$$\mathcal{K}(K) = \{\{b_1, b_2\}, \{b_1, b_6\}, \{b_2, b_3\}, \{b_3, b_4\}, \{b_4, b_5\}, \{b_5, b_6\}\}.$$

Проведя соответствующие вычисления, можно убедиться, что

$$\mathcal{DK}(K) = \{\{ b_1, b_6\}, \{ b_2, b_3\}, \{ b_4, b_5\}\}.$$

Следовательно, включение из 4) доказанной теоремы не выполняется.

Пример 1 показывает, что слабая сопряженность подмножеств в n-арной группе шире сопряженности. Из определения 1 следует, что на n-арных подгруппах понятия сопряженности и слабой сопряженности совпадают. Так как нормализатор любой n-арной подгруппы не пуст, то для любой n-арной подгруппы $< K, [\,] >$ n-арной группы $< A, [\,] >$ верно $\mathcal{K}(K) = \mathcal{DK}(K) \subseteq \mathcal{HK}(K)$.

Так как при $n > 2$ существуют полусопряженные n-арные подгруппы, не являющиеся сопряженными, то понятие полусопряженности подмножеств шире слабой сопряженности подмножеств.

## ЛИТЕРАТУРА


1. ***Dörnte W.*** Untersuchungen über einen verallgemeinerten Gruppenbegriff // Math. Z., 1928. Bd. 29. S. 1-19.
2. ***Русаков С.А.*** Алгебраические n-арные системы. Мн., 1992. –264 с.
3. ***Гальмак А.М.*** К определению инвариантных подмножеств в n-арной группе // Веснік МДУ імя А.А. Куляшова, 1999, №2-3(3). С. 88-90.
4. ***Воробьев Г.Н.*** Слабо сопряженные подмножества n-арной группы // VIII Белорусская матем. конф. Тез. докл. Ч. 2. Мн., 2000. С. 24.
5. ***Воробьев Г.Н.*** К вопросу о сопряженности n-арных подгрупп в n-арной группе // Материалы республиканской научно-методической конф. Ч. II. Мн., 1995. С. 121.
6. ***Гальмак А.М.*** Теоремы Поста и Глускина-Хоссу. Гомель, 1997. – 85 с.
7. ***Воробьев Г.Н.*** О полусопряженности n-арных подгрупп // Вопросы алгебры. Гомель, 1997. Вып. 10. С.157-163.
8. ***Гальмак А.М. Воробьёв Г.Н.*** Тернарные группы отражений. Мн., 1998. С. 105.



*SUMMARY*

*Weakly conjugate subsets in n-ary groups are defined and studied in this paper.*



*Поступила в редакцию 6.06.2001*

УДК 521.542



**Е.Е. Грибовская**


# О разрешимых нормальных подгруппах конечных групп с индексами максимальных подгрупп p, $p^2$ или 8

Следуя монографии [1] для произвольной конечной группы G через $\Phi_k(G)$ будем обозначать пересечение максимальных подгрупп группы G, индексы которых не равны $p^i$ для каждых простого p и каждого натурального $i \le k$. М.В. Селькин ([1], теорема 3.4.2) показал, что в любой конечной группе G подгруппа $\Phi_1(G)$ сверхразрешима, а $\Phi_2(G)$ разрешима. При $k \ge 3$ существуют конечные группы X с неразрешимой подгруппой $\Phi_k(X)$.

В настоящей работе исследуется строение подгруппы $\Phi_2(G)$. В частности, доказывается, что 2-длина $l_2(\Phi_2(G)) \le 2$, p-длина $l_p(\Phi_2(G)) \le 1$ для любого нечетного простого p и нильпотентная длина $n(\Phi_2(G)) \le 4$. Эти результаты являются следствиями более общей доказываемой здесь теоремы о строении нормальной разрешимой подгруппы K конечной группы G, у которой индекс каждой максимальной подгруппы, не содержащей K, есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8.

Рассматриваются только конечные группы. Следуя [1] через $m(G,K) = \{M \lessdot G \mid K \not\subset M\}$ обозначается совокупность максимальных подгрупп группы G, не содержащих нормальную подгруппу K. Запись [A]B означает полупрямое произведение с нормальной подгруппой A и подгруппой B. Через $l_p(G)$ и $n(G)$ обозначается p-длина и нильпотентная длина группы G, а классы всех нильпотентных, сверхразрешимых групп, класс всех 2-групп и нильпотентных групп нечетного порядка обозначаются через $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{N}_2$, $\mathfrak{N}_{2'}$ соответственно. Если $\mathfrak{F}$ и $\mathfrak{H}$ – формации, то $\mathfrak{F}\mathfrak{H}$ – их формационное произведение. Через $H^{\mathfrak{U}}$ обозначается сверхразрешимый корадикал группы H, т.е. наименьшая нормальная подгруппа группы H, факторгруппа по которой сверхразрешима.

**Лемма 1.** $\mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$ – *насыщенная формация.*

Доказательство. Заметим, что $\mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$ – локальная формация по следствию 7.13 [2], а по теореме 4.3 [3] каждая локальная формация является насыщенной.

**Лемма 2** (следствие 4.2.1 [3]). *Пусть* $\mathfrak{F}$ *– насыщенная формация, содержащая* $\mathfrak{N}$. *Если* N *нормальна в* G *и* $N/N \cap \Phi(G) \in \mathfrak{F}$, *то* $N \in \mathfrak{F}$.

**Лемма 3** (лемма 3 [4]). *Если* H *– неприводимая разрешимая подгруппа группы* GL(2,p), *то* $H \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

**Лемма 4.** *Если* H *– подгруппа группы* GL(3,2), *то* $H \in \{E, GL(3,2), Z_2, Z_3, Z_7, Z_2 \otimes Z_2, Z_4, D_8, S_3, A_4, S_4, [Z_7]Z_3\}$.

Доказательство. По теореме II.6.14 [5] группа $GL(3,2) \cong PSL(2,7)$, а по теореме II.8.27 [5] подгруппа H из заключения леммы.

**Лемма 5** (лемма 5 [4]). *Если* G *– метанильпотентная группа, то* $l_p(G) \le 1$ *для любого простого* p.

**Лемма 6** (лемма 2 [4]). *Если* $\mathfrak{F}$, $\mathfrak{H}$ *и* $\mathfrak{K}$ *– формации и* $\mathfrak{F}$ *наследственна, то* $\mathfrak{F}\mathfrak{K} \subseteq \mathfrak{F}\mathfrak{H}\mathfrak{K}$.

**Теорема.** *Пусть* K *– нормальная разрешимая подгруппа группы* G. *Если индекс каждой подгруппы из* m(G,K) *есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, то* $K \in \mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

Доказательство индукцией по порядку группы G. Заметим, что $\mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$ – насыщенная формация по лемме 1. Предположим, что $\Phi(G) \neq 1$. Рассмотрим факторгруппу $G/\Phi(G)$ и ее подгруппу $K\Phi(G)/\Phi(G)$. Так как $m(G/\Phi(G), K\Phi(G)/\Phi(G)) = \{M/\Phi(G) \lessdot G/\Phi(G) \mid K\Phi(G)/\Phi(G) \not\subset M/\Phi(G)\} = \{M/\Phi(G) \lessdot G/\Phi(G) \mid K \not\subset M\} = \{M/\Phi(G) \lessdot G/\Phi(G) \mid M \in m(G,K)\}$ и $K\Phi(G)/\Phi(G)$ разрешима и нормальна в $G/\Phi(G)$, а индекс $|G/\Phi(G) : M/\Phi(G)| = |G : M|$ есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, то для $G/\Phi(G)$ и $K\Phi(G)/\Phi(G)$ условие теоремы выполняется и по индукции $K\Phi(G)/\Phi(G) \in \mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$. Поскольку $K\Phi(G)/\Phi(G) \cong K/K \cap \Phi(G)$, то и $K/K \cap \Phi(G) \in \mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$. По лемме 2 $K \in \mathfrak{N}_{2'}\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$. Далее считаем, что подгруппа Фраттини группы G единична. Поэтому подгруппа Фиттинга F(G) есть прямое произведение абелевых минимальных нормальных подгрупп группы G. Так как $\Phi(K) \subseteq \Phi(G)=1$, то $\Phi(K)=1$.

Проверим теперь, что в группе G минимальная нормальная подгруппа единственна. Предположим противное, тогда в G существуют две минимальные нормальные подгруппы $N_1$ и $N_2$. Очевидно, что $KN_i/N_i$ разрешима и нормальна в $G/N_i$, $i=1,2$. Рассмотрим $M/N_i$ – максимальную подгруппу в $G/N_i$ такую, что $KN_i/N_i \not\subset M/N_i$. Тогда $K \not\subset M$, поэтому $|G:M|$ есть простое число, квадрат простого числа или 8. Значит, группа $G/N_i$ с нормальной подгруппой $KN_i/N_i$ удовлетворяет условию теоремы, и по предположению индукции $KN_i/N_i \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$, где i=1,2. Следовательно, $K/K \cap N_1 \cap N_2 = K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$ ввиду того, что $\mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$ – формация. Итак, в группе G минимальная нормальная подгруппа единственна. Теперь подгруппа Фиттинга F(G) является единственной минимальной нормальной подгруппой в G. Так как F(K) – характеристическая подгруппа в K, а K нормальна в G, то F(K) нормальна в G. Поэтому F(K)=F(G), группа G примитивна, и можно выбрать максимальную подгруппу M группы G такую, что $F(K) \not\subset M$. Теперь $G = [F(K)]M$ и $K=[F(K)](K\cap M)$. Из примитивности группы G следует, что $C_G(F(K))=F(K)$, поэтому G/F(K) изоморфна некоторой группе автоморфизмов группы F(K)=F. Подгруппа M не содержит подгруппу K, т.е. $M \in m(G,K)$. Поэтому индекс |G : M| равен простому числу, либо квадрату простого числа, либо 8. Поэтому и порядок |F| есть p, либо $p^2$, либо 8, где p – простое число.

Пусть сначала |F|= p. Тогда K/F – циклическая группа, как группа автоморфизмов группы простого порядка p, и K сверхразрешима. Отсюда следует, что $K \in \mathfrak{U}$, а так как $\mathfrak{U} \subseteq \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$, то $K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

Пусть теперь $|F|= p^2$. Тогда K/F изоморфна некоторой неприводимой разрешимой подгруппе группы GL(2,p). Пусть N – сверхразрешимый корадикал группы K, тогда $(K/F)^{\mathfrak{U}}=K^{\mathfrak{U}}F/F=NF/F$ – сверхразрешимый корадикал группы K/F. По лемме 3 подгруппа NF/F является 2-группой, т.е. $NF/F \in \mathfrak{N}_2$. Если p>2, то $NF \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2$. Если p=2, то ввиду нильпотентности F, подгруппа NF=F – 2 группа, т.е. $NF=F \in \mathfrak{N}_2$. По определению сверхразрешимого корадикала $K/NF \in \mathfrak{U}$. Теперь получаем, что $K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$, либо $K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2 \subseteq \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

Осталось рассмотреть случай, когда |F|= 8. Тогда K/F изоморфна некоторой неприводимой разрешимой подгруппе группы GL(3,2). Заметим, что в этом случае подгруппа Фиттинга F является наибольшей нормальной 2-подгруппой группы K, т.е. $F = O_2(K)$. Поэтому $O_2(K/F) = 1$. По лемме 2 группа $K/F \in \{Z_3,[Z_3]Z_2,Z_7,[Z_7]Z_3\}$ и K/F сверхразрешима. Значит $K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$, а так как $\mathfrak{N}_2\mathfrak{U} \subseteq \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$, то $K \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$. Теорема доказана.

В случае, когда G=K из теоремы непосредственно вытекает

**Следствие 1** (теорема [6]). *Если в разрешимой группе G индексы максимальных подгрупп равны простым числам, квадратам простых чисел или 8, то* $G \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

Через $\Phi_2^+(G)$ обозначим пересечение максимальных подгрупп группы G, индексы которых не равны простым числам, квадратам простых чисел или 8. Если таких максимальных подгрупп в группе G нет, то полагаем $\Phi_2^+(G)=G$. Так как в PSL(2,7) все максимальные подгруппы имеют индексы 7 или 8, то $\Phi_2^+(PSL(2,7))=PSL(2,7)$. Ясно, что в любой группе $\Phi_2^+(G) \geq \Phi_2(G)$.

**Следствие 2**. *Если в группе G подгруппа $\Phi_2^+(G)$ разрешима, то* $\Phi_2^+(G) \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

Д о к а з а т е л ь с т в о. Пусть $M_2^+(G)$ – совокупность максимальных подгрупп из G, индексы которых являются простыми числами, квадратами простых чисел или равны 8. Если A – максимальная в G подгруппа, не принадлежащая $M_2^+(G)$, и $\alpha$ – автоморфизм группы G, то $|G : A| = |G : \alpha(A)|$ и подгруппа $\alpha(A)$ также не принадлежит $M_2^+(G)$. Очевидно, что $\Phi_2^+(G)$ есть пересечение подгрупп A, которые являются максимальными в G, и $A \notin M_2^+(G)$. Подгруппа $\Phi_2^+(G)$ является характеристической в группе G. Если $B \in m(G,\Phi_2^+(G))$, то B – максимальная подгруппа группы G и B не содержит $\Phi_2^+(G)$. Поэтому $B \in M_2^+(G)$ и индекс подгруппы B в группе G есть простое число, квадрат простого числа или 8. Таким образом, группа G с разрешимой нормальной подгруппой $\Phi_2^+(G)$ удовлетворяет условию теоремы. Поэтому $\Phi_2^+(G) \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$.

**Следствие 3**. *Пусть* K – *нормальная разрешимая подгруппа группы* G. *Если индекс каждой подгруппы из* m(G,K) *есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, то* $l_2(K) \le 2$ и $l_p(K) \le 1$ *для любого простого* p>2.

Доказательство. Из теоремы следует, что группа K обладает нормальным рядом $1 \le T \le K$ с метанильпотентными факторами K/T и T. Теперь с помощью леммы 5 получаем, что $l_p(K) \le 2$ для любого простого p.

Для доказательства оценки $l_p(K) \le 1$ при p>2 воспользуемся индукцией по порядку группы G. Можно считать, что $\Phi(G)=O_{p'}(G)=1$, а подгруппа Фиттинга F=F(G) группы G – единственная минимальная нормальная подгруппа группы G. Ввиду того, что $F(K) \subseteq F(G)$, подгруппа F(K) нормальна в G и $F(K) \neq 1$, получаем, что F(K)=F(G). Теперь группа G примитивна и можно выбрать максимальную подгруппу M группы G такую, что $F(K) \not\subset M$. Таким образом, G = [F(K)]M и $K=[F(K)](K \cap M)$. Подгруппа M не содержит подгруппу K, т.е. $M \in m(G,K)$. Поэтому индекс |G : M | равен простому числу, либо квадрату простого числа, либо 8. Значит порядок |F(K)| есть p, либо $p^2$, где p – простое число. Поэтому силовская p-подгруппа $G_p=[F](G_p \cap M)=[F]M_p$, где $M_p$ – силовская p-подгруппа в M, а F=F(K). Тогда $K_p=[F](M \cap K_p)$. Если $M \cap K_p=1$, то $F=K_p$ и $l_p(G) \le 1$. Пусть $M \cap K_p \neq 1$.

Если |F|=p, то факторгруппа K/F изоморфна подгруппе циклической группы автоморфизмов Aut F группы F, порядок которой равен p–1. Отсюда, $K_p=F$ и $l_p(G) \le 1$.

Пусть теперь $|F|=p^2$. Тогда факторгруппа K/F изоморфна подгруппе полной линейной группы GL(2,p), порядок которой равен $(p^2-1)(p^2-p)$. Порядок силовской p-подгруппы $K_p$ группы K равен $p^3$. Если $K_p$ абелева, то $l_p(G) \le 1$, [5, с. 753]. Если $K_p$ неабелева, то она изоморфна либо метациклической группе $M_3(p)=\langle a,b \mid a^{p^2}=1,\ a^b=a^{1+p}\rangle=[\langle a\rangle]\langle b\rangle$, либо группе экспоненты p, [5, с. 93]. Согласно лемме 1 [7] первый случай невозможен, а по теореме Холла–Хигмэна [8] во втором случае $l_p(K) \le 1$. Следствие доказано.

При K=G следствие 3 превращается в следующее утверждение.

**Следствие 4** (теорема [6]). *Если в разрешимой группе* G *индексы максимальных подгрупп равны простым числам, либо квадратам простых чисел, либо 8, то* $l_2(G) \le 2$ и $l_p(G) \le 1$ *для любого простого* p>2.

**Следствие 5**. *Если в группе* G *подгруппа* $\Phi_2^+(G)$ *разрешима, то* $l_2(\Phi_2^+(G)) \le 2$ *и* $l_p(\Phi_2^+(G)) \le 1$ *для любого простого* p>2.

Доказательство. Как и в следствии 1 доказывается, что индекс каждой максимальной подгруппы из $m(G,\Phi_2^+(G))$ есть простое число, квадрат простого числа или равен 8. По следствию 2 теоремы $l_2(\Phi_2^+(G)) \le 2$ и $l_p(\Phi_2^+(G)) \le 1$ для любого простого p>2.

Поскольку в любой группе $\Phi_2^+(G) \ge \Phi_2(G)$, то утверждение следствия 5 справедливо и для подгруппы $\Phi_2(G)$. Поэтому следствие 5 усиливает следствие 3.4.11 [1].

**Следствие 6**. *Пусть* K – *нормальная разрешимая подгруппа группы* G. *Если индекс каждой подгруппы из* m(G,K) *есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, то* $n(K) \le 4$. *В частности, если* $\Phi_2^+(G)$ *разрешима, то* $n(\Phi_2^+(G)) \le 4$.

Доказательство. Из теоремы следует, что сверхразрешимый корадикал $K^{\mathfrak{U}} \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2$. Так как сверхразрешимая группа имеет нильпотентный коммутант, то $n(K) \le 4$.

При K=G следствие 6 превращается в следующее утверждение.

**Следствие 7.** *Если в разрешимой группе* G *индексы максимальных подгрупп являются простыми числами, либо квадратами простых чисел, либо равны 8, то* $n(G) \le 4$.

**Следствие 8.** *Пусть* K *– нормальная разрешимая подгруппа группы* G. *Если индекс каждой подгруппы из* m(G,K) *есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, то сверхразрешимый корадикал группы* K *дисперсивен по Оре.*

При K=G следствие 8 превращается в следующее утверждение, которое, в частности, обобщает теорему 3 [9].

**Следствие 9.** *Если в разрешимой группе* G *индексы максимальных подгрупп являются простыми числами, либо квадратами простых чисел, либо равны 8, то сверхразрешимый корадикал группы* G *дисперсивен по Оре.*

**Следствие 10.** *Пусть* K *– нормальная разрешимая подгруппа группы* G. *Если индекс каждой подгруппы из* m(G,K) *есть простое число, либо квадрат простого числа, либо 8, тогда подгруппа Фиттинга группы* K *содержит 2'-холловскую подгруппу сверхразрешимого корадикала группы* K. *В частности, если* $\Phi_2^{+}(G)$ *разрешима, то подгруппа Фиттинга группы* $\Phi_2^{+}(G)$ *содержит 2'-холловскую подгруппу сверхразрешимого корадикала группы* $\Phi_2^{+}(G)$.

Поскольку в любой группе $\Phi_2^{+}(G) \ge \Phi_2(G)$, то утверждение следствия 10 справедливо и для подгруппы $\Phi_2(G)$. Поэтому следствие 10 обобщает следствие 3.4.12 [1].

При K=G следствие 10 превращается в следующее утверждение, которое, в частности, обобщает теорему 4 [9].

**Следствие 11.** *Если в разрешимой группе* G *индексы максимальных подгрупп являются простыми числами, либо квадратами простых чисел, либо равны 8, то подгруппа Фиттинга группы* G *содержит 2'-холловскую подгруппу сверхразрешимого корадикала группы* G.

Следующее утверждение дает новую информацию о подгруппе $\Phi_2(G)$, введенной М.В. Селькиным ([1], 3.4).

**Следствие 12.** *(1)* $\Phi_2(G) \in \mathfrak{N}_2\mathfrak{N}_2\mathfrak{U}$;

(2) $l_2(\Phi_2(G)) \le 2$ *и* $l_p(\Phi_2(G)) \le 1$ *для любого простого* $p>2$;

(3) $n(\Phi_2(G)) \le 4$;

(4) *сверхразрешимый корадикал группы* $\Phi_2(G)$ *дисперсивен по Оре;*

(5) *подгруппа Фиттинга группы* $\Phi_2(G)$ *содержит 2'-холловскую подгруппу сверхразрешимого корадикала группы* $\Phi_2(G)$.

## *ЛИТЕРАТУРА*


1. ***Селькин М.В.*** Максимальные подгруппы в теории классов конечных групп // Мн., 1997. – 144 с.
2. ***Шеметков Л.А., Скиба А.Н.*** Формации алгебраических систем // М., 1989. –256 с.
3. ***Шеметков Л.А.*** Формации конечных групп // М., 1978. – 272 с.
4. ***Грибовская Е.Е., Монахов В.С.*** Конечные группы с индексами максимальных подгрупп, не делящимися на $p^4$ // Препринт ГГУ им. Ф. Скорины. № 91. Март 2000. – 11 с.
5. ***Huppert B.*** Endliche Gruppen I // Berlin-Heidelberg-New York, Springer—Verlag, 1967. – 792 s.
6. ***Грибовская Е.Е.*** Разрешимые группы с индексами максимальных подгрупп p, $p^2$ или 8 // Минск, VII Белорусская Математическая конференция. (Тезисы докладов, часть 2), 2000. С.31.
7. ***Монахов В.С.*** О произведении групп с циклическими подгруппами индекса 2 // Весцi АН Беларусi. Сер. фiз.-мат. н., 1996, № 3. С. 21-24.
8. ***Hall P., Higman G.*** On the p-length of a p-soluble groups and reduction theorems for Burnside's problem. Proc. London, Math. Soc., 1956. V.3. P. 1-42.

9. *Каморников С.Ф.* К теореме Ф.Холла // Вопросы алгебры. Мн., 1990. Выпуск 5. С. 45-52.

*S U M M A R Y*

*In this paper the normal soluble subgroups* K *of the finite group* G *with limited indices of maximal subgroups is described. It is proved that* $K \in N_2 N_2 U$. *From this result follows that* $\Phi_2^+(G) \in N_2 N_2 U$, $n(\Phi_2^+(G)) \le 4$, $l_p(\Phi_2^+(G)) \le 1$ *for every prime* $p \ge 2$ and $l_2(\Phi_2^+(G)) \le 2$.

*Поступила в редакцию 15.03.2001*

УДК 539.4

**П.Ф. Коршиков, Г.И. Михасев**

# Свободные радиально-симметричные колебания вязкоупругой кольцевой пластины, сопряженной со стержнем

В данной работе рассматривается простейшая механико-математическая модель среднего уха человека после хирургической реконструкции [1-2]. Исследуемая модель описывает так называемый стержневой протез [3-4], который устанавливается в среднем ухе так, что один конец стержня соединен с восстановленной мембраной, а второй – с основанием стремени. Модель, описывающая колебания кольцевой мембраны, сопряженной со стержнем, отражена в работе [5]. В новой модели учитывается как цилиндрическая жесткость, так и вязкоупругие свойства мембраны, так что последняя трактуется как вязкоупругая кольцевая пластинка, находящаяся под действием осевых растягивающих сил. В данной работе исследуются радиально-симметричные колебания пластины, при которых основание стремени совершает поступательное движение вдоль оси стержня.

Рассмотрим тонкую кольцевую радиально растянутую вязкоупругую пластинку, сопряженную со стержнем (рис.).

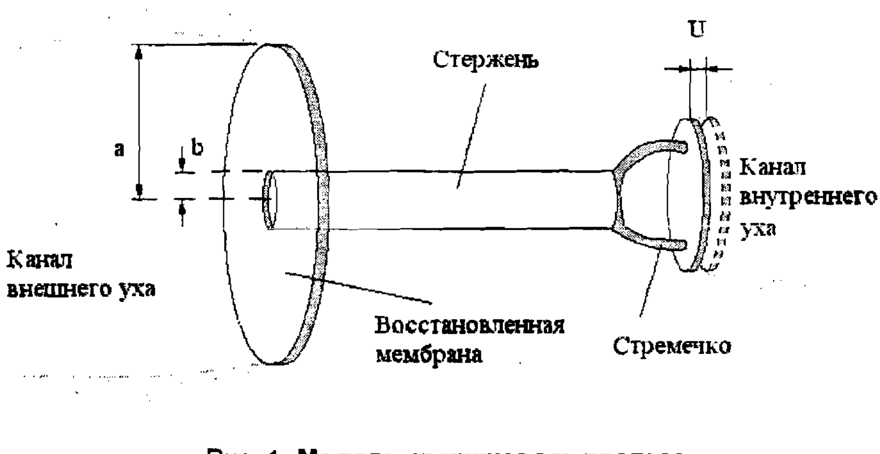


Рис. 1. **Модель стержневого протеза**