



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

ВЕСОМЫЙ  
ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ  
БИБЛИОТЕКА

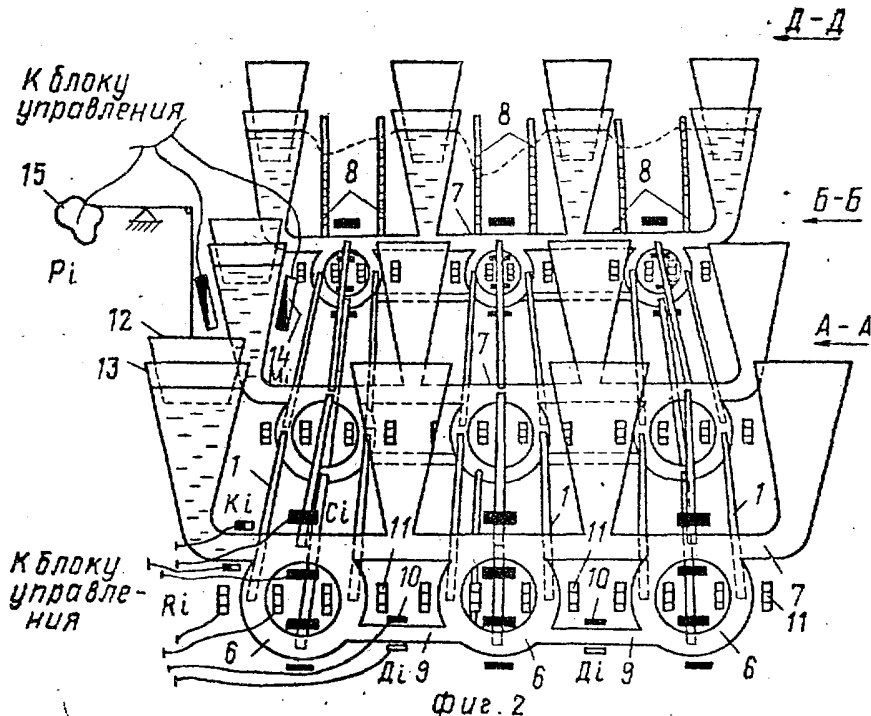
# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4230259/30-15
- (22) 05.03.87
- (46) 28.02.89. Бюл. № 8
- (71) Брестский инженерно-строительный институт
- (72) П.В. Шведовский, М.Ф. Мороз и К.А. Глушко
- (53) 626.871(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1349731, кл. А 01 G 25/00, 1985.

(54) ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ МОДУЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕГРАТОР

(57) Изобретение относится к устройствам для решения задач сельскохозяйственного водоснабжения путем аналогового гидравлического моделирования

пространственной фильтрации в сложных гидрогеологических условиях, а также прогнозных задач влияния водохозяйственных и других производственных объектов на гидрогеологическую обстановку в регионах. Цель изобретения - повышение достоверности региональной оценки влияния водохозяйственных объектов на гидрогеологическую обстановку сельскохозяйственного массива. Гидравлический модульный программный интегратор содержит модули, соединенные между собой в ортогональных плоскостях напорными трубопроводами 7 и трубками 9 с напорными каналами из магнитомягкого материала с распределенными по длине высокочувствитель-



(19) **SU** (11) **1461388** **A1**

ными датчиками давлений. Датчики соединены с измерительным блоком. Напорные каналы снабжены управляемыми линейными электромагнитными

имитаторами гидросопротивлений касетного типа. Все электромагниты интегратора подключены к блоку управления 5. 1 з.п.ф-лы, 7 ил.

1

Изобретение относится к устройствам для решения фильтрационных задач сельскохозяйственного водоснабжения методом аналогового гидравлического моделирования пространственной фильтрации в сложных гидрогеологических условиях, а также прогнозных задач влияния водохозяйственных и других производственных объектов на гидрогеологическую обстановку в орошаемых сельскохозяйственных регионах.

Цель изобретения - повышение достоверности региональной оценки влияния водохозяйственных объектов на гидрогеологическую обстановку сельскохозяйственного массива.

На фиг. 1 приведен водохозяйственный объект моделирования, общий вид; на фиг. 2 - гидравлический модульный программный интегратор без измерительного блока и блок управления, общий вид; на фиг. 3 - электроуправляемый гидравлический модуль, общий вид; на фиг. 4 - напорный сосуд; на фиг. 5 - уровень имитатор; на фиг. 6 - трубки с имитаторами гидросопротивлений, общий вид; на фиг. 7 - компоновочная схема устройства.

Гидравлический модульный интегратор состоит из отдельных модулей, соединенных между собой в ортогональных плоскостях напорными каналами 1 из магнитомягкого материала с распределенными по длине высокочувствительными датчиками давлений 2, соединенными с измерительным блоком 3 и снабженными управляемыми линейными электромагнитными имитаторами 4 гидросопротивлений, установленных на трубках (касетного типа) и блока 5 программного управления.

Каждый модуль состоит из кольцевых вертикальных трубопроводов 6, подключенных к напорному трубопроводу 7

2

между пьезометрами 8 и гидравлически связанными между собой трубками 9. Управляемая циркуляция рабочего тела - ферромагнитной жидкости создается посредством управляемых электромагнитов 10 переменной напряженности магнитного поля - от нуля до максимального значения. При этом вязкость ферромагнитной жидкости изменяется от вязкости воды до абсолютно твердого тела и служит для имитации гидропроводимости между водохозяйственными объектами или контрольными точками для рассматриваемого модуля. Кроме того, посредством установленного между электромагнитами 10 электромагнитного индуктора 11 бегущих электромагнитных волн осуществляется имитация водоотдачи в кольцевых вертикальных трубопроводах 6 путем ускорения, замедления или изменения направления циркуляции рабочей жидкости.

Уровенные имитаторы 12 напорных сосудов 13, установленные на напорном трубопроводе 7, при оценке влияния водохозяйственных объектов на гидрогеологическую обстановку, служат для моделирования динамики уровней грунтовых вод (УГВ) на контуре питания, распределенных по линии рассматриваемого модуля (сечения А-А, Б-Б или Д-Д) естественных дополнительных источников стока, инфильтрации, испарения; площадного перетекания, системы пополнения подземных вод, регулирующих сооружений и других водохозяйственных объектов, оказывающих влияние на УГВ прилегающей территории.

Для управления положением уровня рабочей жидкости в напорных сосудах 13 уровенные имитаторы 12 выполнены из ферромагнитного материала, а на корпусах сосудов 13 установлены уп-

равляемые электромагниты 14 переменной напряженности магнитного поля.

В этом случае, если закон изменения УГВ на прилегающей территории или самом водохозяйственном объекте известен, то для управления положением рабочей жидкости в соответствующем напорном сосуде 14 можно использовать копирный механизм, который, копируя очертания при вращении съемной пластины - программного диска 15 с запрограммированным режимом подземных вод ( $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ ), вызывает движение (вверх-вниз) уровня имитатора 12, что обеспечивает целенаправленное изменение уровня жидкости в самом напорном сосуде 13. Магнитные имитаторы гидросопротивлений 4 (кассетного типа) изолированы друг от друга диэлектриком 16, обеспечивающим независимость протекающих по имитаторам 4 токов и, следовательно, независимость их работы.

Примером водохозяйственного объекта с известным законом изменения уровня может служить водохранилище, пруд сезонного, месячного или недельного регулирования. Для такого объекта составляется диспетчерский график и процесс сработки и наполнения протекает в строгой последовательности.

На характерных участках напорного трубопровода 7 и соединительных трубках 9 установлены (фиг. 6) управляемые электромагнитные имитаторы гидросопротивлений 4 (на фиг. 2 не показаны).

Количество модулей определяется степенью достоверности моделирования процессов фильтрации, пространственным распределением водохозяйственных объектов и контрольных точек по оценке гидрогеологической обстановки региона.

Для управления всеми электромагнитами в блоке 5 управления предусмотрены секции, элементы которых (показаны точками) связаны с электромагнитами устройства. Буквенные индексы означают Р - секция блока 5 управления с элементами, управляющими программным диском 15; К - секция управления электромагнитами 10; С - секция управления электромагнитами 4; R - секция управления индукторами 11; D - секция управления электромагнитами 10, установленными на трубках 9;

М - секция управления электромагнитами 14.

Измерительный блок также разбит на секторы  $U_A$  и  $U_n$ , причем  $U_A$  - сектор блока, показывающий изменение уровня грунтовых вод по данным пьезометров 8, а  $U_n$  - сектор блока, показывающий изменение уровня грунтовых вод по данным высокочувствительных датчиков 2 давления.

Гидравлический модульный интегратор работает следующим образом.

В начальный период моделирования для рассматриваемого региона выявляются все водохозяйственные объекты, в той или иной мере влияющие на гидрогеологическую обстановку, их пространственное распределение, координаты. Намечается количество модулей и контрольных точек, позволяющих с требуемой точностью оценить гидрогеологическую обстановку региона. По линии каждого модуля определяется расчетная полоса (т.е. конкретная плотность в определенном направлении) и расчетные водохозяйственные объекты. При этом имеется в виду та деталь, что мелкие водохозяйственные объекты, т.е. не оказывающие существенного влияния на гидрогеологическую обстановку, с использованием принципа суперпозиций либо исключают друг друга (по линии модуля), либо образуют расчетные или результирующие водохозяйственные объекты и начальное положение УГВ на них.

Составляется программа управления имитаторами 4 и электромагнитами 10 электромагнитного индуктора 11, моделирующими длину, водопроводимость и водоотдачу исследуемого пласта по модульной линии и в ортогональной плоскости.

Принцип управления имитаторами основан на свойстве изменения вязкости ферромагнитной жидкости под воздействием магнитного поля. При этом вязкость изменяется в пределах от вязкости воды до абсолютно твердого тела. Кроме того, вязкость меняется только в области приложения магнитного поля и не происходит изменение объема жидкости в целом.

Программа включает также последовательность и степень управляемого воздействия электромагнитов 14 на протяженность магнитного поля ферромагнитной жидкости в напорных сосу-

дах 13. Изменение напряженности магнитного поля управляемыми электромагнитами 14 от нуля до максимального значения приводит к изменению плотности ферромагнитной жидкости и порождает выталкивающую силу, под действием которой происходит подъем уровня имитатора 12, а уровень воды в напорном сосуде 13 понижается. Подъем уровня рабочей жидкости в напорном сосуде 13 происходит при погружении уровня имитатора 12 под действием силы собственного веса при полностью или частично снятой напряженности магнитного поля электромагнитом 14.

Включается в сеть блок 5 управления с составленной программой моделирования. Все имитаторы в начальный момент времени занимают исходное положение. В первую очередь подается максимальное напряжение на управляемые электромагниты 10 (слева и справа от напорных сосудов 13) на напорных трубопроводах 7 каждого модуля. В зоне действия электромагнитов 10 вязкость ферромагнитной жидкости возрастает до абсолютно твердого тела — напорный трубопровод 7 перекачивается. С помощью управляемых электромагнитов 14 путем изменения напряженности магнитного поля уровенные имитаторы 12 занимают начальное положение и во всех напорных сосудах 13 (за исключением тех, где установлен копирный механизм) модульного интегратора устанавливается требуемое значение уровня рабочей жидкости. Начальное положение уровня рабочей жидкости в каждом напорном сосуде 13 с учетом закона геометрического подобия соответствует начальному положению УГВ. конкретных расчетных водохозяйственных объектов или других источников стока. На напорных сосудах 13 с копирным механизмом устанавливается соответствующий программный диск 15. Гидравлический модульный интегратор готов к работе. Включается в сеть измерительный блок и снимается напряжение с управляемых электромагнитов 10 (слева и справа от напорных сосудов 13) до программного значения, соответствующего водопроводимости этого участка.

За счет образовавшегося геометрического напора между напорными сосудами 13 рабочая жидкость придет в

движение в каждом модуле и между ними по напорным каналам 1 до полной стабилизации потока, время наступления которой определяется из условий

$$t_M = \frac{t_H}{C_0 \cdot a} \quad ; \quad \hat{t}_M = \frac{\hat{t}_H}{C_0 \cdot a} \cdot \frac{1}{b_0 (\sum L_H)^2}$$

где  $a$  — водопроводимость;  
 $L$  — длина участка;  
 $t_M$  и  $t_H$  — соответственно продолжительность процесса влияния водохозяйственного объекта на гидрогеологическую обстановку на модели и в натуре;  
 $\hat{t}_M$  и  $\hat{t}_H$  — соответственно периоды стабилизации;  
 $C_0$  и  $b_0$  — коэффициенты пропорциональности модельного и натурального времени моделирования.

Скорость движения ферромагнитной жидкости на каждом участке, а следовательно, и давление в напорных каналах 1, снимаемое высокочувствительными датчиками давлений 2, и скорость повышения уровня рабочей жидкости в пьезометрах 8, зависят от состояния всех управляемых электромагнитов напорных линий, каждый из которых моделирует вполне определенные гидрогеологические условия согласно программе эксперимента.

Моделирование осуществляется по известному закону

$$\left(\frac{M_M}{M_H}\right)^3 = \frac{L_M \cdot a_M}{L_H \cdot a_H}$$

где  $\mu_M$  — коэффициент водоотдачи грунтов на модели, определяемый скоростью движения рабочей жидкости по напорной линии;  
 $\mu_H$  — коэффициент водоотдачи фильтрационной области;  
 $L_M$  — длина участка от имитатора до пьезометра, м;  
 $L_H$  — расчетная длина моделируемой зоны, м;  
 $a_M$  — водопроводимость грунта на модели, определяемая по зависимости:

$$a_M = 86,4 \cdot 10^4 \cdot V \cdot d,$$

$V$  — скорость движения жидкости в зоне установки имитаторов, м/с;

$d$  - внутренний диаметр напорной линии, мм;

$a_n$  - водопроницаемость грунта моделируемой зоны, мг/сут.

Снижение уровня грунтовых вод по расчетным зонам определяется по показаниям пьезометров 8 и высокочувствительных датчиков давлений 2.

Положительный эффект заключается в возможности получения достоверных прогнозов гидрогеологической обстановки в режиме от влияния строящихся и эксплуатируемых водохозяйственных объектов.

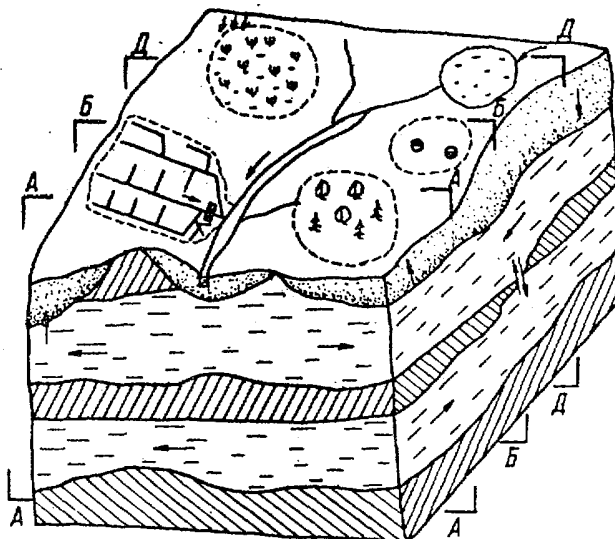
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Гидравлический модульный программный интегратор, включающий блок программного управления, соединенный линиями связи с электроуправляемыми гидравлическими модулями, каждый из которых состоит из заполненного ферромагнитной жидкостью напорного трубопровода с установленными на нем напорными сосудами, электромагнитными имитаторами гидросопротивлений участков трубопроводов и пьезометрами, между которыми к трубопроводу подключены кольцевые вертикальные трубопроводы, гидравлически связанные трубками с установленными на них электромагнитными имитаторами гидросопротивлений, а также уровенными имитаторами, установленными в напорных сосудах и выполненными в виде стержней из магнитного материала с

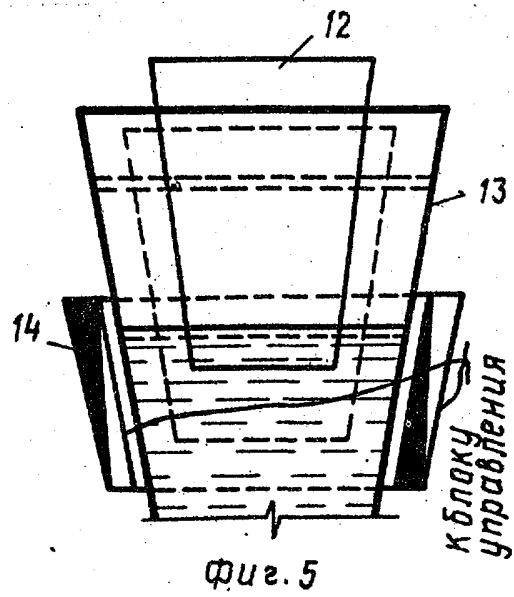
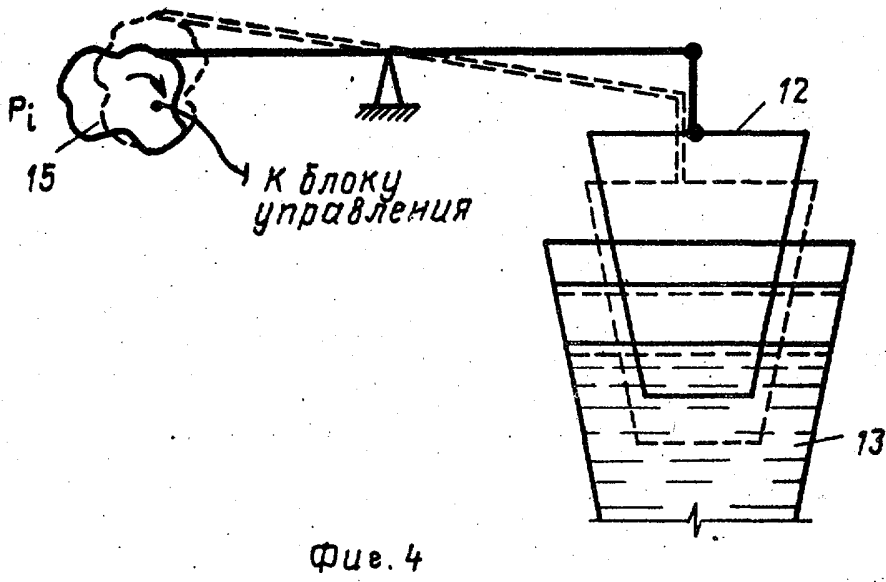
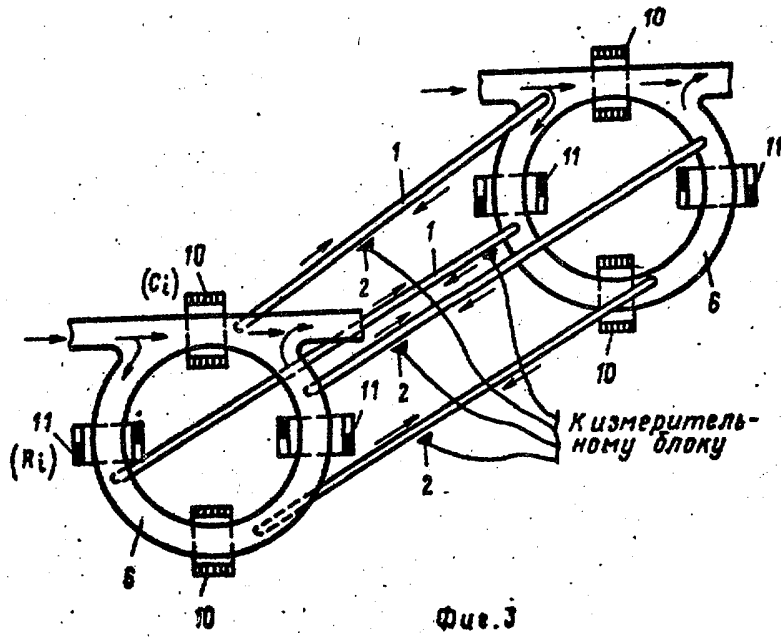
возможностью взаимодействия с установленными на корпусах напорных сосудов управляемыми электромагнитами,

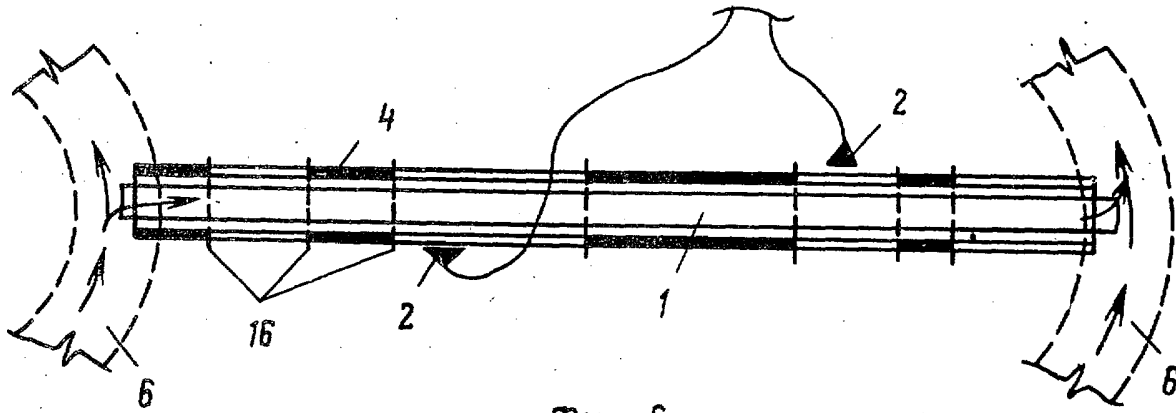
- 5 причем на кольцевых вертикальных трубопроводах сверху и снизу установлены два управляемых электромагнита имитации гидропроницаемости ферромагнитной жидкости, а между ними -
- 10 два электромагнитных индуктора бегущих электромагнитных волн имитации водоотдачи в кольцевых вертикальных трубопроводах, отличающийся тем, что, с целью повышения достоверности региональной оценки влияния водохозяйственных объектов на гидрогеологическую обстановку сельскохозяйственного массива, интегратор снабжен измерительным блоком,
- 20 связанным с пьезометрами, трубками гидравлической связи, диаметрально расположенных в вертикальной и горизонтальной плоскостях точек вертикальных кольцевых трубопроводов рядом расположенных модулей, а также
- 25 подключенными к блоку управления электромагнитными имитаторами гидросопротивлений в трубках и датчиками давления в последних, подключенными к измерительному блоку.
- 30

2. Интегратор по п. 1, отличающийся тем, что имитаторы гидросопротивлений в трубках выполнены в виде набора цилиндрических электромагнитов с диэлектрическими втулками между ними, установленного на трубках, выполненных из магнитного мягкого материала.

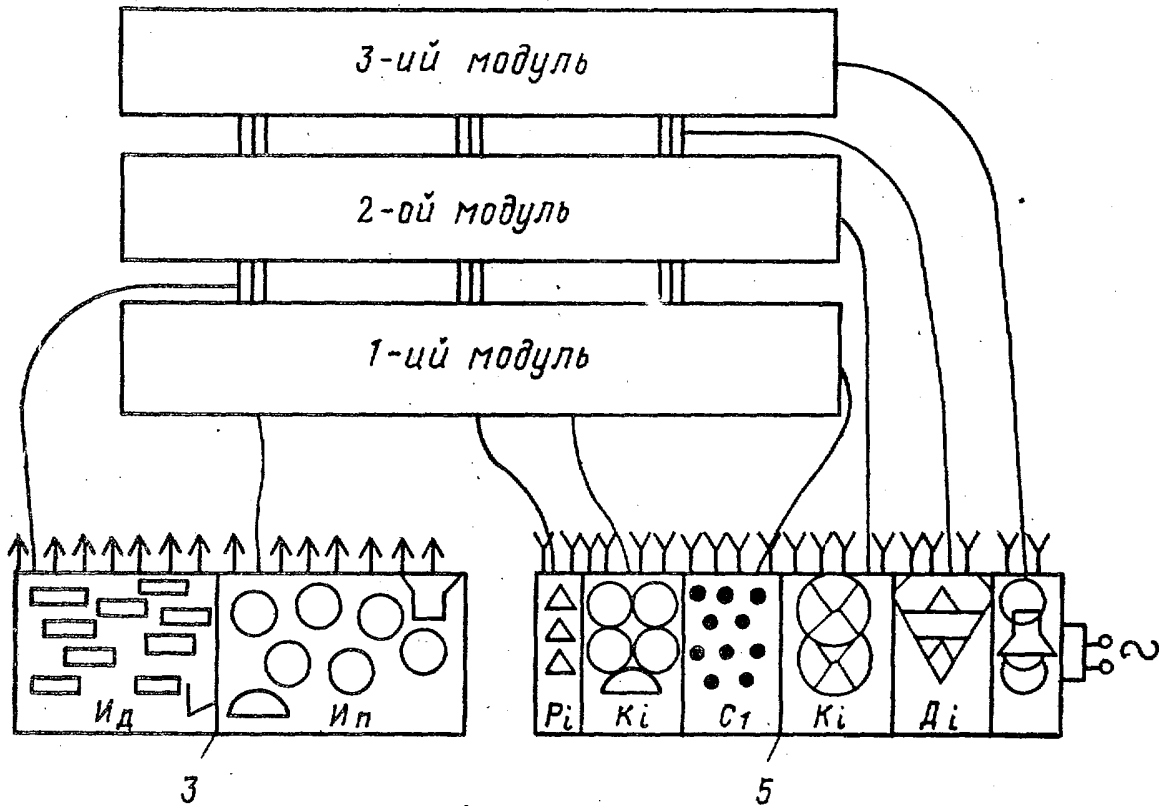


Фиг. 1





Фиг. 6



Фиг. 7

Составитель Г. Параев

Редактор М. Недолуженко

Техред Л. Сердюкова

Корректор Н. Король

Заказ 613/1

Тираж 618

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101