



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1439615** **A2**

(51)4 G 06 F 15/20

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (61) 1345209
(21) 4231344/24-24
(22) 17.04.87
(46) 23.11.88. Бюл. № 43
(71) Минский радиотехнический институт
(72) С.И.Акулич, И.В.Кривошеин,
О.А.Лубневский и А.М.Суходольский
(53) 681.3 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1345209, кл. G 06 F 15/20, 1986.
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ
 ГИБКИХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОД-
 СТВЕННЫХ СИСТЕМ
(57) Изобретение относится к специа-
 лизированным средствам вычислительной
 техники и предназначено для моделиро-
 вания гибких автоматизированных про-

изводственных систем. Цель изобре-
 тения - расширение функциональных воз-
 можностей за счет моделирования рабо-
 ты склада гибкой автоматизированной
 производственной системы. Для дости-
 жения цели устройство дополнительно
 содержит модель склада, группы нако-
 пителей заявок, буферного блока за-
 грузки, буферного блока выгрузки,
 блока загрузки и блока выгрузки.
 Устройство позволяет моделировать
 межоперационные заделы, объем неза-
 вершенного производства, загружен-
 ность складского оборудования, необ-
 ходимые мощности склада, влияние про-
 изводительности склада на общее функ-
 ционирование гибкой производственной
 системы и т.д. 10 ил.

(19) **SU** (11) **1439615** **A2**

Изобретение относится к специализированным средствам вычислительной техники, предназначено для моделирования гибких автоматизированных производственных систем и является усовершенствованием устройства по авт. св. № 1345209.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет моделирования работы склада гибкой автоматизированной производственной системы.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 - структурная схема модели обрабатывающего центра; на фиг. 3 - буферный блок модели обрабатывающего центра; на фиг. 4 - структурная схема модели склада; на фиг. 5 - структурная схема накопителя; на фиг. 6 - буферный блок выгрузки; на фиг. 7 - схема компаратора; на фиг. 8 - схема буферного блока загрузки; на фиг. 9 - структурная схема блока загрузки; на фиг. 10 - структурная схема блока выгрузки.

Устройство содержит группу моделей 1 обрабатывающих центров, первый 2 и второй 3 блоки регистрации, блок 4 коммутации и модель 5 склада. Каждая модель 1 обрабатывающего центра содержит буферный блок 6, блок 7 приоритета, первый 8 и второй 9 триггеры, первый элемент ИЛИ 10, второй элемент ИЛИ 11, генератор 12 счетных импульсов, первый дифференцирующий элемент 13, первый реверсивный счетчик 14, счетчик 15, элемент И 16, элемент 17 запрета, блок 18 подготовки, обрабатывающий блок 19, блок 20 транспортировки, первый 21, второй 22 и третий 23 генераторы импульсов случайной длительности, второй дифференцирующий элемент 24, третий элемент ИЛИ 25, второй реверсивный счетчик 26.

Буферный блок 6 содержит группу 27 элементов ИЛИ, элемент 28 задержки, первый элемент ИЛИ 29, первую группу 30 элементов И-НЕ, первый элемент И 31, группу элементов НЕ 32, вторую группу 33 элементов И-НЕ, первую группу 34 элементов И, группу 35 реверсивных счетчиков, третью группу 36 элементов И-НЕ, группу 37 элементов ИЛИ, второй элемент ИЛИ 38, дифференцирующий элемент 39 (число эле-

ментов в группах равно числу потоков заявок, поступающих на обслуживание, что соответствует числу потоков деталей различной номенклатуры, обрабатываемых в гибкой автоматизированной производственной системе).

Модель 5 склада содержит второй триггер 40, генератор 41 тактовых импульсов, буферный блок 42 выгрузки, распределитель 43 импульсов, буферный блок 44 загрузки, элемент 45 задержки, элемент ИЛИ 46, первый реверсивный счетчик 47, блок 48 выгрузки, первый триггер 49, второй генератор 50 импульсов со случайной длительностью, блок 51 загрузки, первый генератор 52 импульсов со случайной длительностью, реверсивный счетчик 53, первый 54 и второй 55 коммутаторы, группу 56 накопителей заявок (по числу моделей 1 обрабатывающих центров).

Накопитель 56 заявок состоит из первой 57 группы элементов И-НЕ, группы реверсивных счетчиков 58 заявок, группы элементов ИЛИ 59, второй группы элементов И-НЕ 60, элемента ИЛИ 61, группы элементов ИЛИ-НЕ 62, третьей группы элементов И-НЕ 63, группы 64 элементов задержки (по числу потоков заявок).

Буферный блок 42 выгрузки содержит второй элемент И 65, первый элемент ИЛИ 66, элемент 67 задержки, реверсивный счетчик 68 заявок, третий элемент ИЛИ 69, третью группу элементов И 70, группу элементов 71 задержки, группу триггеров 72, первую группу элементов 73 запрета, группу вычитающих счетчиков 74, вторую группу элементов И 75, вторую группу элементов 76 запрета, первую группу элементов И 77, второй элемент ИЛИ 78, элемент 79 запрета, первый элемент И 80.

Коммутаторы 54(55) состоят из элементов И 81.

Буферный блок 44 загрузки содержит первую 82, вторую 83 и третью 84 группы элементов И-НЕ, группу реверсивных счетчиков 85 заявок, группу элементов ИЛИ 86, элемент И-НЕ 87, группу триггеров 88, элемент НЕ 89.

Блок 51 загрузки содержит первый 90 и второй 91 дифференцирующие элементы, генератор 92 импульсов и элемент И 93.

Блок 48 выгрузки содержит первый 94, второй 95 и третий 96 дифференцирующие элементы, генератор 97 импульсов и элемент И 98.

Функциональное назначение и техническая реализация блоков регистрации 2 и 3, блока 4 коммутации и всех блоков модели 1 обрабатывающего центра полностью соответствует структуре аналогичных блоков основного изобретения.

Моделирование гибких автоматизированных производственных систем с помощью устройства происходит в виде последовательного прохождения заявок каждого входного потока через модель 1 обрабатывающих центров посредством блока 4 коммутации, что соответствует прохождению деталями различной номенклатуры последовательности некоторых технологических операций до принятия готового для данного производства вида. При достижении максимально возможного заполнения блока 6 последующие заявки на обслуживание из модели 1 обрабатывающего центра направляются к модели 5 склада, что соответствует отправке детали на склад при заполнении входного буфера технологической установки. При полном обнулении блока 6 в модель склада 5 от модели 1 обрабатывающего центра поступает заявка типа "Выгрузить деталь", тем самым моделируется запрос детали со склада. Буферные блоки 42 и 44 модели 5 склада производят накопление заявок соответственно типа "Выгрузить деталь" и "Загрузить деталь" независимо от обслуживания данных заявок и запуск данных заявок на обслуживание. Цикл моделирования загрузки детали в склад начинается после окончания моделирования загрузки предыдущей детали либо по окончании моделирования сбоя в работе выгружающего оборудования.

Накопление заявок от моделей 1 (незавершенное производство) происходит непосредственно в накопителях модели склада раздельно для каждого потока заявок (каждой номенклатуры деталей) и каждой модели 1 обрабатывающего центра (каждой технологической операции).

Каждая из моделей 1 обрабатывающего центра моделирует фазы обслуживания заявок, характерные для гибких

производственных систем: ожидание деталью обслуживания, подготовку обрабатывающего средства к выполнению конкретной технологической операции над деталью данной номенклатуры, обработку детали и ее транспортировку к месту дальнейшей обработки согласно технологическому маршруту, причем в фазах подготовки, обслуживания и транспортировки моделируются сбой в работе оборудования, которые приводят к выбраковке детали (потере заявки), находящейся в этот момент на обслуживании в какой-либо из указанных фаз.

Первый блок 2 регистрации производит подсчет заявок по каждому входному потоку (соответствует подсчету количества запускаемых в производство деталей каждой номенклатуры). Второй блок 3 регистрации подсчитывает количество заявок каждого потока, обслуженных в устройстве моделирования (соответствует подсчету количества выпущенных производством деталей каждой номенклатуры).

На блоке 4 коммутации задается последовательность обслуживания входных потоков заявок моделями 1 обрабатывающих центров (соответствует последовательности прохождения деталями каждой номенклатуры некоторых технологических операций до принятия вида готовых изделий).

Модель 5 склада производит по каждому отдельному потоку и каждой отдельной модели 1 обрабатывающего центра хранение заявок на обслуживание, когда буферный блок 6 по данному потоку в данной модели 1 переполнен (соответствует отправке детали на склад межоперационных заделов, если входной буфер технологической установки переполнен), и выдачу заявки на обслуживание для модели 1 обрабатывающего центра, когда буферный блок 6 ее полностью обнуляется (соответствует отправке детали со склада на технологическую операцию, если во входном буфере технологической установки нет деталей для дальнейшей обработки), моделирование загрузки/выгрузки детали в складе, причем в фазах загрузки и выгрузки детали моделируются сбой в работе складского оборудования, приводящие к выбраковке детали (потере заявки).

Назначение основных блоков модели 1 обрабатывающего центра. При моделировании производственных систем недопустима потеря заявки на обслуживающих средств определенного обрабатывающего центра. В блоке 6 происходит накопление заявок по каждому потоку обрабатывающего центра, моделирующая очередь в системе. Данный блок также производит запуск блока 7 приоритета в случае, когда в момент прихода заявки по одному из потоков счетчики 35 блока 6 обнулены. В случае заполнения счетчика 35 на выходе элемента И 36 появляется уровень, запрещающий прохождение импульсов заявок на вход суммирования счетчика 35 и разрешающий прохождение его на выход 4 блока 6 (т.е. происходит моделирование отправки детали на склад при переполнении входного буфера технологической установки). В случае обнуления всех счетчиков группы 35 на выходе элемента ИЛИ 38 появляется высокий уровень и на выходе дифференцирующего элемента 39 появляется короткий импульс, попадающий на соответствующий выход блока 6 (т.е. моделируется запрос технологической установки детали у склада). Поступление заявок на обслуживание в описываемый блок происходит по прямым входам элементов ИЛИ 27 (деталь приходит с предыдущей технологической операции) либо по инверсным входам (деталь приходит со склада) ($j = 1, m$).

Блок 7 приоритета моделирует определение самой приоритетной заявки по всем потокам заявок модели 1 обрабатывающего центра и запуск ее на обслуживание. При этом наибольшим приоритетом обладают заявки того потока, которых больше всего накопилось в буферном блоке 6. При равенстве количества заявок в буфере по нескольким входным потокам модели 1 обрабатывающего центра наиболее приоритетными будут заявки потока, поступающие по входу с наибольшим номером.

Реверсивные счетчики 14 и 26 подсчитывают количество сбоев соответственно в фазах подготовки и обработки. Счетчик 15 подсчитывает общее количество заявок, принятых на обслуживание в модели 1 обрабатывающего центра (общее количество деталей, поступивших на обработку). Блок 13 подго-

товки моделирует интервал времени подготовки обрабатывающего центра (идентификация детали, замена инструмента и т.д.). Обработывающий блок 19 и блок транспортировки моделирует соответственно фазы обработки и транспортировки детали. Генераторы 21-23 импульсов со случайной длительностью моделируют сбой в системе. Причем импульсу соответствует уровень логического "0" на выходе каждого из генераторов. Длительность импульса на их выходах характеризует период восстановления.

Назначение основных блоков модели 5 склада. Распределитель 43 импульсов задает циклический режим работы буферного блока 44 загрузки.

При наличии разрешающего уровня "1" от триггера 40 во время действия импульса генератора 41 только на одном из выходов распределителя 43 будет единица. По окончании действия импульса генератора 41 все выходы обнуляются. Положение "1" в выходном коде циклически изменяется. При наличии "0" от триггера 40 прекращается циклическое продвижение "1".

Буферный блок 44 загрузки производит по каждому потоку и каждой модели 1 обрабатывающего центра накопление заявок типа "Загрузить деталь" (в склад). При появлении импульса по соответствующему входу и ненулевом состоянии соответствующего счетчика буферного блока 44 загрузки, соответствующего данному входу, на соответствующем выходе группы буферного блока 44 загрузки появляются "1" и импульс запуска блока 51 загрузки (т.е. моделируется запуск детали на загрузку в склад).

Буферный блок 42 выгрузки производит накопление и приоритетный запуск на обслуживание заявок типа "Выгрузить деталь" (из склада). Наиболее приоритетной будет заявка, которая раньше всех других поступила в буферный блок 42 выгрузки. В процессе моделирования заявка, пришедшая в виде импульса от блока буферной памяти соответствующей модели 1, увеличивает на "1" состояние реверсивного счетчика 68. При этом на выходе реверсивного счетчика 68 появляется код-приоритет пришедшей заявки, который с задержкой на окончательную установку реверсивного счетчика 68 за-

носится в соответствующий счетчик 74. Постановка пришедшей заявки в очередь происходит лишь при условии, что все разряды соответствующего счетчика 74 установлены в "1"; если данное условие не выполняется (т.е. заявка от этой модели 1 обрабатывающего центра уже стоит в очереди), то увеличение содержимого счетчика 68 и постановки заявки в очередь не происходят. Определение самой приоритетной заявки и запуск ее на обслуживание происходят по одному из входов элемента ИЛИ 66 в следующих случаях: когда блок 48 15 выгрузки находится в состоянии ожидания, триггер 49 модели склада - в единичном состоянии и запуск импульсов происходит с выхода элемента ИЛИ 78; когда по окончании моделирования выгрузки детали из склада на выходе блока 48 выгрузки появляется импульс; когда самой приоритетной заявке соответствует запрещающий уровень на входе $2i$ буферного блока 42 выгрузки и запуск следующей приоритетной заявки происходит импульсом с выхода элемента ИЛИ 69; когда заканчивается моделирование сбоя в работе блока выгрузки (по пятому входу буферного блока 42 выгрузки). Запуск заявки происходит импульсом с выхода элемента ИЛИ 66, который сбрасывает триггеры 72 и с задержкой проходит на сброс триггеров 72 (сброс кода, соответствующего предыдущей самой приоритетной заявке), поступает на вычитающие входы всех счетчиков группы 74, соответствующих моделям 1 обрабатывающих центров, заявки которых стоят в очереди на обслуживание. При этом на выходе обнуления счетчика $74i$, содержащего во всех разрядах "0", появится импульс, устанавливающий при наличии разрешающего уровня по входу от соответствующего накопителя 56 заявок триггер $72i$ в "1". Содержание всех остальных счетчиков 74 и счетчика 68 уменьшится на "1". Если от накопителя $56i$ будет запрещающий уровень (т.е. на складе нет деталей для обрабатывающего центра, имеющего самую приоритетную заявку), то все триггеры группы 72 останутся в нулевом состоянии и по выходу элемента ИЛИ 69 55 будет опрашиваться следующая приоритетная заявка. Для нормальной работы буферного блока 42 выгрузки необхо-

дима размерность реверсивных счетчиков 68 и группы счетчиков 74:

$$r \gg \text{int}(\log_2(n+1)) + 1,$$

где r - число разрядов счетчиков;
 n - количество моделей 1 в устройстве моделирования;
 int - функция взятия целой части от выражения.

Указанные счетчики включены с инверторами по счетным входам и входу записи.

Генераторы 50 и 52 импульсов со случайной длительностью моделируют сбой в работе складского оборудования. Причем импульсу соответствует уровень логического нуля на выходе каждого из генераторов. Длительность импульса на их выходах характеризует период восстановления. Блок 48 выгрузки моделирует интервал времени выгрузки детали определенной номенклатуры для определенной технологической операции. Блок 51 моделирует загрузку детали в склад. Реверсивные счетчики 47 и 53 подсчитывают соответственно количество сбоев во время моделирования выгрузки. Коммутатор 55 обеспечивает раздельное накопление заявок по отдельному потоку и отдельной модели 1 обрабатывающего центра. Коммутатор 54 обеспечивает выбор детали из отдельного накопителя. Каждый из накопителей 56 заявок реализует непосредственно накопление заявок для отдельной модели 1 обрабатывающего центра с раздельным хранением по потокам (т.е. моделируется создание межоперационных заделов в автоматизированном производстве отдельно по каждой технологической операции и каждому виду номенклатуры выпускаемых изделий). Элементы 64 задержки моделируют фазу транспортировки со склада.

Устройство работает следующим образом.

При включении питания происходит обнуление счетчиков блоков 2 и 3 регистрации; во всех моделях 1 обрабатывающих центров происходят обнуление счетчиков блока 6, триггеров блока 7, счетчика 15, реверсивных счетчиков 14 и 26, установка в "0" триггера 8, в "1" триггера 9, а также установка в исходное состояние, соответствующее моделированию состояния

ожидания, блока 18 подготовки, обрабатывающего блока 19 и блока 20 транспортировки. При включении питания происходит начальная установка модели 5 склада. При этом триггеры 40 и 49 устанавливаются в "1", осуществляется сброс реверсивных счетчиков 58, накопителей 56, реверсивных счетчиков и триггеров буферного блока 44 загрузки, реверсивных счетчиков 47 и 53, триггеров 72 буферного блока 42 выгрузки, все разряды реверсивного счетчика 68 устанавливаются в "1", после чего этот код заносится во все счетчики группы 74, что приводит к запрету прохождения импульсов на вычитающий вход и разрешению прохождения импульса записи в счетчике 74, блок 48 выгрузки и блок 51 загрузки устанавливаются в исходное состояние (соответствует состоянию ожидания загрузки/выгрузки).

В процессе моделирования заявки в виде импульсов поступают на входы блока 4 коммутации и оттуда на вход соответствующей модели 1 обрабатывающего центра. В результате этого импульс с j -го входа блока 6 поступает на суммирующий вход j -го реверсивного счетчика 35. Если все счетчики 35 обнулены, то данный импульс проходит через элементы ИЛИ 29 и И 31 на блок 7. В случае ненулевого состояния счетчиков 35 происходит лишь изменение содержимого одного из этих счетчиков. Импульс по входу блока 7 приоритета осуществляет запуск данного блока, в результате чего от блока 6 в него переписывается содержимое счетчиков 35, определяется поток заявок с наибольшим приоритетом, что вызывает появление на группе выходов блока 7 приоритета кода, содержащего единицу на выходе, соответствующем наиболее приоритетному потоку заявок, и появление импульса на первом выходе блока 7 приоритета. Данный импульс устанавливает триггер 8 в "1", триггер 9 - в "0" и поступает на суммирующие входы счетчика 15 и реверсивного счетчика 14 и через третий вход блока 6 на вычитающий вход того реверсивного счетчика 35 блока 6, которому соответствует "1" на вторых входах блока 6 от блока 7. Импульсы от генератора 12 счетных импульсов через первый элемент И 16 и элемент запрета 17 поступают на вход блока 13 подго-

товки, т.е. начинается моделирование фазы подготовки. Нулевой уровень на выходе триггера 9 обеспечивает запрет прохождения импульса по второму входу блока 7 приоритета, что необходимо для нормального моделирования в случае нулевого состояния всех счетчиков 35 блока 6. По окончании подготовки на выходе блока 18 подготовки появляется импульс, поступающий на первый вход обрабатывающего блока 19, суммирующий вход реверсивного счетчика 26, вычитающий вход реверсивного счетчика 14 и через первый элемент ИЛИ 10 на нулевой вход триггера 8. Таким образом, прекращается моделирование фазы обработки в обрабатывающем блоке 19. По окончании моделирования фазы обработки на выходе обрабатывающего блока 19 появляется импульс, поступающий на первый вход блока 20 транспортировки. Это обеспечивает запись в блок 20 транспортировки кода с вторых выходов блока 7 приоритета и начало моделирования фазы транспортировки (транспортировка детали). Обрабатывающий блок 19 (обрабатывающее средство) свободен для обслуживания новой заявки. При этом импульс, поступивший на пятый вход блока 7 приоритета от элемента ИЛИ 11, сбрасывает код с вторых выходов данного блока и запускает блок 7 приоритета. В результате этого происходит определение нового приоритета и начинается обслуживание следующей заявки. Фаза подготовки и обслуживания каждой последующей заявки (обработка каждой последующей детали) при наличии очереди происходит одновременно с фазой транспортировки предыдущей заявки (транспортировки предыдущей детали), при этом время транспортировки всегда меньше суммарного времени подготовки и обработки. По окончании времени транспортировки на j -ом выходе блока 20 транспортировки, соответствующем "1" кода приоритета, появится импульс, который проходит на выход модели обрабатывающего центра. Таким образом, обслуженная заявка вновь поступает на блок 4 коммутации и оттуда на последующую модель обрабатывающего центра (соответствует поступлению детали на следующую технологическую операцию).

В процессе моделирования в модели 1 обрабатывающего центра может воз-

никнуть ситуация, когда после окончания обслуживания заявки (по окончании обработки детали) блок 6 оказывается полностью обнуленным (нет заявок на обработку детали). При этом вновь происходит запуск блока 7 приоритета по пятому входу, однако импульс на первом выходе данного блока не появится и на всех выходах группы будет уровень логического нуля. В результате этого модель 1 обрабатывающего центра переходит в режим ожидания заявок и начнет моделировать фазы подготовки и обработки только после прихода заявки на один из входов от коммутатора буферного блока 6 и последующего запуска блока 7 приоритета по второму входу от элемента И 31.

В процессе моделирования в модели 1 обрабатывающего центра может возникнуть ситуация, когда в момент прихода импульса на j -й вход блока 6 во всех разрядах j -го счетчика 35 будут "1" (т.е. входной накопитель моделируемого технологического оборудования заполнен до предела). При этом импульс заявки на обслуживание поступит не на суммирующий вход j -го счетчика, а через элемент И 34 j на j -й выход буферного блока 6, выход модели 1 обрабатывающего центра (т.е. моделируется отправка детали на склад). Может также возникнуть ситуация, когда после выдачи очередной заявки на обслуживание из блока 6 все счетчики 35 обнуляются, тогда на выходе элемента ИЛИ 38 появляется высокий уровень, на выходе дифференцирующего элемента 39 появляется короткий импульс, поступающий через третий выход буферного блока 6 на третий выход модели 1 обрабатывающего центра (т.е. в ситуации, когда накопитель деталей технологического оборудования обнуляется, на склад отправляется запрос на деталь).

Моделирование работы склада происходит следующим образом. Заявки на обслуживание поступают на вход ij модели 5 склада и через вход буферного блока 44 загрузки на суммирующий вход ij -го реверсивного счетчика 85 данного блока. В результате этого происходит накопление заявок типа "Загрузить деталь" в буферном блоке 4 загрузки отдельно по каждой модели i обрабатывающего центра и каждому j -му пото-

ку в пределах отдельной модели ($i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$). Обслуживание данных заявок происходит в циклическом режиме. При наличии разрешающего уровня "1" с выхода триггера 40 на входе распределителя 43 импульсы от генератора 41 тактовых импульсов поступают на первый вход распределителя 43. В результате чего на выходах распределителя 43 будет код, содержащий нули и одну "1". Данный код подается на входы буферного блока 44 загрузки. Если реверсивный счетчик буферного блока 44 загрузки, соответствующий "1", по входу от распределителя 43 обнулен, то на всех выходах буферного блока 44 загрузки будет уровень логического "0", триггер 40 останется в состоянии "1" и через тактовый интервал времени импульсов генератора 41 положение "1" кода на выходах распределителя 43 циклически изменится.

Если реверсивный счетчик буферного блока 44 загрузки не обнулен, то на одном из группы выходов появится высокий уровень, а на первый вход блока 51 загрузки поступит импульс (т.е. начинается моделирование загрузки детали из входного накопителя склада непосредственно в склад). Времени загрузки соответствует длительность импульса (высокий уровень) на выходе генератора 92 импульсов блока 51 загрузки. По окончании моделирования времени загрузки на выходе блока 51 загрузки появится короткий импульс, поступающий через коммутатор 55 на вход j -го накопителя 56 заявок. Этот же импульс с задержкой на прохождение заявки через коммутатор 55 сбрасывает триггеры буферного блока 44 загрузки, устанавливает триггер 40 в "1", разрешая тем самым дальнейший циклический опрос заявок на загрузку. Таким образом, осуществляется моделирование загрузки деталей в склад.

Заявки на обслуживание типа "Выдать деталь" поступают с выхода дифференцирующего элемента 39 i -й модели 1 обрабатывающего центра на i -й вход буферного блока 42 выгрузки. Если эта заявка еще не стоит в очереди (т.е. все разряды i -го счетчика 74 установлены в "1"), импульс через элемент ИЛИ 78 поступает на суммиру-

ющий вход реверсивного счетчика 68, устанавливая на нем приоритет поступившей заявки, который с задержкой переписывается в счетчик 74i (т.е. заявка от модели i типа "Выгрузить деталь" поставлена в очередь). Если заявка данного типа от модели i обрабатывающего центра уже стоит уже в очереди, то содержимое реверсивного счетчика 68 и счетчиков группы 74 не изменяется.

Запуск заявки типа "Выгрузить деталь" на обслуживание в модели 5 склада происходит следующим образом. Если в момент прихода заявки блок 48 выгрузки находится в состоянии ожидания (т.е. очередь заявок на обслуживание отсутствует), то после записи приоритета прибывшей заявки в счетчик 74i (приоритет в данном случае равен нулю) на вычитающий вход данного счетчика поступит импульс, счетчик переходит в состояние 11...1, на выходе переполнения его появится импульс, который при наличии разрешающего уровня на входе элемента И 77 установит триггер 72i в "1", на выходе элемента ИЛИ 46 появится высокий уровень и начинается моделирование выгрузки детали из склада. При этом триггер 49 устанавливается в "0". По окончании моделирования выгрузки на выходе блока 48 выгрузки появится импульс, устанавливающий триггер 49 в "1" и поступающий на вход элемента ИЛИ 66 буферного блока 42 выгрузки. При наличии очереди на выходе счетчика 74, соответствующего потоку с наименьшими значениями приоритета, появится импульс и дальнейший запуск заявки на обслуживание будет аналогичным предыдущему случаю. Если на входе буферного блока 42 выгрузки от накопителя 56i, соответствующего самому приоритетному потоку, нет разрешающего уровня (т.е. на складе нет запрашиваемой детали), то все триггеры 72 останутся в нулевом состоянии, на выходе элемента ИЛИ 69 появится импульс, запускающий следующую заявку, стоящую в очереди.

Если при отсутствии очереди в момент прихода заявки на обслуживание по i-му входу буферного блока 42 выгрузки происходит моделирование выгрузки детали из склада, то уровень логического "0" на выходе триггера 49 запрещает прохождение через эле-

мент И 65 импульса запуска на определение приоритетного потока, т.е. заявка просто поставлена в очередь. Если при определении приоритетного потока во всех счетчиках 74 записан код 11...1, то импульс запуска с выхода элемента ИЛИ 66 не изменит состояния счетчиков и буферный блок 42 выгрузки перейдет в состояние ожидания.

Всякий раз по окончании моделирования выгрузки детали на выходе блока 38 выгрузки появляется импульс, который в соответствии с кодом на выходах буферного блока 42 выгрузки через коммутатор 54 поступает на вход накопителя 56i и в соответствии с приоритетом накопителя и наличием деталей на складе приходит на выход ij модели 5 склада (т.е. деталь отправляется со склада в обрабатывающий центр). При этом самым приоритетным потоком внутри накопителя будет (при ненулевых состояниях счетчика 58j) поток с наименьшим номером j.

В устройстве возможно моделирование отказов в фазах подготовки, обработки, транспортировки и внутрискладской загрузки/выгрузки. Отказы моделируются появлением на выходах генераторов 21, 22, 23, 50 и 52 импульсов со случайной длительностью. Импульсу соответствует нулевой уровень на выходах генераторов. Момент наступления отказа соответствует переднему фронту импульса (спаду), а его длительность характеризует период восстановления.

При моделировании отказов в фазе подготовки импульс с генератора 21 импульсов со случайной длительностью поступает на второй вход блока 18 подготовки, на второй вход элемента 17 запрета и через дифференцирующий элемент 13 на первые входы первого и второго 11 элементов ИЛИ. Это обеспечивает запрет поладания счетных импульсов на первый вход блока 18 подготовки, чем обеспечивается прекращение моделирования подготовки. Дифференцирующий элемент 13 выделяет задний фронт импульса, по которому происходит установка триггера 8 в "0" (соответствует фазе ожидания) и запуск блока 7 приоритета, т.е. моделируется возобновление работы оборудования после восстановления. Возникновение отказа в фазе подготовки при-

водит к потере заявки в моделируемой системе.

При моделировании отказов в фазе обработки импульс с генератора 23 импульсов со случайной длительностью попадает на второй вход обрабатывающего блока 19 и через дифференцирующий элемент 24 на первый вход третьего элемента ИЛИ 25. Это приводит к прекращению моделирования обработки. Дифференцирующий элемент 24 выделяет задний фронт импульса, по которому происходит запуск блока 7 приоритета, т.е. моделируется возобновление работы оборудования после восстановления. Возникновение отказа в фазе обработки приводит к потере заявки в моделируемой системе (деталь выходит бракованной).

При моделировании отказов в фазе транспортировки импульс от генератора 22 импульсов со случайной длительностью поступает на третий вход блока 20 транспортировки, прерывая моделирование транспортировки детали на следующую технологическую операцию. Таким образом, отказ в фазе транспортировки также приводит к потере заявки в моделирующей системе, однако при этом продолжается моделирование фаз подготовки и обработки для последующей детали.

При моделировании отказов при загрузке детали в склад импульс с выхода генератора 52 импульсов со случайной длительностью поступает на второй вход блока 51 загрузки для сброса генератора 92 импульсов. При этом низкий уровень на втором входе блока 51 запретит прохождение через элемент И 93 импульса на выход блока 51 загрузки (т.е. происходит потеря заявления). По окончании времени восстановления триггер 40 будет установлен по синхровходу в "1" задним фронтом импульса генератора 52 импульсов со случайной длительности. Тем самым возобновляется работа буферного блока 44 загрузки в циклическом режиме.

При моделировании отказов в фазе выгрузки детали из склада импульс с выхода генератора 50 импульсов со случайной длительностью поступает на второй вход блока 48 выгрузки для сброса генератора 97 импульсов. При этом низкий уровень с выхода генератора 50 запретит прохождение короткого импульса на первый выход блока 48

выгрузки (т.е. происходит потеря заявки). По окончании времени восстановления на третьем выходе блока 48 выгрузки появится короткий импульс, поступающий на вход элемента ИЛИ 66 буферного блока 42 выгрузки, в результате чего возобновляется работа по определению самого приоритетного потока в буферном блоке 42 выгрузки (т.е. после восстановления работоспособности складского оборудования возобновляется выгрузка деталей).

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

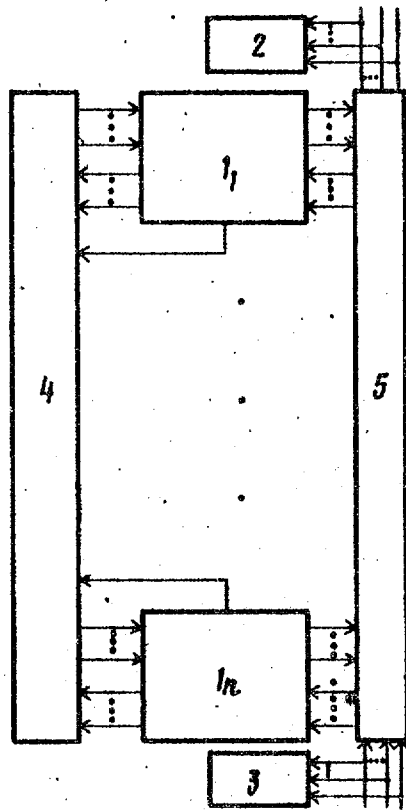
Устройство для моделирования гибких автоматизированных производственных систем по авт. св. № 1345209, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет моделирования работы склада гибкой автоматизированной производственной системы, оно дополнительно содержит модель склада, состоящую из двух триггеров, генератора тактовых импульсов, двух генераторов импульсов со случайной длительностью, двух реверсивных счетчиков, двух коммутаторов, распределителя импульсов, элемента ИЛИ, элемента задержки, группы накопителей заявок, буферного блока загрузки, буферного блока выгрузки, блока загрузки и блока выгрузки, а буферный блок каждой модели обрабатывающего центра дополнительно содержит дифференцирующий элемент, группу элементов И, группу элементов ИЕ и вторую группу элементов ИЛИ, буферный блок выгрузки модели склада содержит реверсивный счетчик импульсов, группу вычитающих счетчиков, группу триггеров, три группы элементов И, группу элементов задержки, две группы элементов запрета, три элемента ИЛИ, два элемента И, элемент задержки и элемент запрета, причем в буферном блоке выгрузки разрядные выходы реверсивного счетчика импульсов соединены соответственно с входами первого элемента И и с разрядными входами вычитающих счетчиков группы, вычитающие входы которых подключены соответственно к выходам элементов запрета первой группы, информационные входы которых объединены и через элемент задержки подключены к выходу первого элемента ИЛИ и нулевым входам триггеров группы, еди-

ничные входы которых соединены соответственно с выходами элементов И первой группы, первые входы которых объединены с информационными входами соответствующих элементов запрета второй группы и подключены к выходам переполнения соответствующих вычитающих счетчиков группы, разрядные выходы которых подключены соответственно к входам соответствующих элементов И второй группы, выход каждого элемента И второй группы соединен с первым входом соответствующего элемента И третьей группы и управляющим входом соответствующего элемента запрета первой группы, выходы элементов И третьей группы подключены соответственно к входам второго элемента ИЛИ и входам соответствующих элементов задержки группы, выходы которых соединены соответственно с входами записи вычитающих счетчиков группы, выход второго элемента ИЛИ подключен к первому входу второго элемента И и суммирующему входу реверсивного счетчика импульсов, вычитающий вход которого соединен с выходом элемента запрета, управляющий вход которого подключен к выходу первого элемента И, а информационный вход элемента запрета соединен с выходом элемента задержки, выход второго элемента И подключен к первому входу первого элемента ИЛИ, второй вход которого соединен с выходом третьего элемента ИЛИ, входы которого подключены соответственно к выходам элементов запрета второй группы, буферный блок загрузки содержит три группы элементов И-НЕ, группу элементов ИЛИ, группу триггеров, группу реверсивных счетчиков импульсов, элемент И-НЕ и элемент НЕ, выход которого подключен к нулевым входам триггеров группы, в буферном блоке загрузки выходы элементов И-НЕ первой группы соединены соответственно с суммирующими входами реверсивных счетчиков импульсов группы, разрядные выходы которых подключены к входам соответствующих элементов И-НЕ второй группы и элементов ИЛИ группы, выходы элементов ИЛИ группы соединены соответственно с первыми входами элементов И-НЕ третьей группы, выходы которых подключены соответственно к вычитающим входам реверсивных счетчиков импульсов группы, прямым входам триггеров группы и входам элемента

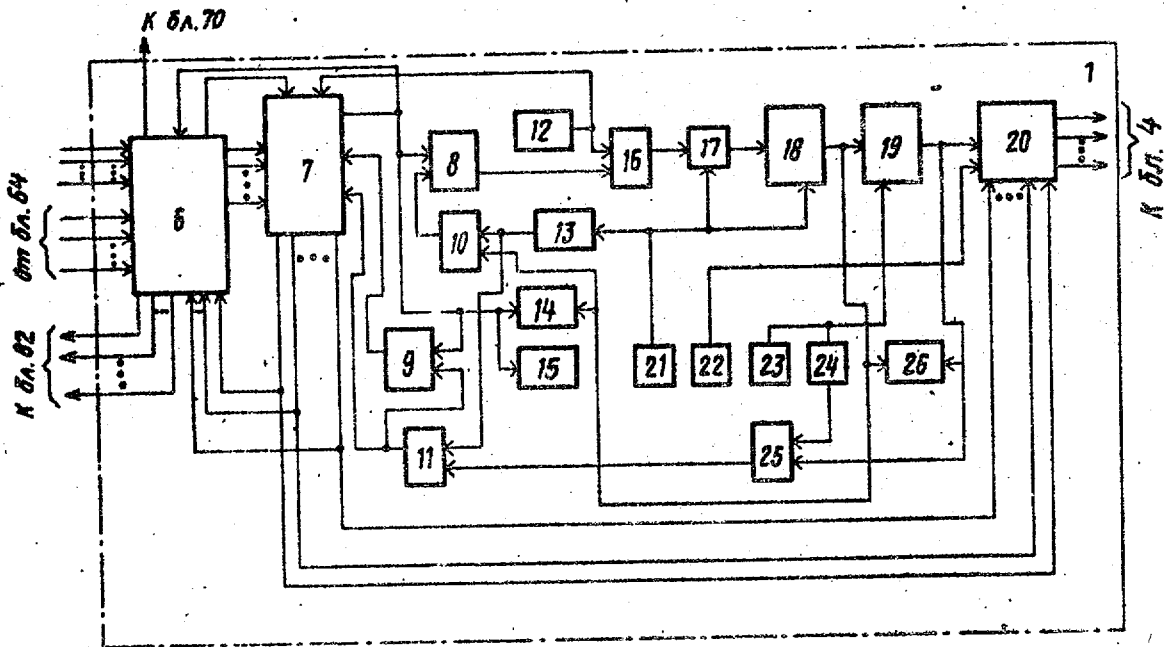
И-НЕ, выходы элементов И-НЕ второй группы соединены соответственно с первыми входами элементов И-НЕ первой группы, блок загрузки содержит последовательно соединенные первый дифференцирующий элемент, генератор импульсов, второй дифференцирующий элемент и элемент И, блок выгрузки содержит последовательно соединенные первый дифференцирующий элемент, генератор импульсов, второй дифференцирующий элемент и элемент И, а также третий дифференцирующий элемент, накопитель заявок модели склада содержит группу реверсивных счетчиков импульсов, элемент ИЛИ, три группы элементов И-НЕ, группу элементов ИЛИ-НЕ, группу элементов ИЛИ, группу элементов задержки, в накопителе заявок выходы элементов И-НЕ первой группы соединены соответственно с суммирующими входами реверсивных счетчиков импульсов группы, разрядные выходы которых соединены с входами соответствующих элементов И-НЕ второй группы и соответствующих элементов ИЛИ группы, выходы элементов И-НЕ второй группы соединены соответственно с первыми входами элементов И-НЕ первой группы, выходы элементов ИЛИ группы подключены к входам элемента ИЛИ и первым входам элементов И-НЕ третьей группы соответственно, выходы которых соединены с вычитающими входами реверсивных счетчиков импульсов группы и входами элементов задержки группы, выходы элементов ИЛИ группы подключены соответственно к прямым входам элементов ИЛИ-НЕ группы, выход i -го элемента ИЛИ-НЕ группы ($i = 1, m - 1$); m - число потоков заявок) подключен к второму входу ($i+1$)-го элемента И-НЕ группы и инверсному входу ($i+1$)-го элемента ИЛИ-НЕ группы, прямые выходы триггеров группы буферного блока выгрузки подключены соответственно к входам элемента ИЛИ модели склада, выход которого соединен с суммирующим входом реверсивного счетчика заявок модели склада и входам первого дифференцирующего элемента блока загрузки, вход останова генератора импульсов, другой вход элемента И и вход третьего дифференцирующего элемента которого подключен к выходу первого генератора импульсов со случайной длительностью модели склада, выход эле-

мента И блока выгрузки подключен к информационному входу первого коммутатора модели склада, к вычитающему входу первого реверсивного счетчика заявок модели склада, к третьему входу первого элемента ИЛИ буферного блока выгрузки и единичному входу первого триггера модели склада, нулевой вход которого соединен с выходом первого дифференцирующего элемента блока выгрузки, выход третьего дифференцирующего элемента которого подключен к четвертому входу первого элемента ИЛИ буферного блока выгрузки, прямой выход первого триггера модели склада соединен с вторым входом второго элемента И буферного блока выгрузки, прямые выходы триггеров группы которого соединены соответственно с управляющими входами первого коммутатора модели склада, выходы которого подключены к вторым входам элементов И-НЕ третьей группы соответствующего накопителя заявок группы, вторые входы элементов И-НЕ первой группы которых соединены соответственно с выходами второго коммутатора модели склада, выход элемента ИЛИ j -го накопителя заявок ($j = 1, n$, где n - число моделей обрабатывающих центров) соединен с управляющим входом j -го элемента запрета второй группы и вторым входом j -го элемента И первой группы буферного блока выгрузки, прямой выход второго триггера модели склада соединен с информационным входом распределителя импульсов модели склада, тактовый вход которого подключен к выходу генератора тактовых импульсов модели склада, а выходы распределителя импульсов соединены соответственно с вторыми входами элементов И-НЕ третьей группы буферного блока загрузки, прямые выходы триггеров группы которого подключены соответственно к управляющим входам второго коммутатора модели склада, информационный вход которого, вычитающий вход второго реверсивного счетчика заявок модели склада и вход элемента задержки модели склада соединены с выходом элемента И блока загрузки,

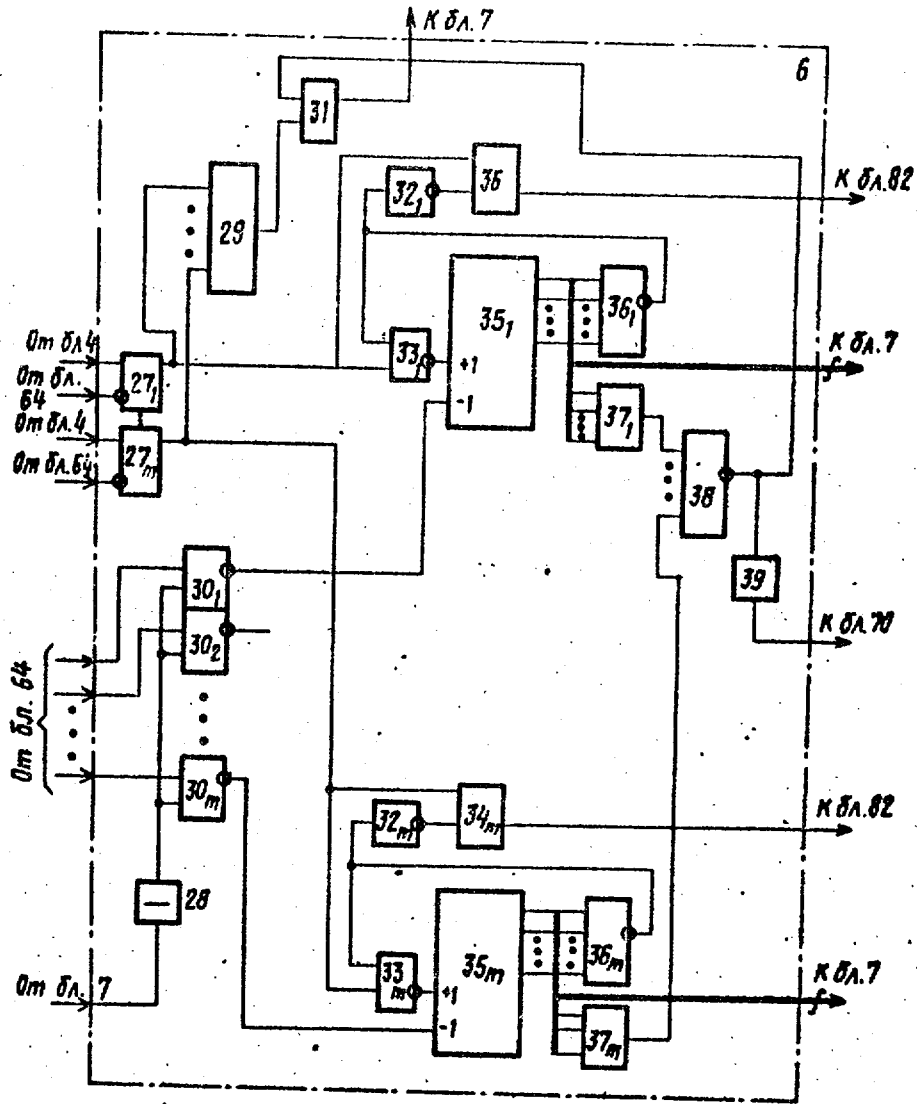
вход генератора импульсов блока загрузки и другой вход элемента И блока загрузки подключены к выходу второго генератора импульсов со случайной длительностью модели склада и счетному входу второго триггера модели склада, выход элемента И-НЕ буферного блока загрузки подключен к входу первого дифференцирующего элемента блока загрузки, суммирующему входу второго реверсивного счетчика заявок модели склада и нулевому входу второго триггера модели склада, единичный вход которого соединен с выходом элемента задержки модели склада и входу элемента НЕ буферного блока загрузки, выходы элементов И первой группы буферных блоков моделей обрабатывающего центра соединены соответственно с вторыми входами элементов И-НЕ первой группы буферного блока загрузки, вторые входы элементов И третьей группы подключены соответственно к выходам дифференцирующих элементов буферных блоков, выходы элементов задержки группы k -го накопителя заявок ($k = \overline{1, m}$) подключены соответственно к инверсным входам элементов ИЛИ второй группы буферного блока k -й модели обрабатывающего центра, счетные входы второго триггера модели склада и реверсивного счетчика заявок буферного блока выгрузки подключены к шине единичного потенциала, в каждом буферном блоке модели обрабатывающего центра выходы элементов НЕ группы соединены соответственно с первыми входами элементов И первой группы, выходы элементов НЕ группы подключены соответственно к выходам элементов И-НЕ третьей группы, выход k -го элемента ИЛИ второй группы соединен с k -м входом первого элемента ИЛИ, вторым входом k -го элемента И первой группы и первым входом k -го элемента И-НЕ второй группы, вход дифференцирующего элемента буферного блока подключен к выходу второго элемента ИЛИ буферного блока, прямые входы элементов ИЛИ второй группы которого соединены с соответствующими выходами коммутатора устройства.



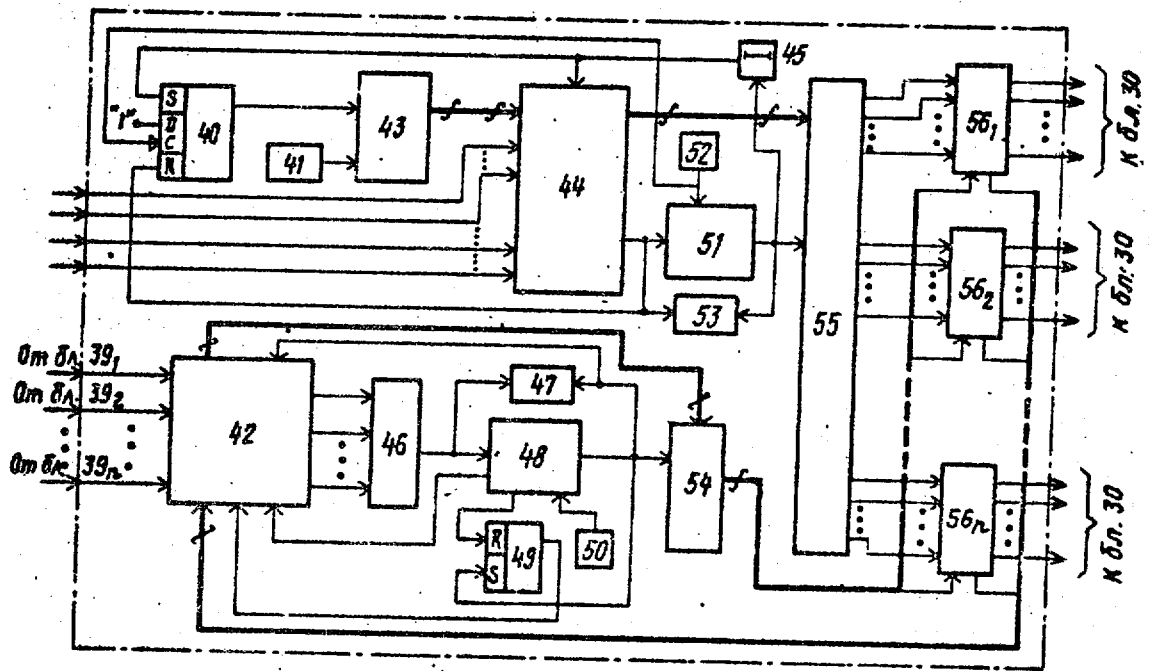
Фиг. 1



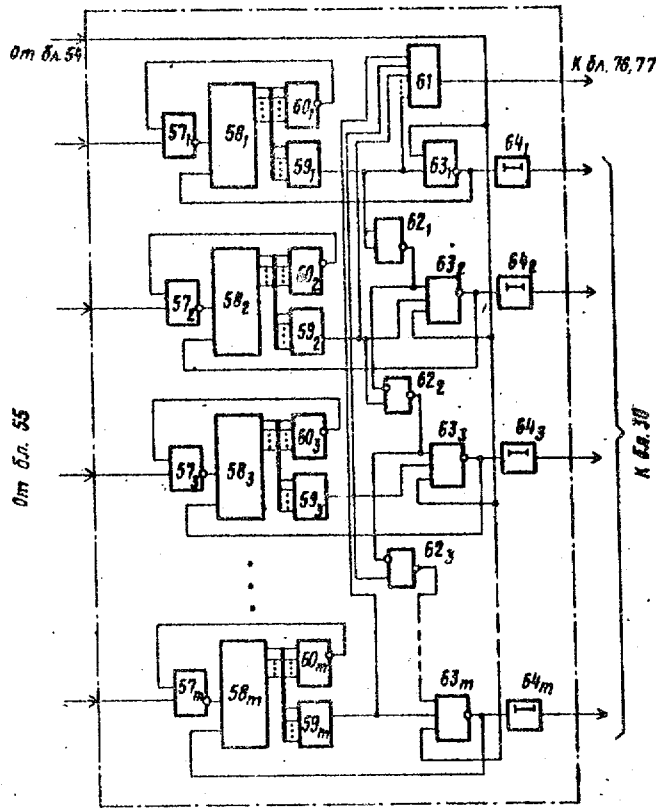
Фиг. 2



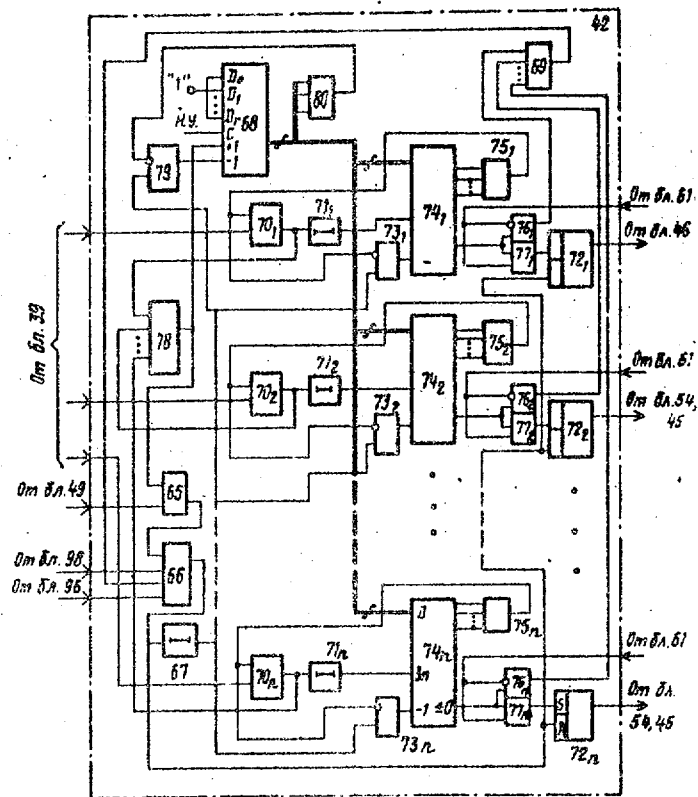
Фиг. 3



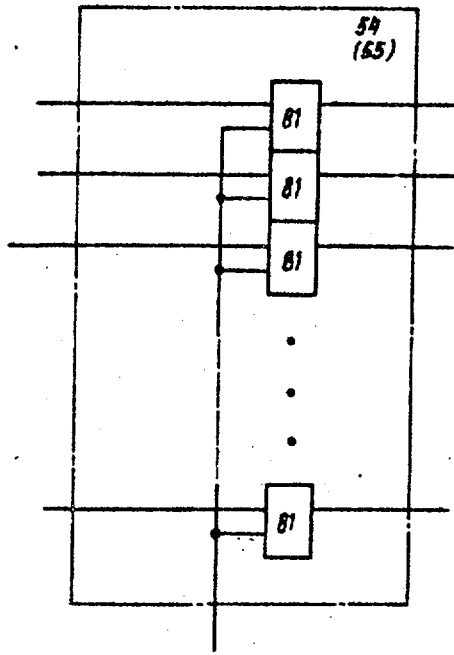
Фиг. 4



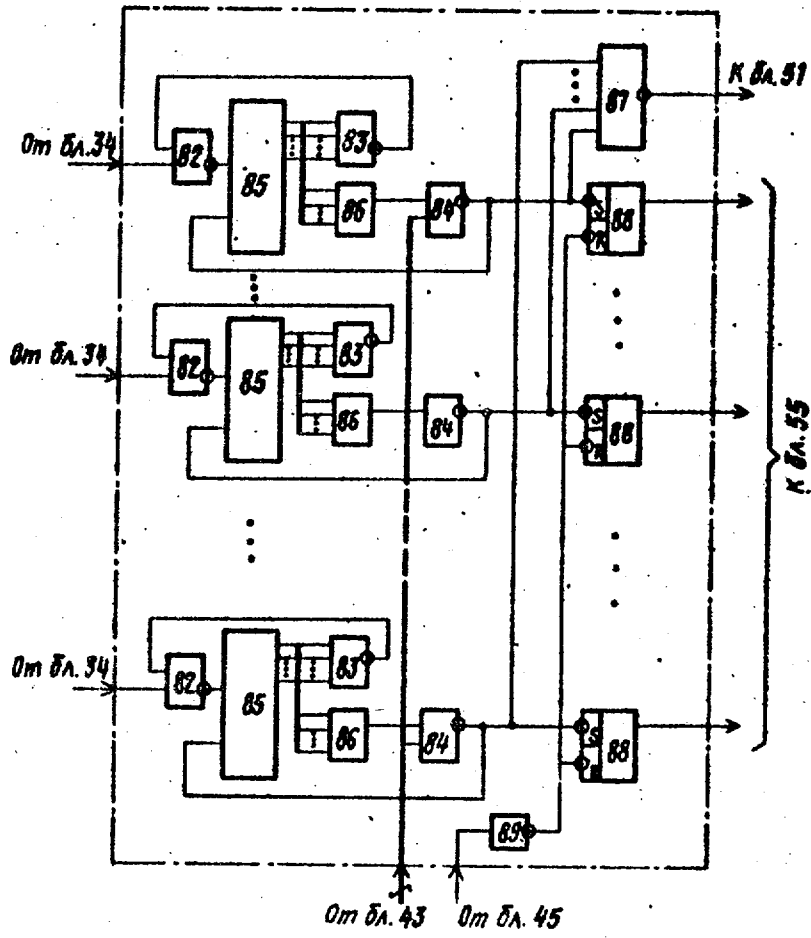
Фиг. 5



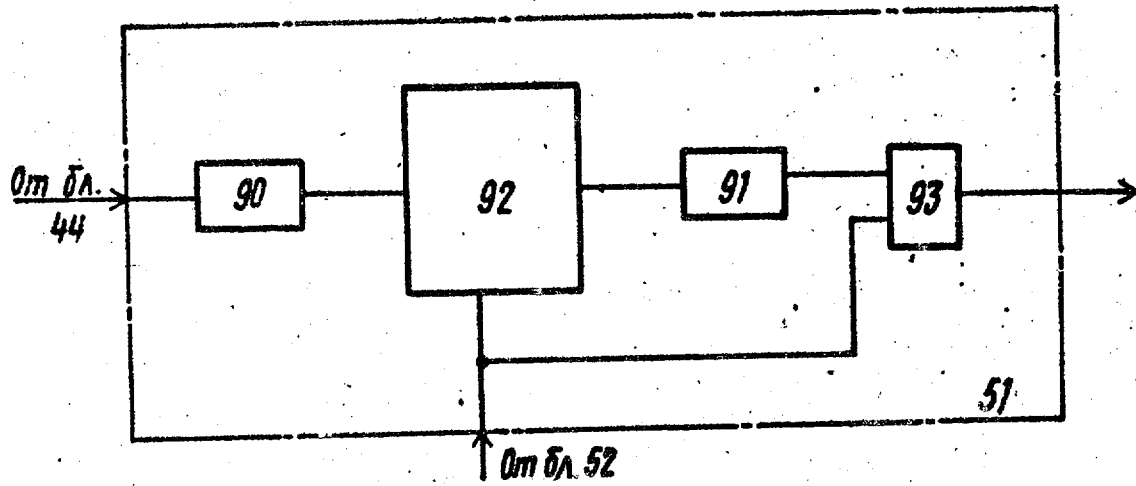
Фиг. 6



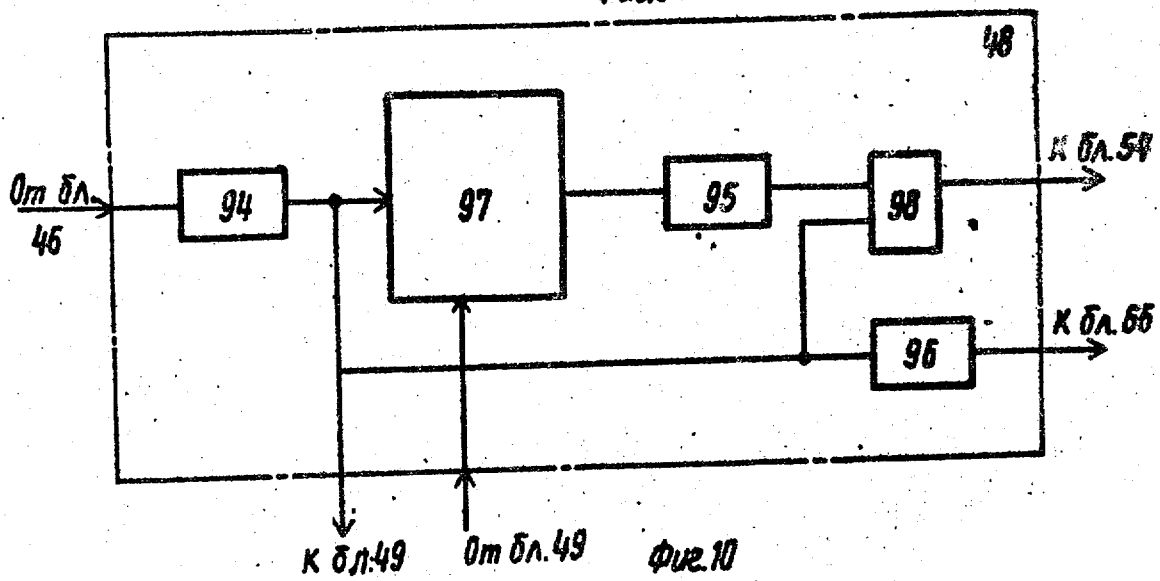
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

Редактор Л. Гратилло Составитель В. Фукалов Техред Л. Сердюкова Корректор В. Романенко

Заказ 6079/49 Тираж 704 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4