



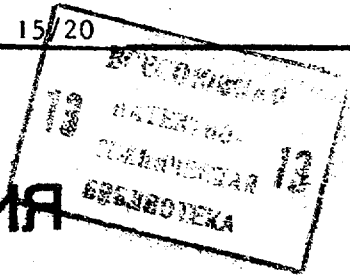
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1056203 A

3 (SI) G 06 F 15/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3458441/18-24.

(22) 24.06.82

(46) 23.11.83. Бюл. № 43

(72) М.А.Орлов и Е.А.Багаев

(71) Минский радиотехнический институт

(53) 681.3 (088.8)

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, содержащее первый регистр, генераторы заявок, выходы которых соединены с соответствующими входами первой группы наборного поля, генераторы импульсов со случайной длительностью, реверсивные счетчики, суммирующие входы которых подключены к соответствующим выходам наборного поля, блоки реализации приоритетов, каждый из которых содержит по два дешифратора, четыре элемента И, три элемента ИЛИ и блок управления и регистрации, содержащий группу счетчиков, группу индикаторов и две переключающие кнопки, размыкающие контакты которых соединены с шиной нулевого потенциала, а замыкающие контакты - с источником напряжения, причем первые входы первых элементов И блоков реализации приоритетов соединены с выходами соответствующих реверсивных счетчиков и с входом соответствующего индикатора группы блока управления и регистрации, с вычитающими входами соответствующих реверсивных счетчиков и с соответствующими входами второй группы наборного поля, вход первого регистра подключен к переключающему контакту первой переключающей кнопки блока управления и

регистрации, отличающееся тем, что, с целью расширения класса моделируемых систем и упрощения устройства, оно содержит второй регистр, вход которого соединен с переключающим контактом второй переключающей кнопки блока управления и регистрации, а в каждом блоке реализации приоритетов первый вход второго элемента И подключен к выходу соответствующего реверсивного счетчика, второй инверсный вход - к второму входу первого элемента И, к инверсному входу третьего элемента И и к соответствующему разрядному выходу первого регистра, третий вход второго элемента И подключен к выходу первого элемента ИЛИ, а четвертый вход - к выходу второго элемента ИЛИ, первый вход которого соединен с первым входом третьего элемента И и с выходом соответствующего генератора импульсов со случайной длительностью, а второй инверсный вход - с соответствующим выходом второго регистра и с вторым входом первого элемента ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом первого дешифратора, выход второго элемента И подключен к второму входу третьего элемента ИЛИ, первый вход которого подключен к выходу первого элемента И, а выход - к входу соответствующего генератора импульсов со случайной длительностью, во всех блоках реализации приоритетов все одноименные входы первых и вторых дешифраторов, число входов у которых на единицу меньше числа блоков реализации приоритетов, объединены, k-е объединенные входы первых дешифраторов ($k=1, n-1$)

(19) SU (11) 1056203 A

соединены с выходом третьего элемента И $(k+1)$ -го блока реализации приоритетов, k -е объединенные входы вторых дешифраторов соединены с выходом второго элемента И k -го блока реализации приоритетов, выход третьего

элемента И первого блока реализации приоритетов и выход третьего элемента И последнего блока реализации приоритетов являются соответственно первым и вторым выходами устройства.

1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано для исследования функционирования многоканальных многофазных систем массового обслуживания с заявками, в любой фазе как обладающими абсолютными либо относительными приоритетами относительно заявок в других фазах, так и независимыми относительно заявок в других фазах.

Известно устройство для моделирования процессов массового обслуживания, реализующее приоритетное обслуживание заявок и содержащее программный блок, измерительный блок N отдельных каналов обслуживания (N - число приоритетов во входящем потоке заявок), каждый из которых выполнен в виде имитатора потока заявок, подключенного к распределительному логическому узлу, соединенному с программным блоком, имитатором обслуживающего прибора и имитатором очереди, а выходы имитатора обслуживающего прибора и имитатора очереди соединены с измерительным блоком.

Недостатком этого устройства является то, что оно имеет ограниченные функциональные возможности, так как позволяет моделировать лишь многоканальные однофазные системы массового обслуживания с приоритетами. Кроме того, в устройстве не раскрыта структура программного блока, обеспечивающего приоритетное обслуживание заявок, что затрудняет реализацию подобного устройства.

Известно также устройство для моделирования систем массового обслуживания, реализующее приоритетное обслуживание заявок и содержащее элементы И, ИЛИ, НЕ, регистр, блок дифференцирующих цепочек, блоки элементов И, регистры настройки, кольцевой регистр сдвига, триггер, блок па-

2

мяти, линии задержки и блок сравнения.

Недостатками этого устройства являются, во-первых, его сложность, и, во-вторых, то, что для моделирования систем массового обслуживания с помощью этого устройства необходима электронно-вычислительная машина, подключаемая к устройству. Кроме того, заявки в этом устройстве представлены в виде числовых кодов, а не импульсов, из-за чего отсутствует наглядность моделирования.

Наиболее близким техническим решением к изобретению является устройство для моделирования систем массового обслуживания, предназначенное для исследования функционирования многоканальных многофазных систем массового обслуживания с заявками, в любой фазе, как обладающими абсолютными приоритетами относительно заявок в других фазах, так и независимыми относительно заявок в других фазах.

Известное устройство содержит генераторы входных заявок, выходы которых соединены с соответствующими входами первой группы входов наборного поля, выходы которого через соответствующие реверсивные счетчики соединены с импульсными (первыми) входами соответствующих основных элементов И (двухходовых), выходы которых через соответствующие генераторы обслуженных заявок соединены с соответствующими входами первой группы входов блока регистрации и управления, выходы генераторов обслуженных заявок соединены с вычитающими входами одноименных реверсивных счетчиков и с соответствующими входами второй группы входов наборного поля, регистр управляющего слова, дешифратор и по числу выходов наборного поля элементы ИЛИ (многоходовые) и

блоки элементов И (двухвходовых), выходы которых через соответствующие элементы ИЛИ соединены с управляющими (вторыми) входами основных элементов И, одноименные входы первой группы входов блоков элементов И объединены и подключены к соответствующим выходам дешифратора, а входы второй группы входов подключены к соответствующим выходам регистра управляющего слова, которые соединены с соответствующими входами дешифратора, вход регистра управляющего слова подключен к соответствующему выходу блока регистрации и управления, входы второй группы входов которого подключены к выходам соответствующих реверсивных счетчиков, которые соединены с соответствующими входами дешифратора (упомянутые выше элементы - основные двухвходовые элементы И, многовходовые элементы ИЛИ, и блоки двухвходовых элементов И образуют блоки реализации приоритетов, число которых равно числу выходов наборного поля).

Недостатками известного устройства являются его ограниченные функциональные возможности, а именно отсутствие возможности моделирования многоканальных многофазных систем массового обслуживания, в которых заявкам в различных фазах (в том числе и заявкам входных потоков) присвоены различные относительные приоритеты относительно заявок в других фазах (в том числе и относительно заявок других входных потоков). Кроме того, в устройстве предусмотрена возможность образовывать задаваемую систему приоритетов моделируемой системы массового обслуживания посредством присвоения заявкам любой фазы приоритета любого уровня без изменения предварительно набранной структуры устройства, что усложняет последнее ввиду его функциональной (алгоритмической) избыточности.

Цель изобретения - расширение класса моделируемых систем массового обслуживания, которые, кроме моделирования обслуживания в различных фазах заявок с абсолютными приоритетами, позволяют также моделировать обслуживание в различных фазах заявок с относительными приоритетами, а также упрощение устройства путем уstra-

нения функциональной избыточности, а именно задаваемая система приоритетов моделируемой системы массового обслуживания образуется посредством соответствующих изменений в структуре устройства с сохранением структуры моделируемой системы массового обслуживания.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство, содержащее первый регистр, генераторы заявок, выходы которых соединены с соответствующими входами первой группы наборного поля, генераторы импульсов со случайной длительностью, реверсивные счетчики, суммирующие входы которых подключены к соответствующим выходам наборного поля, блоки реализации приоритетов, каждый из которых содержит по два дешифратора, четыре элемента И, три элемента ИЛИ и блок управления и регистрации, содержащий группу счетчиков, группу индикаторов и две переключающие кнопки, размыкающие контакты которых соединены с шиной нулевого потенциала, а замыкающие контакты - с источником напряжения, причем первые входы первых элементов И блоков реализации приоритетов соединены с выходами соответствующих реверсивных счетчиков и с входом соответствующего индикатора группы блока управления и регистрации, с вычитающими входами соответствующих реверсивных счетчиков и с соответствующими входами второй группы наборного поля, вход первого регистра подключен к переключающему контакту первой переключающей кнопки блока управления и регистрации, введены второй регистр, вход которого соединен с переключающим контактом второй переключающей кнопки блока управления и регистрации, а в каждом блоке реализации приоритетов первый вход второго элемента И подключен к выходу соответствующего реверсивного счетчика, второй инверсный вход - к второму входу первого элемента И, к инверсному входу третьего элемента И и к соответствующему разрядному выходу первого регистра, третий вход второго элемента И подключен к выходу первого элемента ИЛИ, а четвертый вход - к выходу второго элемента ИЛИ, первый вход которого соединен с первым входом третьего элемента И и с выходом

соответствующего генератора импульсов со случайной длительностью, а второй инверсный вход - с соответствующим выходом второго регистра и с вторым входом первого элемента ИЛИ, первый вход которого соединен с выходом первого дешифратора, выход второго элемента И подключен к второму входу третьего элемента ИЛИ, первый вход которого подключен к выходу первого элемента И, а выход - к входу соответствующего генератора импульсов со случайной длительностью, во всех блоках реализации приоритетов все одноименные входы первых и вторых дешифраторов, число входов у которых на единицу меньше числа блоков реализации приоритетов, объединены, k -е объединенные входы первых дешифраторов ($k=1, n-1$) соединены с выходом третьего элемента И ($k+1$)-го блока реализации приоритетов, k -е объединенные входы вторых дешифраторов соединены с выходом второго элемента И k -го блока реализации приоритетов, выход третьего элемента И первого блока реализации приоритетов и выход третьего элемента И последнего блока реализации приоритетов являются соответственно первым и вторым выходами устройства.

На фиг. 1 изображена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - функциональная схема блока регистрации и управления.

Устройство содержит генераторы 1 заявок, наборное поле 2, реверсивные счетчики 3, генераторы 4 импульсов со случайной длительностью, блок 5 управления и регистрации, блоки 6 реализации приоритетов, первый 7 и второй 8 регистры.

Каждый блок 6 реализации приоритетов содержит первый 9_1 и второй 9_2 дешифраторы, первый 10_1 , второй 10_2 и третий 10_3 элементы ИЛИ, третий 11_1 , четвертый 11_2 , первый 11_3 и второй 11_4 элементы И.

Блок 5 управления и регистрации содержит группу счетчиков 12, группу индикаторов 13 и две кнопки 14.

Выходы генераторов 1 входных заявок соединены с соответствующими входами первой группы входов наборного поля 2, выходы которого заведены на суммирующие входы соответствующих реверсивных счетчиков 3, выходы которых соединены с соответствующими

входами второй группы входов блока 5, и в соответствующих блоках 6 реализации приоритетов - с первыми входами элементов И 11_4 и И 11_3 , выход которого соединен с первым входом элемента ИЛИ 10_3 , выход которого соединен с входом соответствующего генератора 4 импульсов, выходы которых соединены с соответствующими входами первой группы входов блока 5, с вычитающими входами соответствующих реверсивных счетчиков 3, с соответствующими входами второй группы входов наборного поля 2 и в соответствующих блоках 6 реализации приоритетов - с первыми входами элементов И 11_1 и 11_2 . В каждом блоке 6 реализации приоритетов второй вход элемента И 11_3 соединен с соответствующим выходом первого регистра 7, вход которого подключен к первому выходу блока 5, и с вторыми инверсными входами элементов И 11_1 и И 11_2 , третий вход которого соединен с выходом элемента ИЛИ 10_1 , четвертый вход - с выходом элемента ИЛИ 10_2 , а выход - с вторым входом элемента ИЛИ 10_3 ; первый вход элемента ИЛИ 10_1 соединен с выходом дешифратора 9_1 , а второй вход - с инверсным входом элемента И 11_2 и с соответствующим выходом второго регистра 8, вход которого подключен к второму выходу блока 5, первый вход элемента ИЛИ 10_2 соединен с выходом дешифратора 9_2 , а второй вход - с выходом элемента И 11_2 . Одноименные входы дешифраторов 9_1 блоков 6 реализации приоритетов объединены и подключены к выходам элементов И 11_1 , расположенных в блоках 6 реализации приоритетов соответственно, причем выход элемента И 11_1 блока реализации приоритетов является выходом устройства. Одноименные входы дешифраторов 9_2 блоков реализации приоритетов объединены и подключены к выходам элементов И 11_4 , расположенных в блоках реализации приоритетов, причем выход элемента И 11_4 блока реализации приоритетов является вторым выходом устройства.

Устройство работает следующим образом.

С помощью наборного поля 2 организуется структура моделируемой системы массового обслуживания, устанавливается необходимое число обслужи-

вающих каналов и последовательных обслуживающих фаз в каждом канале.

Пусть, например, необходимо смоделировать двухканальную систему массового обслуживания, причем заявки в первом канале проходят одну фазу, а во втором - две. Пусть также задана следующая система приоритетов: наивысшим первым приоритетом обладают заявки, поступающие на обслуживание во вторую фазу второго канала, вторым приоритетом - заявки, поступающие в первую фазу первого канала, и третьим, наименьшим приоритетом, - заявки, поступающие в первую фазу второго канала.

Модель системы массового обслуживания, отвечающая заданным требованиям, набирается следующим образом.

С помощью наборного поля 2 генератор 1 заявок подключается к суммирующему входу реверсивного счетчика 3_2 , генератор заявок 1_2 - к суммирующему входу реверсивного счетчика 3_3 , а выход генератора 4_3 - к суммирующему входу реверсивного счетчика 3_1 . Таким образом, в первом обслуживаемом канале заявка проходит одну обслуживаемую фазу, а во втором - две последовательные фазы. Необходимая же система приоритетов задается одновременно с расположением обслуживаемых фаз на соответствующих уровнях иерархии сверху - вниз приоритетов в устройстве, т.е. фаза с наивысшим, первым приоритетом, расположена на самом верхнем уровне, фаза с вторым приоритетом - на втором уровне и т.д. Сами приоритеты могут быть либо абсолютными, либо относительными. Абсолютный приоритет означает следующее. Если в течение обслуживания заявки с приоритетом j появляются требующие обслуживания в том же агрегате обслуживания заявки с приоритетом i и $i > j$, то обслуживание заявки с меньшим приоритетом i немедленно прерывается, после чего начинается обслуживание заявок с большим приоритетом до их полного исчерпания, а затем с прерванного места продолжается обслуживание заявки с приоритетом j .

Относительный приоритет означает следующее. Если в течение обслуживания заявки с приоритетом j появляются требующие обслуживания в том же агрегате обслуживания заявки с при-

оритетом i , и $i > j$, то обслуживание заявки с меньшим приоритетом j продолжается до конца, после чего начинается обслуживание заявок с большим приоритетом i до их полного исчерпания, а затем продолжается обслуживание заявок с приоритетом j .

Настройка обслуживаемой фазы на абсолютный либо относительный приоритет осуществляется путем записи с помощью блока 5 во второй регистр 8 константы

$$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \quad (1)$$

в которой единичное значение разряда α_k ($k=1, 2, \dots, n$) соответствует абсолютному приоритету для заявок соответствующей обслуживаемой фазы, а нулевое - относительному приоритету. Сигналы с выходов второго регистра 8 поступают на вторые входы элементов ИЛИ 10_1 и 11_2 в соответствующих блоках реализации приоритетов 6_1-6_n .

Для заданной системы приоритетов моделируемой системы массового обслуживания, выбранной в качестве примера, из выражения (1) имеем:

$$\text{для абсолютных приоритетов} \\ \alpha_1 = 1, \alpha_2 = 1, \alpha_3 = 1, \quad (2)$$

$$\text{для относительных приоритетов} \\ \alpha_1 = 0, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0. \quad (3)$$

Кроме того, с помощью блока 5 в первый регистр 7 записывается константа

$$\beta_1, \dots, \beta_n, \quad (4)$$

в которой единичное значение разряда β_k ($k=1, 2, \dots, n$) означает, что в соответствующей обслуживаемой фазе генератор обслуженных заявок моделирует отдельный агрегат обслуживания (следовательно, для заявок, обслуживаемых в данной фазе, не имеет место само понятие приоритета), а нулевое значение - что в соответствующей обслуживаемой фазе генератор обслуженных заявок входит в группу подобных генераторов других фаз, моделирующих один и тот же агрегат обслуживания, причем количество генераторов, составляющих эту группу, определяется количеством нулей в константе (4). При этом обслуживание заявок в том или ином генераторе обслуженных заявок этой группы может быть прервано заявками более высоко-

го приоритета, поступающими на другие генераторы обслуженных заявок этой же группы. Сигналы с выходов первого регистра 7 поступают на вторые входы элементов И 11₁, И 11₃ и И 11₄ в соответствующих блоках 6 реализации приоритетов.

Для моделируемой системы массового обслуживания, выбранной в качестве примера, из выражения (4) имеем

$$\beta_1 = 0, \beta_2 = 0, \beta_3 = 0. \quad (5)$$

Порядок включения генераторов обслуженных заявок, моделирующих один и тот же агрегат обслуживания, при абсолютных приоритетах задается следующими выражениями

$$y_1 = Z_1 \beta_1 \alpha_1 \gamma_1 \quad (6)$$

$$y_n = Z_n \beta_n \alpha_n \gamma_n,$$

где y_1, \dots, y_n - сигналы на выходах элементов И 11₄ в соответствующих блоках реализации приоритетов;

Z_1, \dots, Z_n - сигналы на выходах соответствующих реверсивных счетчиков 3₁-3_n;

β_1, \dots, β_n - сигналы на соответствующих выходах первого регистра 7 управляющего слова;

$\alpha_1, \dots, \alpha_n$ - сигналы на соответствующих выходах второго регистра 8 управляющего слова;

$\gamma_1, \dots, \gamma_n$ - сигналы на выходах дешифраторов 9₂ в соответствующих блоках 6₁-6_n реализации приоритетов, причем

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= 1 \\ \gamma_2 &= \bar{y}_1 \\ \gamma_3 &= \bar{y}_1 \bar{y}_2 \\ \gamma_n &= \bar{y}_1 \bar{y}_2 \dots \bar{y}_{n-1} \end{aligned} \quad (7)$$

Подставив выражения (7) в соответствующие выражения (6), получим

$$\begin{aligned} y_1 &= Z_1 \beta_1 \alpha_1 \\ y_2 &= Z_2 \beta_2 \alpha_2 \bar{y}_1 \\ \dots & \\ y_n &= Z_n \beta_n \alpha_n (\bar{y}_1 \bar{y}_2 \dots \bar{y}_{n-1}) \end{aligned} \quad (8)$$

При относительных приоритетах порядок включения генераторов обслужен-

ных заявок, моделирующих один и тот же агрегат обслуживания, задается следующими выражениями:

$$y_1 = Z_1 \beta_1 \alpha_1 (\Gamma_1 + \delta_1) \delta_1 \quad (9)$$

$$y_n = Z_n \beta_n \alpha_n (\Gamma_n + \delta_n) \delta_n$$

где $\Gamma_1, \dots, \Gamma_n$ - сигналы на выходах соответствующих генераторов 4₁-4_n;

$\delta_1, \dots, \delta_n$ - сигналы на выходах дешифраторов 9₁ в соответствующих блоках 6₁-6_n, реализации приоритетов, причем

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \bar{\Gamma}_2 \bar{\Gamma}_3 \dots \bar{\Gamma}_n \\ \dots & \\ \delta_{n-1} &= \bar{\Gamma}_n \\ \delta_n &= 1 \end{aligned} \quad (10)$$

Подставив выражения (7) и (10) в соответствующие выражения (9), получим:

$$\begin{aligned} y_1 &= Z_1 \beta_1 \alpha_1 (\bar{\Gamma}_2 \bar{\Gamma}_3 \dots \bar{\Gamma}_n) \\ y_2 &= Z_2 \beta_2 \alpha_2 (\Gamma_2 + \bar{y}_1) (\bar{\Gamma}_3 \bar{\Gamma}_4 \dots \bar{\Gamma}_n) \\ \dots & \\ y_n &= Z_n \beta_n \alpha_n (\Gamma_n + \bar{y}_1 \bar{y}_2 \dots \bar{y}_{n-1}) \end{aligned} \quad (11)$$

Для моделируемой системы массового обслуживания, выбранной в качестве примера, с заданной для нее системой приоритетов из выражений (8) и (11) с учетом выражений (2), (3) и (5) получим окончательно

для абсолютных приоритетов

$$y_1 = Z_1 \quad (12)$$

$$y_2 = Z_2 y_1 \quad (13)$$

$$y_3 = Z_3 \bar{y}_1 y_2 \quad (14)$$

для относительных приоритетов

$$y_1 = Z_1 \bar{\Gamma}_2 \bar{\Gamma}_3 \quad (15)$$

$$y_2 = Z_2 (\Gamma_2 + \bar{y}_1) \bar{\Gamma}_3 \quad (16)$$

$$y_3 = Z_3 (\Gamma_3 + \bar{y}_1 \bar{y}_2) \quad (17)$$

В описании динамики работы устройства сначала рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на какой-либо фазе в другие фазы заявки не поступают (при этом прерывание обслуживаемых заявок не имеет места).

Пусть на вход второго обслуживаемого канала (суммирующий вход счетчика 3₃) поступает импульс (заявка) от генератора 1₂ заявок. При этом записывается единица в счетчик 3₃ и на его выходе появляется сигнал Z₃,

который поступает на третий вход второй группы входов блока 5 и в блоке реализации приоритетов 6₃ на первые входы элементов И 11₃ и

И 11₄. В соответствии с условием (14) при абсолютном приоритете или (17) при относительном приоритете на выходе элемента И 11₄ блока 6₃ реализации приоритетов появляется сигнал u , который поступает на выход устройства и на второй вход элемента ИЛИ 10₃. Последний срабатывает и включает генератор 4₃, на выходе которого появляется сигнал Γ_3 с длительностью, определяемой законом распределения времени обслуживания заявок на первой фазе второго канала. Этот сигнал поступает на вычитающий вход счетчика 3₃ (в момент своего окончания уменьшая его содержимое на единицу, при этом сигнал Z_3 исчезает, что влечет за собой и исчезновение сигнала u_3), на третий вход первой группы входов блока 5 через наборное поле 2 на суммирующий вход счетчика 3₄ (на вход второй фазы второго канала) и в блоке 6₃ реализации приоритетов — на первые входы элементов И 11₁ и И 11₂. Элемент И 11₁ срабатывает, пропуская сигнал Γ_3 , который поступает на входы дешифраторов 9₁ в блоках 6₁ и 6₂ реализации приоритетов (для выполнения условий (15) и (16) при относительных приоритетах). Элемент И 11₂ не срабатывает при абсолютном приоритете, а срабатывает при относительном, пропуская сигнал Γ_3 через элемент ИЛИ 10₂ на четвертый вход элемента И 12 для выполнения условия (7).

В счетчик 3₄ в момент окончания сигнала Γ_3 записывается единица и на его выходе появляется сигнал Z , который поступает на первый вход второй группы входов блока 5 регистрации и управления и в блоке 6₁ реализации приоритетов на первые входы элементов И 11₃ и И 11₄. В соответствии с условием (12) при абсолютном приоритете или (15) при относительном приоритете на выходе элемента И 11₄ блока 6₁ реализации приоритетов появляется сигнал u_1 , который поступает на второй вход элемента ИЛИ 10₃ и в блоках 6₂ и 6₃ реализации приоритетов на первые входы дешифратора 9₂ для выполнения условий (13) и (14) при абсолютных приоритетах или условий (15) и (17) при относительных приоритетах. Элемент ИЛИ 10₃ срабатывает и включает генератор 4₄ обслуженных заявок,

на выходе которого появляется сигнал Γ_1 с длительностью, определяемой законом распределения времени обслуживания заявок на второй фазе второго канала. Этот сигнал поступает на вычитающий вход счетчика 3₄ (в момент своего окончания уменьшая его содержимое на единицу, при этом сигнал Z_1 исчезает, что влечет за собой и исчезновение сигнала u_1), на первый вход первой группы входов блока 5 и в блоке 6₁ реализации приоритетов на первые входы элементов И 11₁ и И 11₂. Элемент И 11₁ срабатывает, пропуская сигнал Γ_1 на выход устройства. Работа элемента И 11₂ не влияет на функционирование устройства согласно условию (12) при абсолютном приоритете или (15) при относительном приоритете. На этом моделирование процесса обслуживания заявки во втором канале, содержащем две последовательные фазы, заканчивается.

Моделирование процесса обслуживания заявки в первом канале, содержащем одну фазу, происходит аналогично, согласно условию (13) при абсолютном приоритете или (16) при относительном.

Рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на какой-либо фазе заявки поступают и на другие фазы, причем во всех фазах задан признак абсолютного приоритета.

Рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на первой фазе второго канала (в генераторе 4₃ поступает заявка на первую фазу первого канала (на генератор 4₂), обладающая большим абсолютным приоритетом. В этом случае записывается единица в счетчик 3₂ и на его выходе появляется сигнал Z_2 . В соответствии с условием (13) на выходе элемента И 11₄ блока 6₂ реализации приоритетов появляется сигнал u_2 , который в соответствии с условием (14) снимает сигнал u_3 с выхода элемента И 11₄ блока 6₃ реализации приоритетов. В результате этого снимается сигнал с второго входа элемента ИЛИ 10₃ блока 6₃ реализации приоритетов и выключается генератор 4₃, на выходе которого сохраняется сигнал Γ_3 . Сохраняется и сигнал Z_3 , так как в счетчике 3₃ продолжает храниться единица. Одновременно сраба-

тывает элемент ИЛИ 10_3 в блоке 6_2 реализации приоритетов, включая генератор 4_2 , на выходе которого появляется сигнал Γ_2 с длительностью, определяемой законом распределения времени обслуживания заявок на первой фазе первого канала. Этот сигнал поступает на вычитающий вход счетчика 3_3 (в момент своего окончания уменьшая его содержимое на единицу), на соответствующий вход блока 5 и в блоке 6_2 реализации приоритетов на первые входы элементов И 11_1 и И 11_2 . При этом на выходе счетчика 3_2 сигнал либо сохраняется, если в счетчике 3_2 находятся последующие заявки, либо исчезает, если счетчик 3_2 пуст. Если сигнал Z_2 сохраняется, то в соответствии с выражением (13) сохраняется и сигнал u_2 , вновь включается генератор 4_2 и моделирование процесса обслуживания заявки на первой фазе первого канала повторяется вышеописанным образом до исчезновения заявок в счетчике 3_2 . Если сигнал Z_2 исчезает, то в соответствии с выражением (13) исчезает и сигнал u_2 на выходе элемента И 11_4 блока 6_2 реализации приоритетов, что влечет за собой в соответствии с условием (14) появление сигнала u_3 на выходе элемента И 11_4 блока реализации приоритета 6_3 . Устройство возвращается к моделированию процесса обслуживания заявки на первой фазе второго канала (на генераторе 4_3).

Рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на первой фазе первого канала (в генераторе 4_2) поступает заявка на первую фазу второго канала (на генератор обслуживаемых заявок 4_3), обладающая меньшим абсолютным приоритетом. В этом случае в соответствии с условием (13) возбужден выход элемента И 12 блока 6_2 реализации приоритетов, и, следовательно, работает генератор 4_2 обслуживаемых заявок. Поступающий на суммирующий вход счетчика 3_3 сигнал записывает в него единицу, вызывая появление на его выходе сигнала Z_3 . Но при этом никаких изменений в работе устройства не происходит, т.е. условие (14) не выполняется. По окончании моделирования процесса обслуживания заявки на первой фазе первого канала, если счетчик 3_2 очищен, условие (14) выполняется. Устройст-

во переходит к моделированию процесса обслуживания заявки на первой фазе второго канала.

Рассмотрим случай установки относительных приоритетов во всех фазах.

Рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на первой фазе второго канала (в генераторе 4_3 обслуживаемых заявок) поступает заявка на первую фазу первого канала (на генератор 4_2), обладающая большим относительным приоритетом. В этом случае записывается единица в счетчик 3_2 и на его выходе появляется сигнал Z_2 . В соответствии с условием (16) на выходе элемента И 11_4 блока 6_2 реализации приоритета сигнал u_2 появляется не немедленно, а лишь после того, как исчезнет сигнал Γ_1 на выходе генератора 4_1 (т.е. после окончания моделирования процесса обслуживания заявки на второй фазе второго канала, куда она поступает после окончания моделирования процесса обслуживания заявки на первой фазе второго канала). Работа устройства при этом происходит следующим образом. В момент окончания сигнала Γ_3 на выходе генератора 4_3 (т.е. после окончания моделирования процесса обслуживания заявки на первой фазе второго канала) записывается единица в счетчик 3_1 и на его выходе появляется сигнал Z_1 . При этом на выходе счетчика 3_3 сигнал Z_3 либо сохраняется, если в счетчике 3_3 находятся последующие заявки, либо исчезает, если счетчик 3_3 пуст. В соответствии с выражением (15) на выходе элемента И 11_4 блока 6_1 реализации приоритетов появляется сигнал u_1 , запрещающая выработку сигналов u_2, u_3 согласно условиям (16) и (17) соответственно. Срабатывает элемент ИЛИ 10_3 в блоке 6_1 реализации приоритетов, включая генератор 4_1 , на выходе которого появляется сигнал Γ_1 с длительностью, определяемой законом распределения времени обслуживания заявок на второй фазе второго канала. Этот сигнал поступает на вычитающий вход счетчика 3_1 (в момент своего окончания уменьшая его содержание на единицу, при этом сигнал Z_1 исчезает, что влечет за собой в соответствии с выражением (15) исчезновение сигнала u_1), на соответствующий вход

блока 5 и в блоке 6₁ реализации приоритетов - на первые входы элементов И 11₁ и И 11₂. Исчезновение сигнала u_1 на выходе элемента И 11₄ блока 6₁ реализации приоритетов влечет за собой в соответствии с выражением (16) появление сигнала u_2 на выходе элемента И 11₄ блока 6₂ реализации приоритетов. Сигнал u_2 согласно условию (17) запрещает выработку сигнала. Устройство при этом переходит к моделированию процесса обслуживания заявки, входящих в счетчик 3₂, на первой фазе первого канала (на генераторе 4₂). После окончания обслуживания всех заявок, находящихся в счетчике 3₂, сигнал Z_2 исчезает, что влечет за собой согласно условию (16) исчезновение сигнала u_2 на выходе элемента И 11₄ блока 6₂ реализации приоритетов. Исчезновение сигнала u_2 влечет за собой согласно условию (17) появление сигнала u_3 на выходе элемента И 11₄ блока 6₃ реализации приоритетов, если в счетчике 3₃ еще находятся последующие заявки. Тем самым устройство возвращается к моделированию процесса обслуживания очередных заявок, находящихся в счетчике 3₃ на первой фазе второго канала (на генераторе 4₃).

Рассмотрим случай, когда во время обслуживания заявки на первой фазе первого канала (в генераторе 4₁) поступает заявка на первую фазу второго канала (на генераторе 4₃), обладающая меньшим относительным приоритетом. В этом случае в соответствии с условием (16) возбужден выход элемента И 11₄ блока 6₂ реализации приоритетов и, следовательно, работает генератор 4₂. Поступающий на суммирующий вход счетчика 3₃ сигнал записывает в него единицу. Но при этом никаких изменений в работе устройства не происходит, так как условие (17) не выполняется. По окончании моделирования процесса обслуживания заявок на первой фазе первого канала, если счетчик 3₂ очищен, условие (17) выполняется. Устройство переходит к моделированию процесса обслуживания заявки на первой фазе второго канала.

Необходимо отметить, что в случае представления отдельного агрегата обслуживания группой генераторов каждая из соответствующих обслужи-

вающих фаз может быть настроена либо на относительный, либо на абсолютный приоритеты. Для этого необходимо только посредством блока 5 занести во второй регистр 8 константу (1) соответствующего вида. При этом иерархия сверху-вниз приоритетов в устройстве сохраняется.

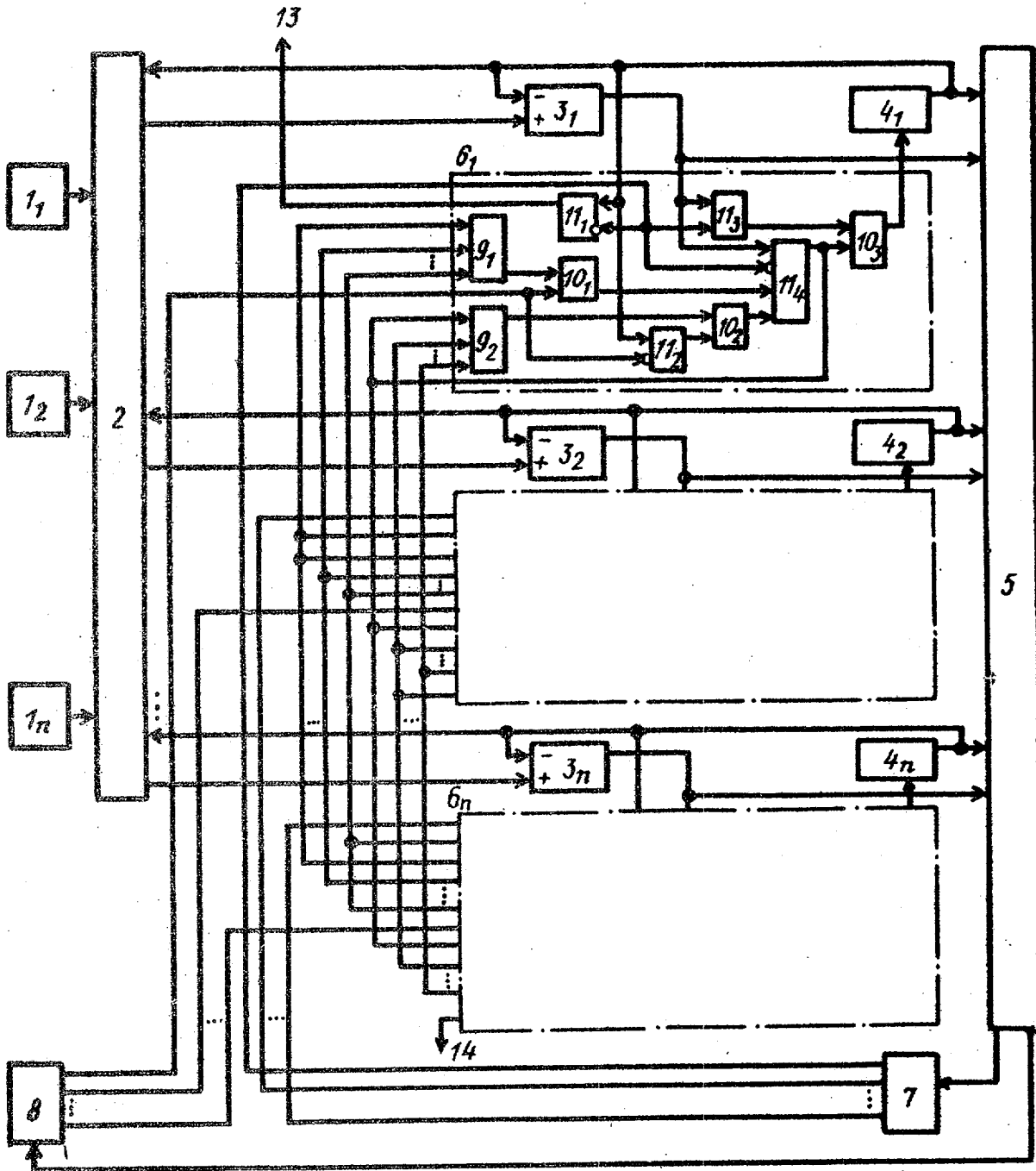
В заключении рассмотрим случай, когда отдельный агрегат обслуживания моделирует один генератор 4, например 4₁. Для этого необходимо только посредством блока 5 занести в первый регистр 7 константу (4) соответствующего вида, в которой $\beta_1 = 1$. В этом случае для второй фазы второго канала понятие приоритета не имеет места и, следовательно, заявки, обслуживаемые в генераторе 4₁, превращаются быть не могут. Сигнал Z_1 с выхода счетчика 3₁, поступая на первый вход элемента И 11₃ блока 6₁ реализации приоритетов (второй вход этого элемента открыт сигналом β_1), вызывает срабатывание элемента И 11₃ и с его выхода через соответствующий элемент ИЛИ 10₃ включает генератор 4₁.

Таким образом, изменяя коммутацию на наборном поле 2 и записывая различные константы (1) и (4) во второй 8 и первый 7 регистры соответственно, можно получать системы массового обслуживания различной структуры (с различным числом обслуживаемых каналов, содержащих различное число последовательных фаз), причем обслуживаемым фазам можно как присваивать абсолютные либо относительные приоритеты один относительно другого в любом сочетании, так и организовывать их независимыми один от другого.

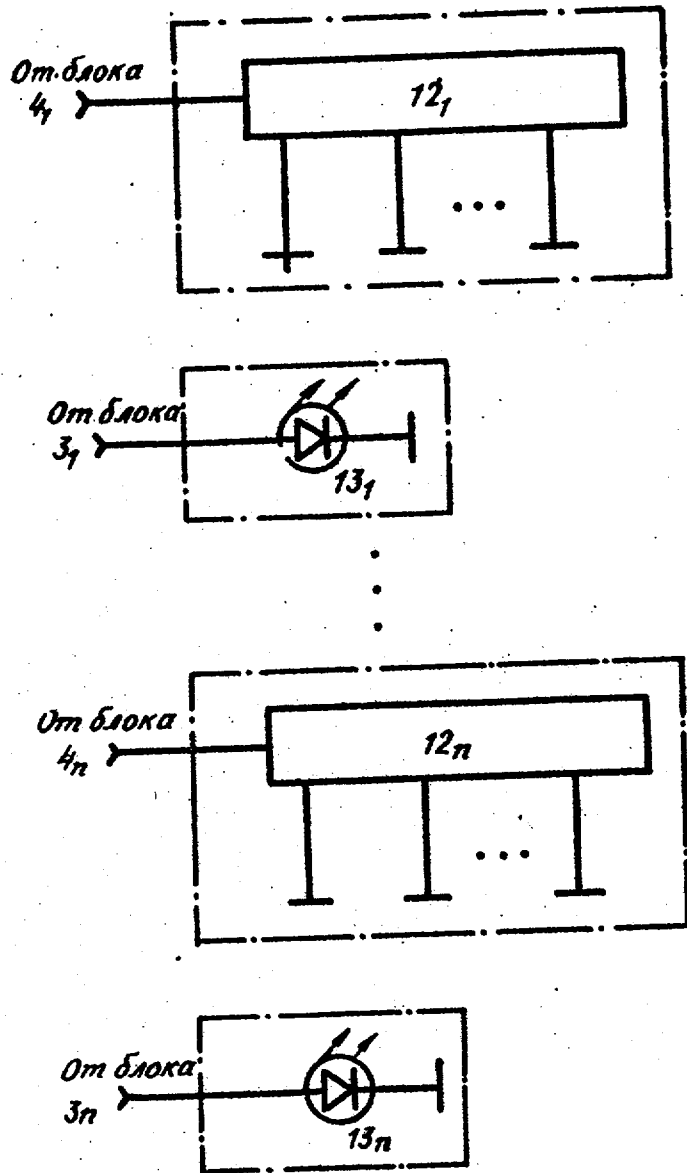
Технико-экономическая эффективность предлагаемого устройства определяется его улучшениями по сравнению с известными. Оно, во-первых, позволяет моделировать широкий класс систем массового обслуживания, в частности таких, в которых различные потоки заявок, требующие обслуживания, могут один относительно другого как обладать абсолютными либо относительными приоритетами, так и быть независимыми; во-вторых, моделирование систем массового обслуживания можно реализовать посредством предлагаемого устройства без использования электронно-вычислительной маши-

ны; в-третьих, структура устройства регулярна, что позволяет легко наращивать его объем; в-четвертых, заяв-

ки в устройстве представлены в виде импульсов, что имеет следствием наглядность моделирования.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор А. Козориз Составитель Техред А. Бабинец Корректор А. Зимоков

Заказ 9308/43 Тираж 706 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4