

УДК 621.317.7

Л.П. Лобанов, В.П. Ярцев, В.А. Сабадаш

Государственный университет телекоммуникаций, Киев, Украина

## МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ПРИОРИТЕТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАПРОСОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВОЙ ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ

*Предложенная модель многоканального устройства приоритетного обслуживания индикаторных устройств относится к области оптоэлектроники, в частности к устройствам с дискретно - аналоговой формой представления данных на основе полупроводниковых индикаторов, и может быть использована для управления отображением контролируемой информации от нескольких источников на общем матричном светодиодном поле. Предлагается для моделирования автоматов  $U(l, m, n)$ , функционирующих в случайной среде, способ декомпозиции сложной модели в более простые.*

**Ключевые слова:** информационная модель, дискретно-аналоговое устройство отображения, приоритетное обслуживание запросов, автоматы с целесообразным поведением, вероятностные характеристики.

### Введение

На современном этапе развития техники особое внимание уделяется согласованию свойств системы отображения информации психофизиологическим возможностям обслуживающего персонала. Становится актуальной проблема выбора оптимальной информационной модели представления данных в зависимости от назначения и условий применения при использовании матричных и дискретно – аналоговых схем индикации. Критерием оптимальности выступают надежное восприятие сообщений, информационного соответствия индикатора отображаемым данным. При использовании микроконтроллера в качестве формирователя сигналов управления полупроводниковыми излучателями дискретно-аналоговых индикаторов возможная ситуация, когда одновременно поступают запросы на обработку от разных источников данных.

**Целью данной статьи** является описание предложенного технического решения построения многоканального устройства приоритетного обслуживания индикаторных устройств с матричной и дискретно – аналоговой формой отображения информации на основе светодиодных излучателей. Использование предложенной схемы позволит увеличить число обрабатываемых источников данных, исключить пропуск требования на обслуживание, повысить быстродействие и надежность формирования информационных моделей.

### Результаты исследований

**1. Обзор существующих решений по технической реализации устройств приоритетного обслуживания.** Для реализации технического решения по управлению устройством формирования управляющих сигналов для коммутации набора па-

нелей светодиодов при формировании информационной модели дискретно – аналоговых полупроводниковых индикаторов используются различные типы автоматов с целесообразным поведением. К их числу можно отнести многоканальное устройство приоритетного выбора, которое позволит сформировать шкалу с большим количеством излучающих элементов (100 и более).

Проведенный патентный поиск показал достаточно большое количество решений по реализации схем приоритетного обслуживания, заявленных в свидетельствах на изобретение. Все они имеют свою цель, область использования, достоинства и недостатки. Так устройство, заявленное в авторском свидетельстве № 1062705 G 06 F9/46, 1983 [1], содержит  $n$  блоков регистрации запросов на обслуживание, два мультиплексора, счетчиков числа заявок, дешифратор, сумматор, делитель с переменным коэффициентом деления, RS-триггер. Оно позволяет реализовать адаптивную систему выбора приоритета, повысить достоверность передаваемой информации большого количества внешних устройств в системах реального времени. Основным недостатком является значительные аппаратные затраты, рост которых увеличивается с числом обслуживающих источников данных.

Многоканальное приоритетное устройство, заявленное в № SU №1633403 A1, G06F9/46, 07.03.1991, имеет зависимость приоритетов абонентов от места подключения наиболее важного абонента и отсутствие возможности прерывания обслуживания менее приоритетного абонента при наличии запроса от более приоритетного абонента, т.е. невозможность обслуживания абонентов в соответствии с алгоритмом обслуживания с абсолютными приоритетами.

Известно устройство для приоритетного подключения источников информации к магистрали

/Авторское свидетельство СССР №1117638, G06F 9/46/, содержащее триггеры, элементы НЕ, элементы задержки, И-ИЛИ, одновибраторы. Недостатком устройства является большое количество оборудования и отсутствие возможности реализации циклического алгоритма обслуживания запросов [5].

Многоканальное приоритетное устройство, заявленное в авторском свидетельстве РФ RU 2231111 C2, МПК7 G06F 9/46, 9/50, 10.02.2004г., содержит N каналов, в каждый из которых входит триггер и элемент И, элемент ИЛИ, шифратор и ключи. Недостатком данного устройства является большой объем оборудования [5].

Наиболее близким к предложенной схеме является многоканальное устройство приоритета SU № 855664 A1, G 06 F 9/46, 15.08.1981, содержащее распределитель импульсов, элемент ИЛИ, а в каждом канале - триггер и два элемента И, причем выход первого элемента И канала соединен с установочным входом триггера канала, гасящий вход триггера канала соединен с выходом второго элемента И канала. Выход элемента ИЛИ соединен со входом распределителя импульсов, выход триггера канала соединен с первым входом второго элемента И канала, второй вход второго элемента И канала соединен с соответствующим выходом группы выходов распределителя импульсов, отличающееся тем, что, с целью сокращения оборудования, оно содержит элемент НЕ, вход которого соединен с выходом элемента ИЛИ, а выход - с первыми входами первых элементов И каналов [5].

Второй вход первого элемента И канала соединен с соответствующим запросным входом устройства, выходы триггеров каналов соединены с входами элемента ИЛИ, выход распределителя импульсов является выходом устройства, причем распределитель импульсов содержит счетчик, дешифратор, элемент И, генератор импульсов, причем выходы счетчика через дешифратор соединены с группой выходов распределителя импульсов, выход генератора импульсов и вход распределителя импульсов через элемент И соединены со счетным входом счетчика и с выходом распределителя импульсов.

Недостатком данного устройства является отсутствие возможности принятия запросов для обработки на вход других каналов при поступлении хотя бы одного запроса и во время его обработки, т.е. происходит потеря поступивших на вход других каналов запросов.

**2. Структурная схема и принцип работы устройства приоритетного обслуживания индикаторных устройств.** Целью предложенного технического решения является увеличение быстродействия устройства, надежности, повышения энергоэффективности за счет сокращения объема оборудования. Поставленная цель достигается тем, что осу-

ществлена возможность принятия запросов для обработки на вход других каналов при поступлении хотя бы одного запроса и во время его обработки, т.е. исключение потери поступивших на вход других каналов запросов [2].

Технический результат достигается тем, что многоканальное устройство приоритета, содержащее распределитель импульсов, элемент ИЛИ, а в каждом канале - триггер и два элемента И, причем выход первого элемента И канала соединен с единичным входом триггера канала, нулевой вход которого соединен с выходом второго элемента И канала, выход элемента ИЛИ соединен со входом распределителя импульсов, выход триггера канала соединен с первым входом второго элемента И канала, второй вход второго элемента И канала соединен с соответствующим выходом группы выходов распределителя импульсов, второй вход первого элемента И канала соединен с соответствующим запросным входом устройства, выходы триггеров каналов соединены с входами элемента ИЛИ, выход распределителя импульсов является выходом устройства, причем распределитель импульсов содержит счетчик, дешифратор, элемент И и генератор импульсов, выходы счетчика через дешифратор соединены с группой выходов распределителя импульсов, выход генератора импульсов и вход распределителя импульсов через элемент И соединены со счетным входом счетчика, дополнительно в каждый канал введен элемент НЕ, вход которого соединен с выходом триггера, а выход с первым входом первого элемента И канала, а выход распределителя импульсов соединен с выходом счетчика.

Введение указанных дополнительных элементов и последовательности их подключения позволяет осуществить возможность принятия запросов для обработки на вход других каналов при поступлении хотя бы одного запроса и во время его обработки, т.е. исключить потери поступивших на вход других каналов запросов.

Многоканальное устройство приоритета (Рис.1) содержит входные каналы (1), коммутатор, выполненный на основе логического элемента ИЛИ (2), число входов которого соответствует количеству входных каналов, и распределитель импульсов (3).

Распределитель содержит дешифратор номера входного канала (4), счетчик таковых импульсов (5), схему совпадения логический элемент двухвходовое И (6) и генератор таковых импульсов (7).

Каждый входной канал содержит две схемы совпадения на логическом элементе двухвходовое И (8, 9), триггер (10) и инвертор -элемент НЕ (11).

Сигнал запроса на обслуживание от информационных источников поступает через группу входов (12). Сигнал управления снимается с выхода устройства (13).

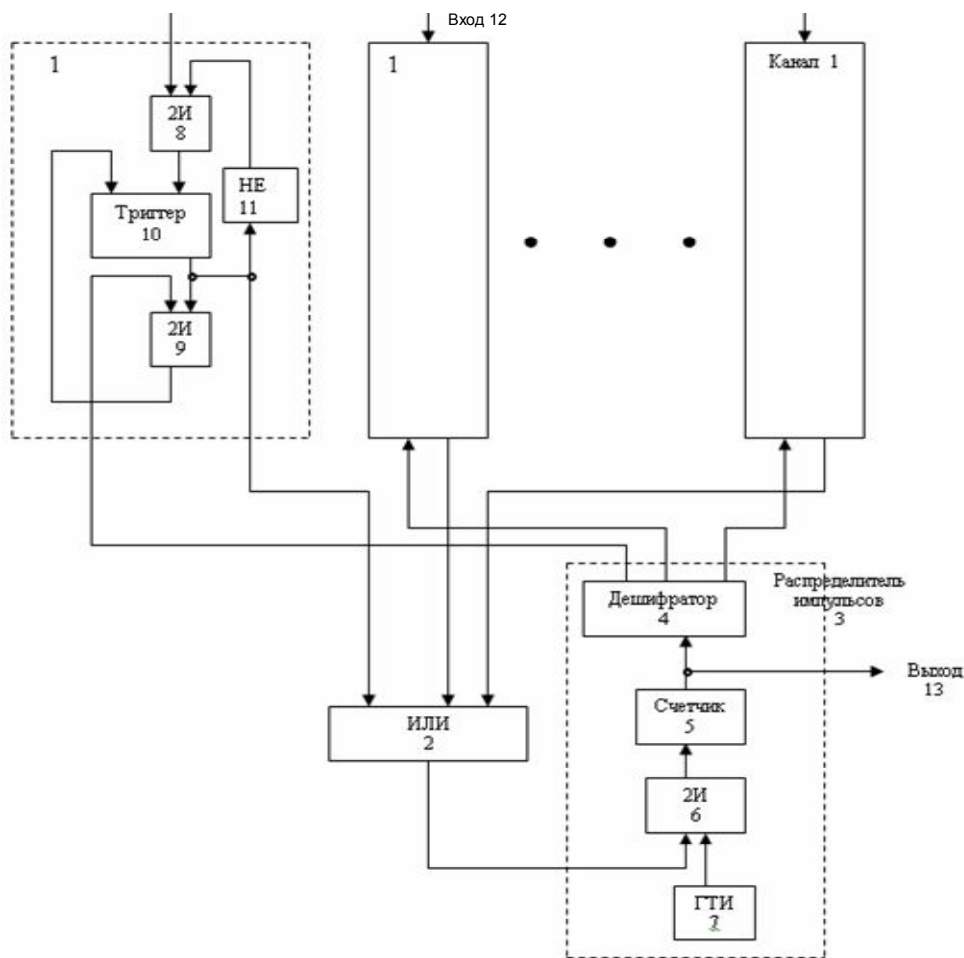


Рис. 1. Структурная схема устройства

Выход первого элемента И (8) любого входного канала (1) соединен с единичным входом триггера (10) этого канала. Нулевой вход триггера (10) соединен с выходом второго элемента 2И (9) канала. Выход элемента ИЛИ (2) соединен со входом распределителя импульсов (3). Выход триггера 10 канала соединен с первым входом второго элемента 2И (9). Второй вход элемента 2И (9) канала соединен с соответствующим выходом группы выходов распределителя импульсов (3). Второй вход первого элемента 2И (8) канала соединен с соответствующим запросным входом устройства источника информации. Выходы триггеров (10) каналов соединены с входами элемента ИЛИ (2). Выход распределителя импульсов (3) является выходом устройства.

Выходы счетчика (5) через дешифратор 4 соединены с группой выходов распределителя импульсов, выход генератора импульсов (7) и вход распределителя импульсов (3) через элемент 2И (6) соединены со счетным входом счетчика (5).

Каждый канал содержит элемент НЕ (11), вход которого соединен с выходом триггера (10), а выход с первым входом первого элемента 2И (8) канала. Выход устройства (13), который является выходом распределителя импульсов (3), соединен с выходом счетчика (5).

В исходном состоянии счетчик (5) распределителя импульсов (3) и триггеры (10) всех входных каналов (1) находятся в нулевом состоянии, а на их выходах присутствуют нулевые потенциалы. Кроме того нулевые потенциалы присутствуют на входах элемента ИЛИ (2), на входах элементов 2И (8) каналов и на входе элемента 2И (6).

Высокие потенциалы присутствуют - на выходе элемента НЕ (11), так как с выхода триггера поступает ноль, следовательно, и на вторых входах элементов 2И (8) каждого входного канала.

При поступлении одного или нескольких сигналов запросов на какой-либо из входов группы входов (12), они через элементы 2И (8) соответствующих каналов передаются на установочные входы триггеров (10) этих каналов и устанавливают их в единичное состояние. При этом высокий потенциал с выхода триггера (10) поступает на один из входов элемента ИЛИ (2) и на вход элемента НЕ (11) данного канала. Тогда на выходе элемента НЕ (11) появится низкий потенциал и элемент 2И (8) данного канала закроется.

Высокий потенциал с выхода элемента ИЛИ (2) поступает на вход элемента 2И (6) распределителя импульсов (3). Этот элемент откроется и импульсы с выхода тактового генератора импульсов (7) через него поступают на счетный вход счетчика (4).

Счетчик (5) работает в пересчетном режиме до тех пор, пока не накопит число импульсов, соответствующее номеру источника запросов. По достижении соответствующего числа импульсов на соответствующем выходе дешифратора (4) появится высокий потенциал и откроет элемент 2И (9) соответствующего канала, на входе которого имеется запрос. Сигнал с выхода элемента 2И (9) этого канала установит триггер (10) в нулевое состояние.

Если на вход устройства поступил запрос только по одному каналу, то выходе элемента ИЛИ (2) появится низкий потенциал, элемент 2И (6) закроется, а с выхода счетчика (5) распределителя импульсов (3) и, соответственно устройства, будет выдан номер канала, обработанного запроса.

Если на вход устройства поступили запросы по нескольким каналам, то с триггеров (10) этих каналов на выход элемента ИЛИ (2) поступят высокие потенциалы. Элемент 2И (6) будет открытым и импульсы с выхода генератора импульсов (7) будут продолжать поступать, на счетный вход счетчика (5). После того как обслужены все запросы, записанные триггеры (10) каналов, на выходе элемента ИЛИ (2) появится низкий потенциал и элемент 2И (6) закроется, а число, выданное с выхода счетчика (5) распределителя импульсов (3) и, соответственно устройства (13), указывает номер канала, обработанного запроса, который имеет наибольший номер из поступивших запросов.

В устройстве прототипе при появлении высокого потенциала с выхода триггера (10) одного из каналов элементы 2И (8) всех каналов закроются и поступившие на вход других каналов запросы не будут обработаны, т.е. будут утеряны.

В предложенном устройстве коммутации запросов при появлении высокого потенциала с выхода триггера (10) одного из каналов элементы 2И (8) всех каналов закроются только в тех каналах, в которых поступили запросы. Поступившие на вход других каналов запросы будут приняты для обработки, т.е. не будут утеряны.

**3. Определение вероятностных характеристик автоматов с целесообразным поведением.** Для оценки вероятностных характеристик предложенного многоканального устройства приоритетно обслуживания использовался автоматный подход, что позволяет оптимизировать процессы управления сложными техническими системами. В основе многих исследований схем формирования управляющих сигналов для отображения информационной модели, лежит представление системы управления в виде автомата или набора автоматов функционирующих в среде со случайными параметрами.

Оценка целесообразности поведения предусматривает выбор среды с благоприятными для функционирования вероятностными характеристиками. Основной задачей, на которой базируется исследование автоматных моделей, является задача изуче-

ния поведения автомата, функционирующего в случайной среде:  $C(P_1, P_2)$  с двумя действиями. При нахождении автомата в области с действием  $r$  ( $r=1,2$ ), на вход автомата поступают неблагоприятные сигналы (штрафы) с вероятностью  $P_r$  или благоприятные сигналы (нештрафы) с вероятностью  $q_r=1-P_r$ . Для оценки качества функционирования автомата обычно используется математическое ожидание штрафа  $M(A, C)$ , где  $A$  определяет конструкцию автомата. Автомат  $A$  обладает целесообразным поведением, если в процессе функционирования он стремится выбрать действие с меньшей вероятностью штрафа.

Анализ известных конструкций автоматов [3, 4] показывает, что конструкция автоматов зависит от параметра случайной среды и для каждого типа автомата существуют ограничения для вероятностей штрафа, при которых автомат обладает целесообразным поведением. Такой параметр, как математическое ожидание штрафа не позволяет сравнивать качество функционирования различных конструкций автоматов. Очевидной причиной является то, что при исследовании не ограничивают время функционирования. Практически автомат должен функционировать ограниченное время, что существенно влияет на поведение автомата. Следовательно, для более точной картины оценки качества функционирования автомата необходимо ввести как минимум еще один параметр. Таким параметром может служить скорость изменения номеров состояний автомата за один такт функционирования автомата. В области с большей вероятностью штрафа скорость должна иметь значение  $V_1 \leq 0$ , что обеспечивает постепенный выход из этой области, и наоборот, в области с меньшей вероятностью штрафа скорость должна быть  $V_2 \geq 0$ , что обеспечивает вход в эту область. Такое поведение называют оптимальным. Например, для автомата Цетлина условия оптимального поведения будут такими:

$$v_1 = q_1 - p_1 > 0, v_2 = q_2 - p_2 < 0,$$

что эквивалентно условию  $p_1 < 1/2, p_2 > 1/2$ .

С увеличением скорости изменения состояний связано время функционирования автомата. Так как автомат в общем случае функционирует в обеих областях потребуем, чтобы время функционирования  $T(k)$  было минимальным, т.е. чтобы минимальным было время достижения некоторого состояния  $a$  в области меньшей вероятности штрафа при условии, что начальным состоянием является состояние с тем же номером  $a$  в области с большей вероятностью штрафа:

$$T(K) = t_1 + t_2,$$

где  $t_1 = \alpha / (kq_1 - p_1)$ ,  $t_2 = \alpha / (kq_2 - p_2)$ ,  $K = l/m$ ,  $l, m$  – взаимно простые целые положительные числа,  $l$  – величина прыжка при нештрафе,  $m$  – величина прыжка при штрафе.

Находим при каком значении  $K$  величину  $T(k)$  достигает минимума.

$$\frac{dT(k)}{dk} = q_1 / (kq_1 - p_1)^2 + q_2 / (kq_2 - p_2)^2 = 0$$

После преобразования получаем уравнение  $k^2(q_1q_2^2 - q_1^2q_2) + 2K(p_1q_1q_2 - p_2q_1q_2) + (q_1p_2^2 - p_1^2q_2) = 0$ .

Корни этого уравнения такие:

$$K_1 = 1 / \sqrt{q_1q_2} - 1; K_2 = -1 / \sqrt{q_1q_2} - 1.$$

Имеет физический смысл только корень  $K_1$  который и определяет структуру (конструкцию) автомата. Полученные конструкции автоматов будем обозначать как  $U(l, m)$ . Например для среды с вероятностями штрафа  $P_1 = 0,6$  и  $P_2 = 0,1$  имеем  $K = 0,67 = 2/3$ . Среди всех предложенных конструкций автоматов с целесообразным поведением можно выделить автоматы типа  $W(k, m)$  у которых параметры  $k, m$  определяются из выражения

$$k / m = 1 / (q_1q_2) - 1,$$

где  $q_1 = 1 - p_1, q_2 = 1 - p_2, p_1, p_2$  – вероятности неблагоприятных воздействий (помех) в средах 1 и 2 соответственно,  $k, m$  – целые положительные взаимно простые числа.

Для определения всех вероятностных характеристик автоматов достаточно вычислить вероятности нахождения автоматов в каждом состоянии. Такие вероятности можно определить проще всего для автоматов типа  $W(1,1)$ , на много сложнее для типа  $W(q,1)$  или  $W(1,h)$ . При величинах  $k > 1$  и  $m > 1$  нахождение вероятности сопряжено с большими трудностями. Поэтому предлагается, при исследовании автомата  $W(k,m)$  провести его декомпозицию, представив в виде более простых структур:  $W(1, 1)$  или  $W(k,1)$  и  $W(1,m)$ . Эквивалентность функционирования определяем по одинаковым скоростям изменения номеров состояний в каждой из сред. При выполнении замены изменяют параметры сред, которые определяются по выражениям замены и условиям допустимой замены. Условие допустимой замены автомата  $W(k,m)$  определяют из очевидного выражения  $0 < p_i^n < 1$ , где  $p_i^n$  – вероятность неблагоприятных воздействий в  $i$ -й среде для автоматов  $W(q, 1)$  или  $W(1, h)$ . Эквивалентность преобразования определяется величиной скорости изменения номеров состояний в каждой из сред.

## Выводы

Сопоставительный анализ с прототипом показывает, что предложенное техническое решение устройства приоритетного обслуживания индикаторов с большим числом излучающих элементов, позволяет обеспечить возможность принятия на вход очередного запроса для обработки от других каналов, при условии, что ранее поступил и обрабатывается хотя бы один запрос, что исключает потерю запросов поступивших на вход других каналов. На данное техническое решение получен патент на полезную модель [2]. По результатам проведенного имитационного моделирования определены требования к составу и принципу построения устройств управления индикаторами. Для обеспечения высокой стабильности и эргономичности информационной модели светодиодного индикатора, проведен комплекс измерений и расчетов ее параметров, что позволило осуществить выбор элементов проектируемого устройства с учетом временных и энергетических характеристик.

Для определения вероятностных характеристик устройства предложено использование декомпозицию на отдельные каналы и вычисление вероятности нахождения их в каждом состоянии.

## Список литературы

1. Авторское свидетельство № 1062705 G 06 F9/46,1983
2. Патент на полезную модель № 2015144731/08, 20.10.2015.
3. Захаров Н.Г. Синтез цифровых автоматов / Н.Г. Захаров, В. Н. Рогов. – Ульяновск: УлГТУ, 2003.
4. Крушинный В.В. Синтез цифровых управляющих автоматов. Учебное пос. - Москва: МИФИ, 2011.- 164 с.
5. <http://www.findpatent.ru/patent/231/2319198.html>

Надійшла до редколегії 23.10.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.С. Козелкова, Державний університет телекомунікацій, Київ.

## БАГАТОКАНАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ПРІОРИТЕТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАПИТІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВОЇ ФОРМИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДАНИХ

Л.П. Лобанов, В.П. Ярцев, В.А. Сабадаш

*Запропонована модель багатоканального пристрою пріоритетного обслуговування індикаторних пристроїв відноситься до області оптоелектроніки, зокрема до пристроїв з дискретно - аналоговою формою представлення даних на основі напівпровідникових індикаторів, і може бути використана для управління відображенням контрольованої інформації від декількох джерел на загальному матричному світлодіодному полі. Пропонується для моделювання автоматів  $U(l, m)$ , що функціонують у випадковій середовищі, спосіб декомпозиції складної моделі в більш прості.*

**Ключові слова:** інформаційна модель, дискретно-аналоговим пристроєм відображення, пріоритетне обслуговування запитів, автомати з доцільним поведінкою, імовірнісні характеристики.

## MULTICHANNEL DEVICE FOR PRIORITY SERVICE OF REQUESTS FOR FORMING INFORMATION MODELS OF DISCRETE ANALOGUE FORM OF DATA REPRESENTATION

L.P. Lobanov, V.P. Yartsev, V.A. Sabadash

*The proposed model of a multi-channel device for priority maintenance of indicator devices relates to the field of optoelectronics, in particular to devices with a discrete-analog form of data representation based on semiconductor indicators, and can be used to control the display of monitored information from several sources on a common matrix LED field. It is proposed to model the automata  $U(l, m)$ , functioning in a random environment, the method of decomposition of a complex model into simpler ones.*

**Keywords:** information model, discrete-analog display device, priority query service, automata with expedient behavior, probabilistic characteristics