язык (звуковую и письменную речь, т. е. тексты) интонационную окраску голоса, жесты, мимику, типографские выделения, а также искусственные языки – язык схем, чертежей, математических выкладок, графиков и т. п. Из сказанного, в частности, следует, что значение термина может быть предмет, принадлежащий к любому из трех миров – миру вещей, миру идей или миру знаков. Иными словами, термины могут служить именами вещей, именами идей и именами имён (шире – именами знаков). Кроме того, для достижения понимания важнейшее значение имеют слова, выражающие отношения между мирами вещей, идей и знаков. Нередко случается, что один и тот же термин в разных контекстах обозначает то одно, то другое, то третье. Например, в предложении "Атом водорода содержит один электрон" термин электрон является именем предмета из мира вещей, а в предложении "Электрон и дырка – важнейшие понятия теории полупроводников" он же обозначает понятие, т. е. предмет из мира идей. И, наконец, в предложении "Электрон – имя существительное" речь идет о слове электрон, т. е. в данном случае мы имеем дело с именем имени (знака). Давно принято имена имен выделять курсивом либо кавычками, для различения же имен вещей и имен идей выделения пока не предусмотрено, что часто приводит к неправильному пониманию текста.

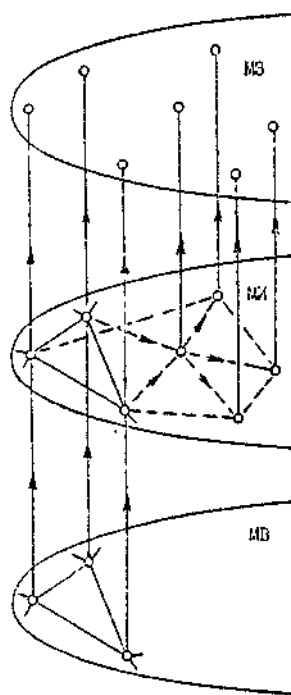


Рис. 1.

Уяснению некоторых вопросов, связанных с отношениями предметов, принадлежащих к разным мирам, может способствовать схема, показанная на рис. 1. Пользуясь ею, легко проиллюстрировать многие аспекты познавательной деятельности. Например, совершенно ясно, что исходные представления могут быть выработаны в мире идей (МИ) только в процессе прямого взаимодействия человека с миром вещей (МВ) (сплошные вертикальные линии между этими мирами). По мере накопления первоначальных знаний становится возможным появление новых идей в результате взаимодействия уже имеющихся знаний (штриховые линии в МИ).

На исторических примерах нетрудно продемонстрировать учащимся опасность чрезмерного удаления в мир идей без соотнесения с миром вещей. Часто нам приходится

пользоваться абстракциями высокого уровня, введенными когда-то давно. Чтобы не обманываться мы должны убедиться в том, что они не пустые не «сорные» абстракции. Для этого необходимо воспользоваться процедурой, обратной введению, - процедурой «удаления»: абстрактное понятие высокого уровня должно быть сведено к первичным понятиям конечным числом логических шагов. Если этого сделать не удастся, таким понятием пользоваться нельзя – оно схоластично, не имеет выхода в практику. Простейший пример «удаления»: как известно, гармоническая функция может быть представлена в виде комплексного числа. Комплексные числа непосредственно с объективным миром несоотносимы. Однако существует процедура, благодаря которой такое представление не лишено смысла. А именно: корень квадратный из суммы квадратов вещественной и мнимой частей комплексного числа есть амплитуда гармонического колебания, а отношение мнимой части к вещественной – тангенс угла, равного начальной фазе колебаний. И та, и другая величины измеряются.

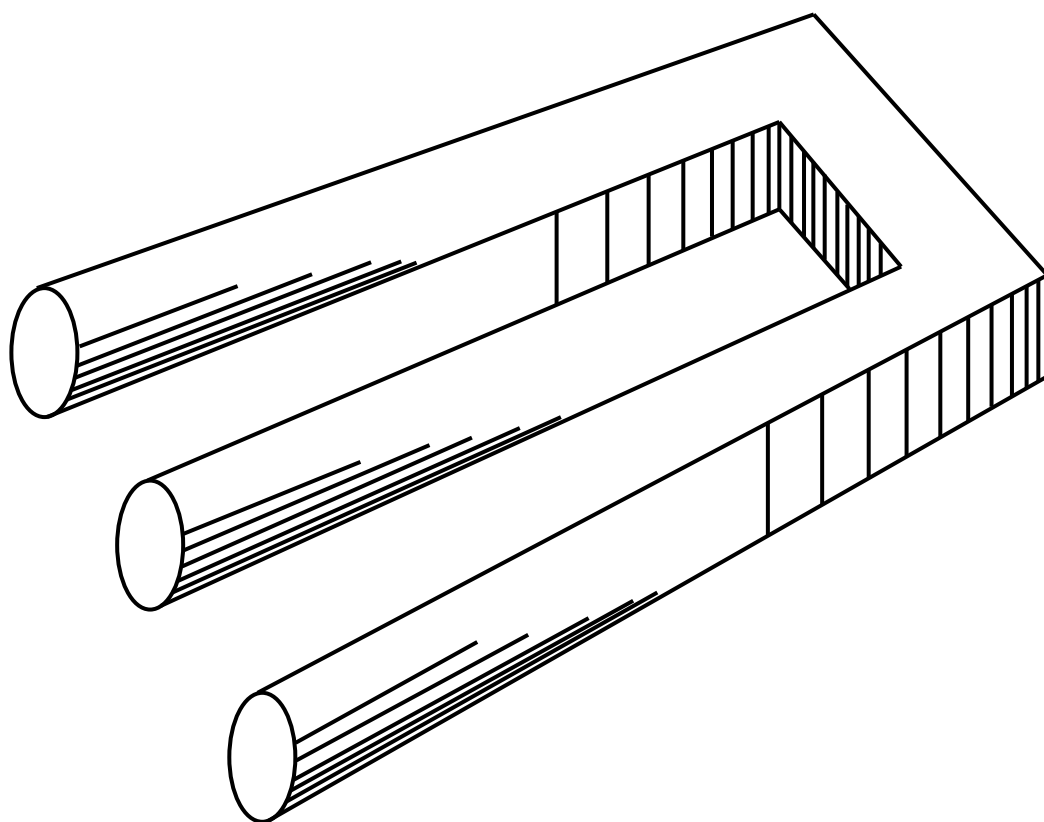


Рис. 2. Пример фигуры, нереализуемой в мире вещей.

Следует избегать мусорных абстракций, так как они могут приводить к «построению» нереализуемых «фигур» как на рис. 2, которые воспроизвести в реальном мире не представляется возможным. Вспомним такое словосочетание как «воздушные замки».

Далее. Предметы из мира знаков (МЗ) материальны. Это акустические колебания или следы мела на доске или свечение экрана дисплея и т.п. Однако помещать на схеме мир знаков внутри мира вещей было бы не логично, так как знаки с предметами из мира вещей непосредственно не взаимодействуют. Итак, воспринимая текст, мы должны уметь оценивать, к какому миру принадлежит предмет мысли, обозначаемый каждым термином. Не имея опыта, это не всегда просто сделать (кроме случая имени имени). Приходится

размышлять и сопоставлять между собой различные предложения, содержащие интересующий нас термин. Вначале можно воспользоваться следующим мысленным экспериментом. Пишем на карточке слово, относительно которого мы хотим определить, является оно именем предмета из мира вещей или именем предмета из мира идей. Затем пробуем (мысленно) наклеить карточку на обозначаемый предмет. При этом окажется, что некоторые карточки есть на что наклеить (например, карточки со словами гиря, линейка, автомобиль), а другие наклеить не на что (например, карточки со словами мысль, масса, сила, энергия, поле скоростей, импульсное пространство). Ясно, что в ряде случаев о возможности наклеить карточку можно говорить лишь "в принципе" (например, карточки со словами солнце, атом водорода, электромагнитное поле и т.п.). Но подобная условность вообще свойственна мысленным экспериментам.

Конец цитирования, следующий фрагмент под запись:

Чтобы спроектировать (синтезировать) правильно работающую схему, необходимо сформулировать задачу. Если задача уже ясна, то её можно изобразить в виде диаграммы состояний. Состояние схемы обозначают переменной состояния S_z . Индекс z обозначает множество (вектор) состояний. На рис. 1 каждое состояние системы (S_z) изображено кружком. Стрелка обозначает переход из одного состояния в другое. Стрелкой «Вкл.» обозначается переход устройства в начальное состояние после включения напряжения питания. Обозначение (переменная) рядом со стрелкой показывает условие перехода. Отсутствие переменной у стрелки обозначает безусловный переход. Пример диаграммы состояний изображён на рис. 1. Например (рис. 1), если $x_1=1$, то за состоянием S_1 следует состояние S_2 . При $x_1=0$, напротив, за состоянием S_1 следует состояние S_0 . Состояние S_0 – начальное состояние, состояние S_1 – разветвление, состояние S_2 – ожидание, состояние S_3 – переход. Если автомат находится в состоянии S_z , и нет условий, вызывающих выход из этого состояния, то состояние S_z сохраняется. Эта ситуация в необходимых случаях отображается линией со стрелкой, входящей в ту же вершину графа, из которой стрелка исходит. На рис. 1 в качестве примера показан такой переход для состояния S_2 .

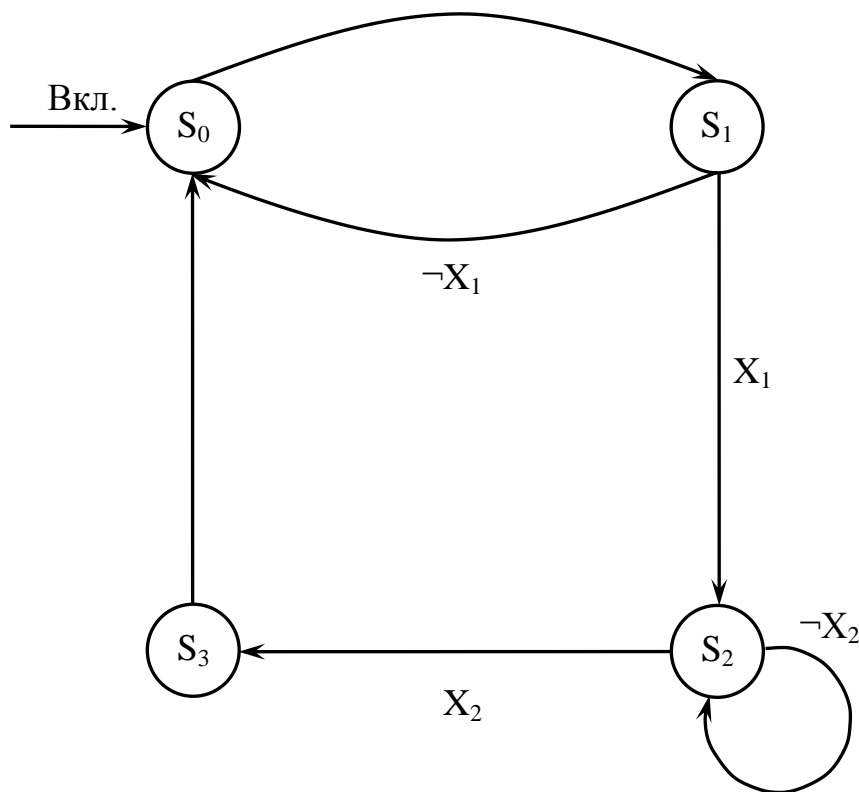


Рис. 1. Пример диаграммы состояний.

Функционирование цифровой схемы может быть представлено не только диаграммой состояний, но и последовательной диаграммой переходов, пример которой показан на рис. 2 (блок-схема или алгоритм). Такое представление чаще применяется при использовании микроконтроллеров.

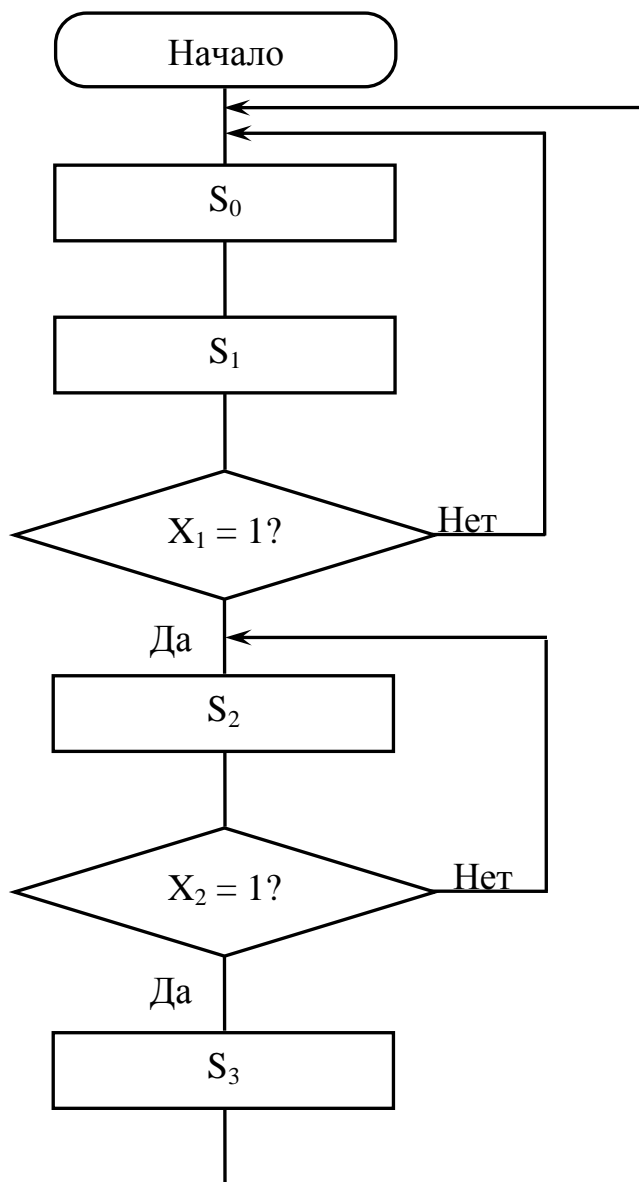


Рис. 2. Блок-схема программы.

Рассмотрим диаграмму состояний D-триггера. Элемент электрической схемы «D-триггер» изображают фигурой рис. 3. Диаграмма состояний D-триггера изображена на рис. 4.

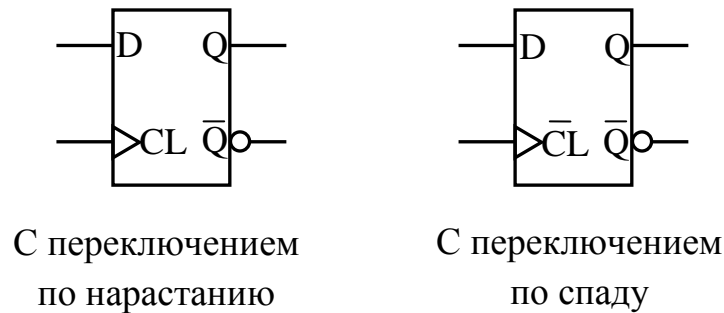


Рис. 3. Условное графическое отображения D-триггера.

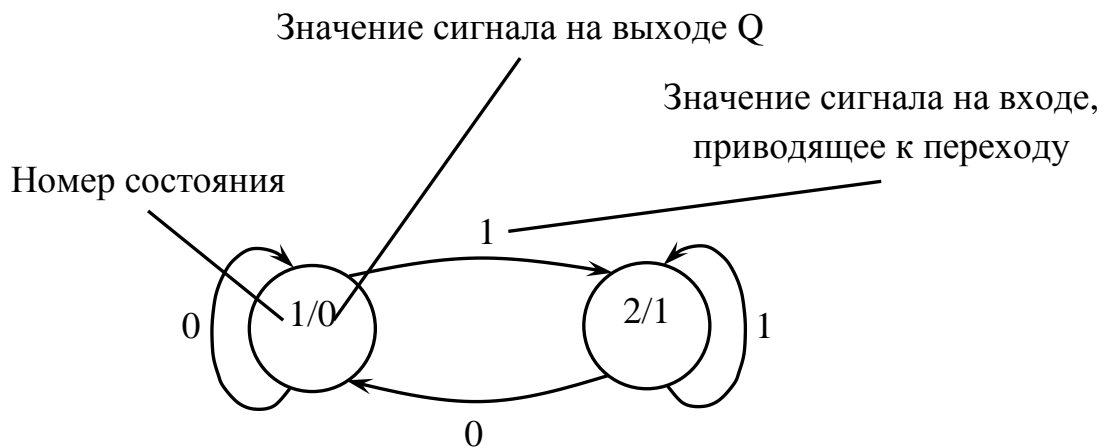


Рис. 4. Диаграмма состояний D-триггера.

Далее пример создания диаграммы состояний.

Предположим, требуется создать счётчик, с выходов которого в зависимости от состояния входа управления C (C – входной сигнал, например, кнопка выбора режима) должна сниматься одна из двух заданных повторяющихся последовательностей. Пусть при $C = 0$ формируется последовательность 00, 01, 11; а при $C = 1$ – последовательность 00, 11, 01.

Обычно первый шаг – построение диаграммы состояний на основе технического задания. В последовательности имеются всего три состояния, однако при включении может возникнуть и четвёртое, поэтому в диаграмме состояний необходимо отобразить, что оно должно перейти в состояние 1. Номера состояний в показанной на рисунке диаграмме обозначаются цифрами в кружках; следующие цифры показывают соответствующие значения на выходах схемы; над каждой дугой стоят значения сигнала управления C , необходимые для перехода из одного состояния в другое (рис. 5). В данном случае номера состояний были выбраны произвольно.

На основании диаграммы состояний строится таблица состояний.

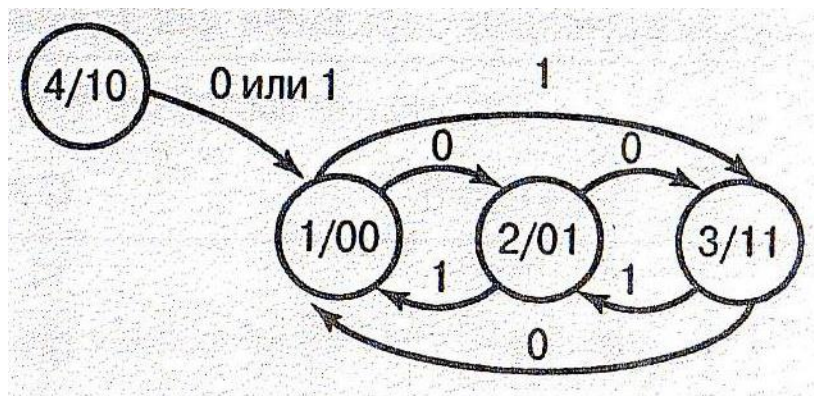


Рис. 5. Диаграмма состояний счётчика.

Для четырёх возможных состояний, 1, 2, 3 и 4, необходимо иметь 2 триггера с выходными сигналами y_1 и y_2 (это и есть переменные текущих состояний).

Текущее состояние	Следующее состояние, если $C=0$	Следующее состояние, если $C=1$
1	2	3
2	3	1
3	1	2
4	1	1

Назначение состояниям значений переменных

Для каждого состояния необходимо выбрать значения переменных текущих состояний. В целях удобства присвоим состоянию 1 комбинацию $y_1y_2 = 00$, для состояния 2 – $y_1y_2 = 01$, для состояния 3 – $y_1y_2 = 11$ и для состояния 4 – $y_1y_2 = 10$, поскольку это соответствует и требуемым выходным состояниям. Результаты назначения каждому состоянию определённых значений переменных удобно записать в виде так называемой таблицы назначенных состояний.

переходы между состояниями.) Для четырех возможных состояний, 1, 2, 3 и 4, необходимо иметь 2 триггера с выходными сигналами y_2 и y_1 (это и есть переменные текущих состояний).

Таблица 5.1. Таблица состояний для задачи со счетчиком

Текущее состояние	Следующее состояние	
	$C=0$	$C=1$
1	2	3
2	3	1
3	1	2
4	1	1

Назначение состояниям значений переменных

Для каждого состояния необходимо выбрать значения переменных текущих состояний. В целях удобства присвоим состоянию 1 комбинацию значений переменных $y_2y_1 = 00$, для состояния 2 — $y_2y_1 = 01$, для состояния 3 — $y_2y_1 = 11$ и для состояния 4 — $y_2y_1 = 10$, поскольку это соответствует и требуемым выходным состояниям. Результаты назначения каждому состоянию определенных значений переменных удобно записать в виде так называемой *таблицы назначенных состояний* (assigned state table) (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Таблица назначенных состояний для задачи со счетчиком

Текущее состояние	Следующее состояние Y_2Y_1	
	$C=0$	$C=1$
y_2y_1		
00	01	11
01	11	00
11	00	01
10	00	00

Входные функции триггеров

Давайте, как и в модели на рис. 5.2, будем использовать D -триггеры. Требуемые входные сигналы триггеров Y_2Y_1 могут быть определены из таблицы назначенных состояний. Для

D -триггеров входные значения Y представляют собой значения состояний на выходах y , которые должны установиться после прихода очередного импульса тактового сигнала. (По сути, в данном случае используется таблица возбуждения D -триггера, которая приводилась в главе 4, поэтому, если бы счетчик строился на JK -триггерах, то использовалась бы таблица возбуждения JK -триггера. Вариант с использованием JK -триггеров оставлен в качестве упражнения для самостоятельной работы).

Карты Карно для обеих входных функций показаны на рис. 5.4. Функции имеют следующий вид:

$$Y_2 = \bar{y}_2y_1\bar{C} + \bar{y}_2\bar{y}_1C$$

$$Y_1 = \bar{y}_2\bar{C} + \bar{y}_2\bar{y}_1C + y_2y_1C$$

Поскольку выбрана клетка $\bar{y}_2\bar{y}_1C$, а не обведенная пунктирной линией группа, минимизация функции Y_1 неполная. Член $\bar{y}_2\bar{y}_1C$ выбран потому, что он встречается и в выражении для функции Y_2 , а значит, для его получения можно использовать один и тот же вентиль. Конечный вид логической схемы счетчика показан на рис. 5.5.

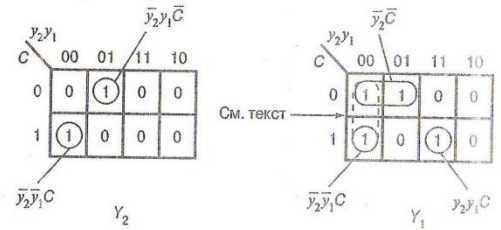


Рис. 5.4. Карты Карно входных функций D -триггеров

Задание для самопроверки 5.2

Пользуясь рис. 5.4, найдите альтернативные выражения для входных функций D -триггеров с другим общим членом.