



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4624269/25-28
(22) 26.12.88
(46) 23.11.90. Бюл. № 43
(71) Морской гидрофизический институт
АН УССР
(72) В. И. Бабий и М. В. Бабий
(53) 620.179.16 (088.8)
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1270583, кл. G 01 H 5/00, 1986.
Авторское свидетельство СССР
№ 562729, кл. G 01 H 5/00, 1977.
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ
ЗВУКА В ЖИДКОСТЯХ И ГАЗАХ
(57) Изобретение относится к измери-
тельной технике и может использоваться
для измерения скорости распростра-
нения звука в жидкостях и газах, на-

ходящихся под давлением, например в
морской воде на больших глубинах оке-
ана. Целью изобретения является повы-
шение точности измерений скорости зву-
ка в условиях высоких давлений окружа-
ющей среды за счет баростабилизации
длины акустической базы. В устройстве
осуществляется измерение скорости зву-
ка с использованием методики с постой-
янной базой (метод синхрокольца). По-
стоянство базы в условиях изменяющих-
ся внешних давлений поддерживается
системой барокомпенсации, для чего
часть торцевой поверхности стержня,
определяющего базу, разгружена от
действия внешнего давления путем ее
герметизации. 5 ил.

Изобретение относится к измеритель-
ной технике и может использоваться
для измерения скорости распростране-
ния звука в жидкостях и газах, нахо-
дящихся под давлением, например в
морской воде на больших глубинах оке-
ана.

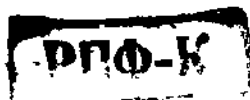
Цель изобретения - повышение точ-
ности измерений скорости звука в ус-
ловиях высоких давлений окружающей
среды за счет баростабилизации длины
акустической базы.

На фиг. 1-5 приведены варианты вы-
полнения устройства для измерения ско-
рости звука в жидкостях и газах.

Устройство для измерения скорости
звукa в жидкостях и газах (фиг. 1) со-
держит основание 1, закрепленные на

последнем электроакустический преобра-
зователь 2 и однородный стержень 3,
отражатель 4 звука, установленный на
стержне 3 соосно с электроакустичес-
ким преобразователем 2, и барокомпен-
сатор 5 изменений длины стержня 3, по-
следний выполнен с постоянным попереч-
ным сечением на участке между электро-
акустическим преобразователем 2 и от-
ражателем 4, часть торцевой поверхно-
сти 6 стержня связана с барокомпенса-
тором 5, а площадь S оставшейся части
торцевой поверхности стержня 3 и пло-
щадь S_0 поперечного сечения стержня
на участке между электроакустическим
преобразователем 2 и отражателем 4

$$S/S_0 = 2\mu,$$



где μ — коэффициент Пуассона материала стержня.

Барокомпенсатор 5 смонтирован в держателе 7, установленном на основании 1. Объем барокомпенсатора 5 герметизирован посредством уплотнительного кольца 8. Давление воздуха в барокомпенсаторе 5 устанавливается равным нормальному атмосферному давлению. Для выполнения условия (1) диаметр d конца стержня, помещенный в барокомпенсатор 5, и диаметр D стержня на участке между преобразователем и отражателем должны удовлетворять соотношению

$$\frac{d}{D} = \sqrt{1 - 2\mu}.$$

Преобразователь 1 подключают к электронному измерителю 9 скорости звука, который содержит последовательно соединенные генератор 10, коммутатор 11, усилитель 12 и регистратор 13, выход усилителя подключен к входу генератора, а второй вход коммутатора служит входом измерителя 9 скорости звука. Позицией 14 обозначена исследуемая среда.

В варианте устройства (фиг. 2) торец стержня 6 с диаметром d выведен из полости барокомпенсатора 5 и воспринимает давление P исследуемой среды. В этом случае условие баростабилизации базы $L(S/S_0) = 2\mu$ выполняется, если $(d/D) = \sqrt{2\mu}$.

В вариантах предлагаемого устройства (фиг. 3 и 4) база L образована не одним, а двумя (или несколькими) стержнями любого сечения (фиг. 3) или жесткой трубкой с внешним диаметром D и внутренним диаметром b (фиг. 4). В последнем случае стержень 15, проходящий по оси трубки 3, является крепёжным элементом. При этом в конструкции устройства на фиг. 3 используется торцовое уплотнение, а в конструкции устройства на фиг. 4 — радиальное уплотнение.

Условия баростабилизации базы $(S/S_0) = 2\mu$ выполняются, если

$$1 - \frac{\pi d^2}{4 S_0} = 2\mu \quad (\text{фиг. 3})$$

$$\frac{D^2 - d^2}{D^2 - b^2} = 2\mu \quad (\text{фиг. 4}).$$

Устройство (фиг. 5) отличается тем, что база-стержень 3 имеет постоянный диаметр D . Торцовая часть стержня размещена в полости 5 гидрокомпенсатора корпуса 7, которая отделена от исследуемой среды кольцевым уплотнением 8. Полость гидрокомпенсатора 5 заполнена компенсирующей жидкостью, например силиконовым маслом, и соединена трубкой 16 с камерой 17 гидротрансформатора, в которой размещен дифференциальный поршень 18 с диаметрами D_1 и d , уплотненный резиновыми кольцами 19. В полости 20 находится воздух при нормальном атмосферном давлении, а в полости 21 — компенсирующая жидкость при давлении P_1 . Торцовая поверхность 22 дифференциального поршня 18 находится под внешним давлением P исследуемой среды. Преобразователь 2 соединен с электронной схемой измерителя 9 скорости звука.

Соотношение большого D_1 и малого d диаметров дифференциального поршня выбрано таким, чтобы соотношение их площадей соответствовало выражению

$$\frac{S_1}{S_0} = \frac{d^2}{D_1^2} = \frac{P_1}{P} = 2\mu,$$

где $S = \frac{\pi d^2}{4}$ — площадь торцовой поверхности дифференциального поршня диаметром d ;

$S_0 = \frac{\pi D_1^2}{4}$ — площадь торцовой поверхности дифференциального поршня диаметром D_1 .

Устройство работает следующим образом.

Генератор 10 вырабатывает импульс электрических колебаний, который поступает через коммутатор 11 на преобразователь 2, который излучает в исследуемую среду 14 импульс акустических колебаний. Звуковой импульс, распространяясь в среде вдоль пути L , отражается от поверхности отражателя 4 и возвращается обратно к преобразователю 2. Принятый преобразователем 2 сигнал, пройдя коммутатор 11, усиливается усилителем 12 и снова запускает генератор 10. Частота f циркуляции импульсов в схеме регистрируется, например, электронно-счетным частотометром 13. Скорость звука рассчитывают по формуле

$$C = 2 L f.$$

В отсутствие системы баростабилизации изменение внешнего давления приводит к изменению базы L и к соответствующим ошибкам в результатах измерения скорости звука. В предлагаемом устройстве система барокомпенсации базы уменьшает ее изменения при колебаниях внешнего давления.

В устройстве (фиг. 5) внешнее давление P воздействует на боковую поверхность стержня 3, вызывая его удлинение вдоль оси Ox на величину $\Delta L_p = 2 \mu PL/E$. Одновременно это же давление P действует на поверхность 22 поршня 18 и создает в полости 21 давление $P_1 = (S_1/S_0) \cdot P = 2 \mu P$. Это давление P_1 через трубку 16 передается на торцовую поверхность стержня 3, вызывая его укорочение на величину

$$\Delta L_p = -\frac{L \cdot P_1}{E} = -\frac{L}{E} \cdot 2 \mu P.$$

Результирующая деформация стержня

$$\Delta L = \Delta L_\delta + \Delta L_p = 0.$$

Таким образом, независимо от величины давления от атмосферного до максимального допустимого давления величина базы L остается неизменной

$$P_{\max} = \frac{\sigma_T}{2 \mu},$$

где σ_T — предел пропорциональности (предел упругости) материала стержня 3 при сжатии.

Например, для кварцевого стекла марки KB $\mu = 0,18$ и $\sigma_T = 6000 \text{ кг/см}^2$, получают $P_{\max} = 17000 \text{ кг/см}^2$.

Возможны и другие варианты технической реализации баростабилизации длины базы L , например трансформацией усилий и давления внешней среды на торцовую поверхность стержня для выполнения условия

$$\sigma_x = \mu (\sigma_y + \sigma_z)$$

приложением не только распределенных, но и сосредоточенных сил, нужная пропорциональность которых поддерживается, например, посредством системы механических разноплечих рычагов либо использованием мембран, сильфонов и т.п.

Общим для всех рассмотренных вариантов выполнения устройства является наличие части торцовой поверхности

- 5 стержня (или стержней), разгруженной от действия внешнего давления P путем ее герметизации, причем площадь S оставшейся части торцовой поверхности стержня, подвергаемой давлению P исследуемой среды, и площадь S_0 поперечного сечения стержня в его рабочем участке находятся в отношении

$$(S/S_0) = 2 \mu.$$

- 15 Изобретение позволяет повысить точность измерения скорости звука в жидкостях и газах, находящихся при высоких давлениях.

- 20 В предлагаемом устройстве используется только один материал стержня, в общем условии баростабилизации входит только один параметр μ , характеризующий свойства материала стержня, причем в отличие от модуля Юнга E коэффициент Пуассона μ является константой данного материала и от температуры практически не зависит, что расширяет область использования изобретения.

- 30 При использовании предлагаемого устройства повышается точность измерения скорости звука в жидкостях и газах при высоких давлениях за счет исключения ошибок, связанных с изменением длины акустической базы устройства под воздействием давления.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

- 40 Устройство для измерения скорости звука в жидкостях и газах, содержащее основание, закрепленные на последнем электроакустический преобразователь, однородный стержень и отражатель звука, установленный на стержне соосно с электроакустическим преобразователем, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений в условиях высоких давлений, оно снабжено барокомпенсатором изменений длины стержня, последний выполнен с постоянным поперечным сечением на участке между электроакустическим преобразователем и отражателем, часть торцовой поверхности стержня связана с барокомпенсатором, а площадь оставшейся части торцовой поверхности стержня и площадь поперечного сечения стержня на участке между электроакус-

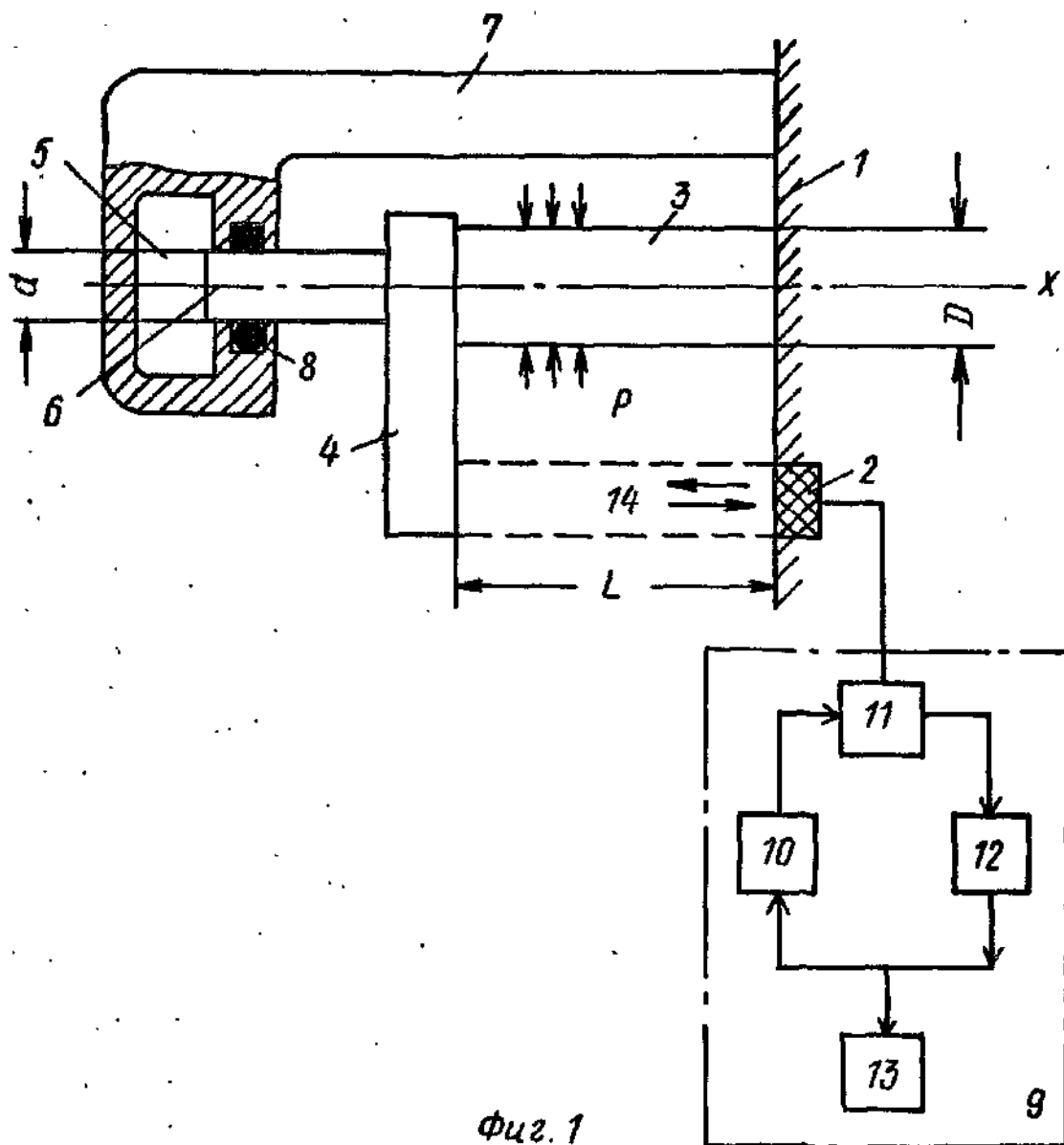
тическим преобразователем и отражателем выбраны из условия

$$S/S_0 = 2\mu,$$

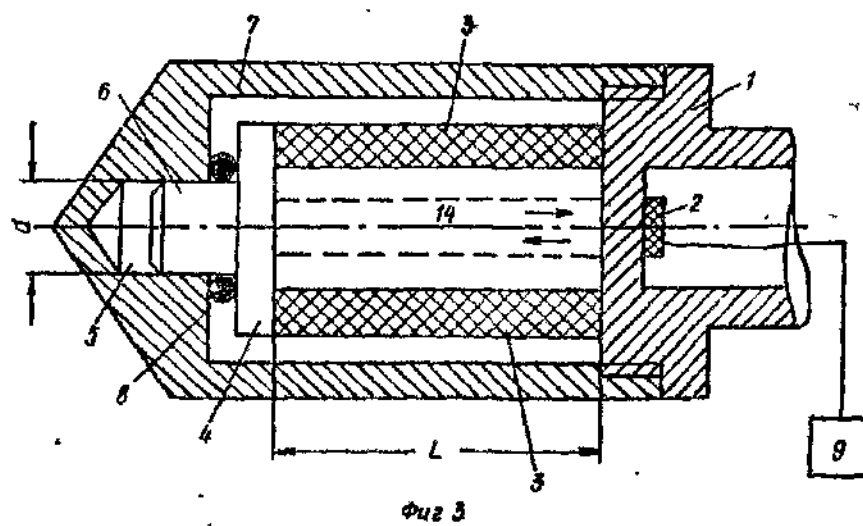
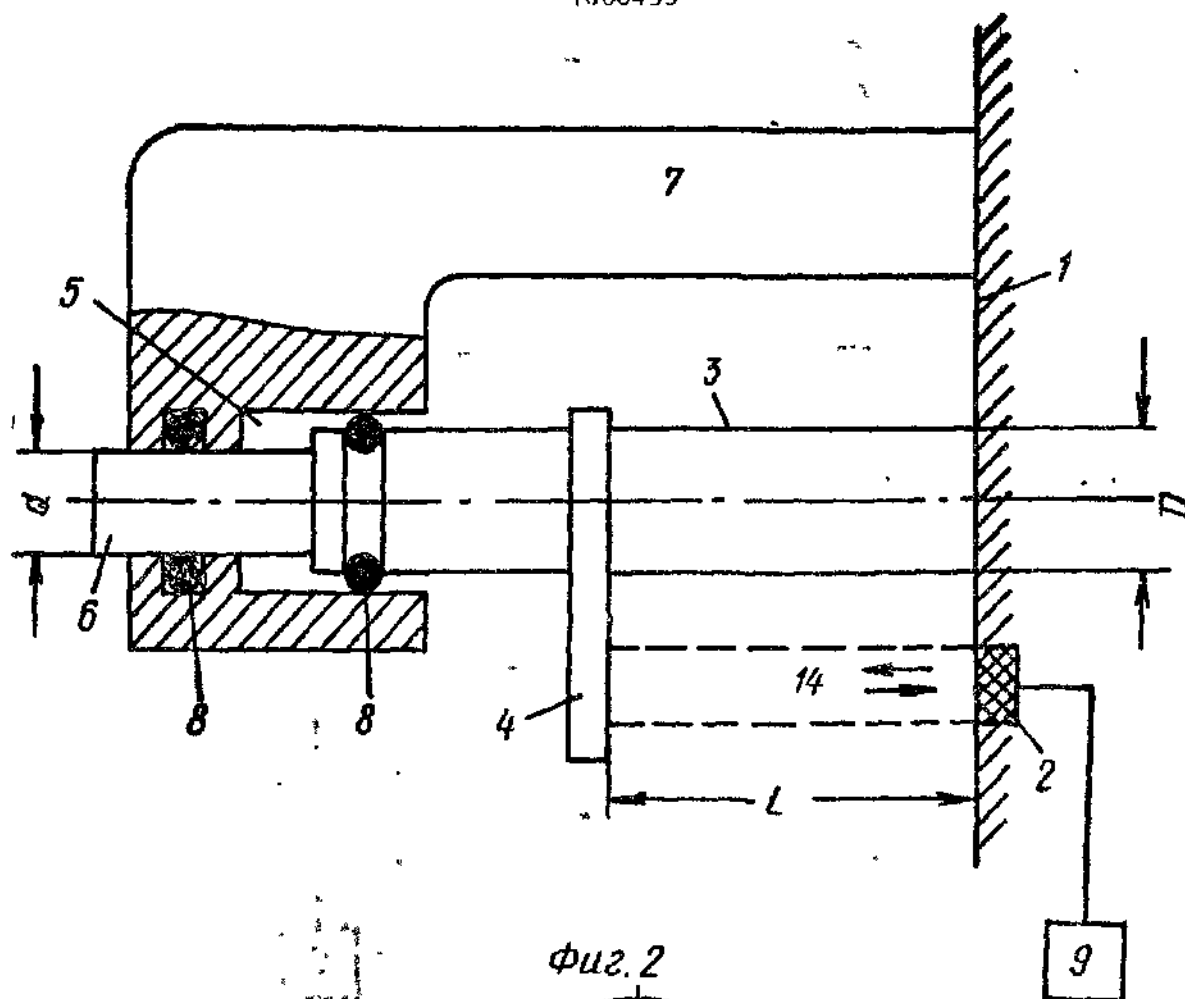
5

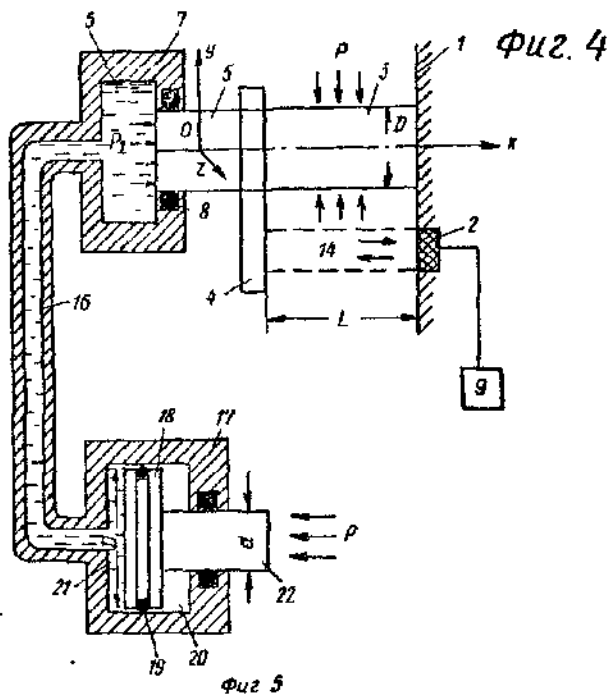
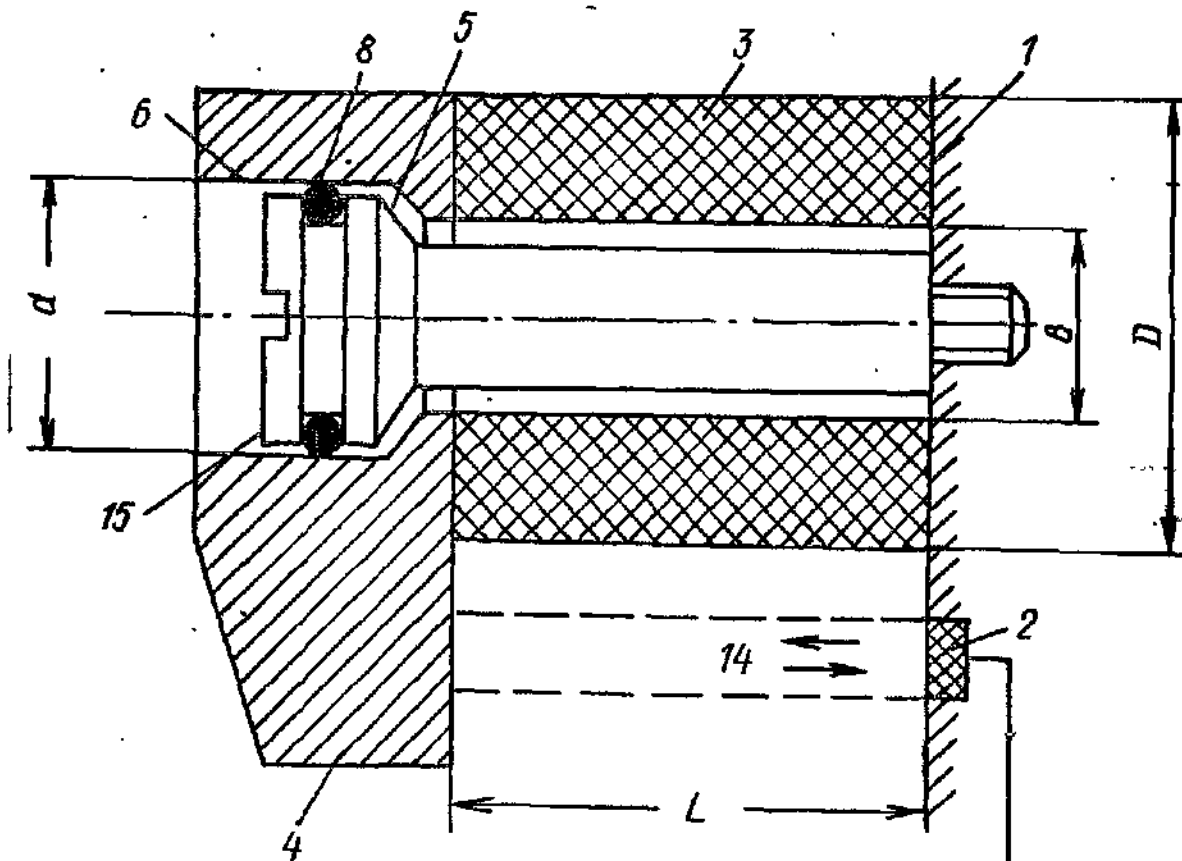
где S — площадь части торцевой поверхности стержня, подверга-

емой давлению внешней среды;
 S_0 — площадь поперечного сечения стержня на участке между преобразователем и отражателем;
 μ — коэффициент Пуассона материала стержня.



Фиг. 1





Составитель Г. Максимочкин

Редактор А. Козориз Техред М. Дидык Корректор М. Самборская

Заказ 3606

Тираж 418

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