

Изменение костных тканей под действием вибрации

Выполнил : студент гр. 3-33
Седов В. М.
Научный руководитель
д. ф-т. н., доц. Маслов Л.Б

Описание проблемы

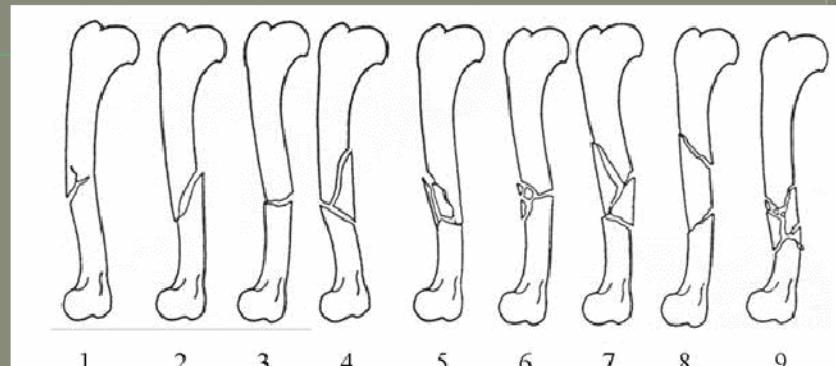


Рис. 1. Диафизарный перелом трубчатой кости: 1 – простой, неполный; 2 – простой, косой; 3 – простой, поперечный; 4 – простой, клинообразный; 5,6 – простой, клинообразный, мультифрагментарный; 7 – сложный, клинообразный; 8 – сложный, сегментарный; 9 – сложный, клинообразный, мультифрагментарный.



Пороупругая среда



Ячеистый бетон

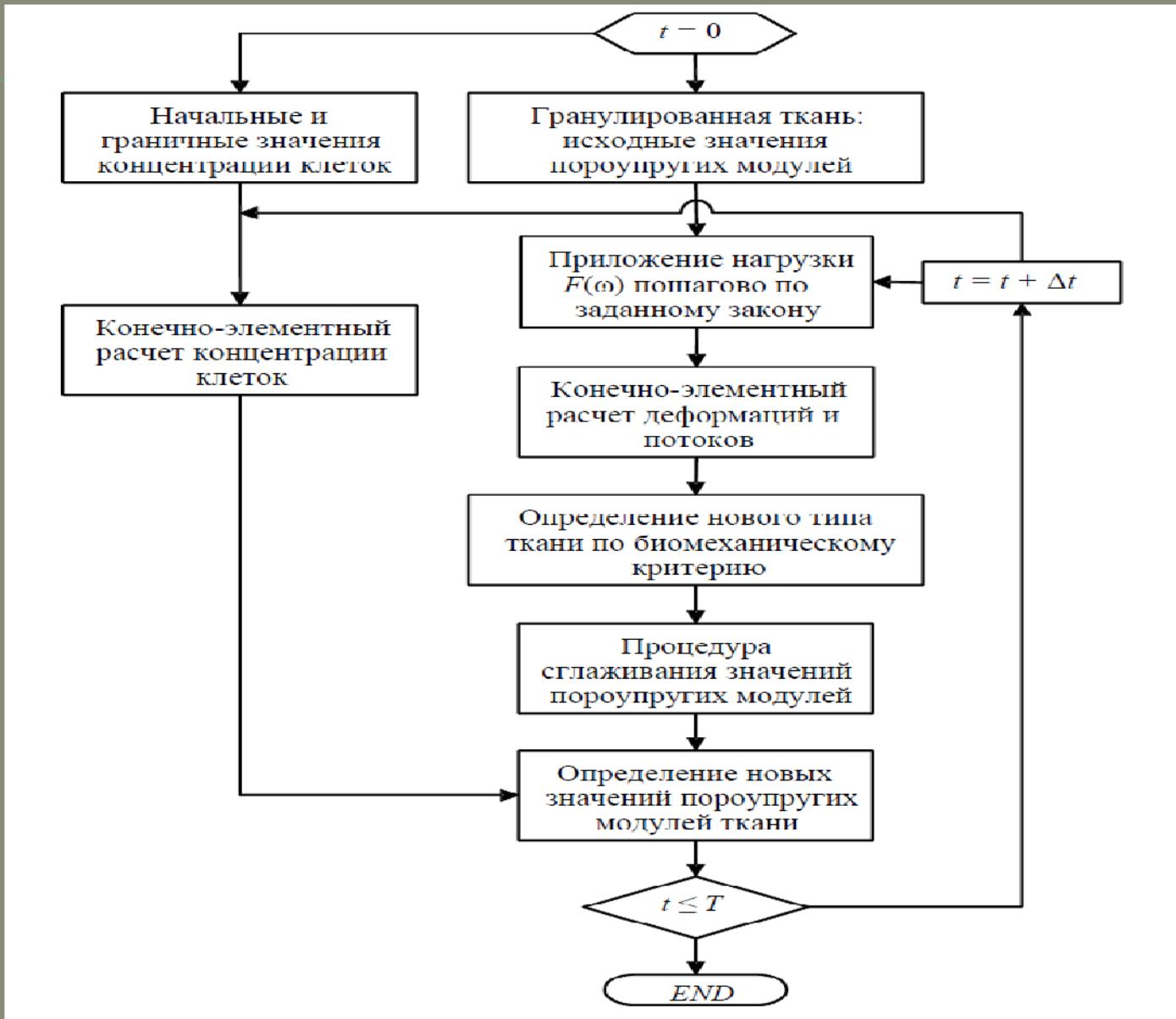


Кость человека



Тепло и шума-изоляци

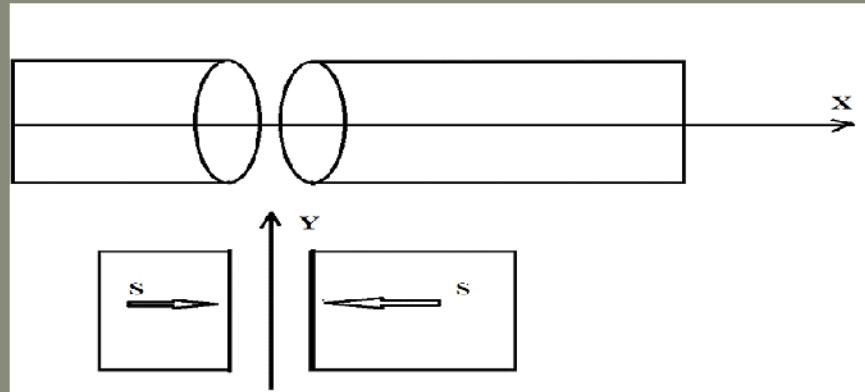
Алгоритм структурной перестройки



Эффективные модули биологических тканей

Тип ткани	ϕ	α	ρ , кг/м ³	$E^{(dr)}$, Па	$G^{(dr)}$, Па	R , Па	K , м ⁴ /Н·с
Гранулированная	0,99	1,000	1021	$1,36 \cdot 10^5$	$0,57 \cdot 10^5$	$2,29 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^{-14}$
Фиброзная	0,80	0,990	1100	$1,15 \cdot 10^6$	$0,47 \cdot 10^6$	$0,21 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^{-14}$
Хрящевая	0,80	0,995	1120	$5,82 \cdot 10^6$	$2,35 \cdot 10^6$	$1,07 \cdot 10^9$	$5,0 \cdot 10^{-15}$
Незрелая кость	0,65	0,893	1182	$3,73 \cdot 10^9$	$0,97 \cdot 10^9$	$1,42 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^{-13}$
Зрелая кость	0,20	0,435	1416	$1,31 \cdot 10^{10}$	$0,45 \cdot 10^{10}$	$0,39 \cdot 10^9$	$3,7 \cdot 10^{-13}$
Компактное вещество кости	0,10	0,367	1468	$2,11 \cdot 10^{10}$	$0,63 \cdot 10^{10}$	$0,19 \cdot 10^9$	$1,0 \cdot 10^{-17}$

Постановка одномерной задачи



Одномерная модель сжатия кости

$$\begin{aligned} -E\hat{u}'' + (\rho - \tilde{\gamma}(s)\rho_f)s^2\hat{u} + (\alpha - \tilde{\gamma}(s))\hat{p}' &= \hat{f}_{Vx}, \\ -\tilde{K}(s)\hat{p}'' + s\phi^2R^{-1}\hat{p} + (\alpha - \tilde{\gamma}(s))s\hat{u}' &= 0, \end{aligned}$$

Исходное уравнение диффузии
для одномерной задачи

$$\hat{u}(0) = 0, \quad \hat{p}'(0) = 0,$$

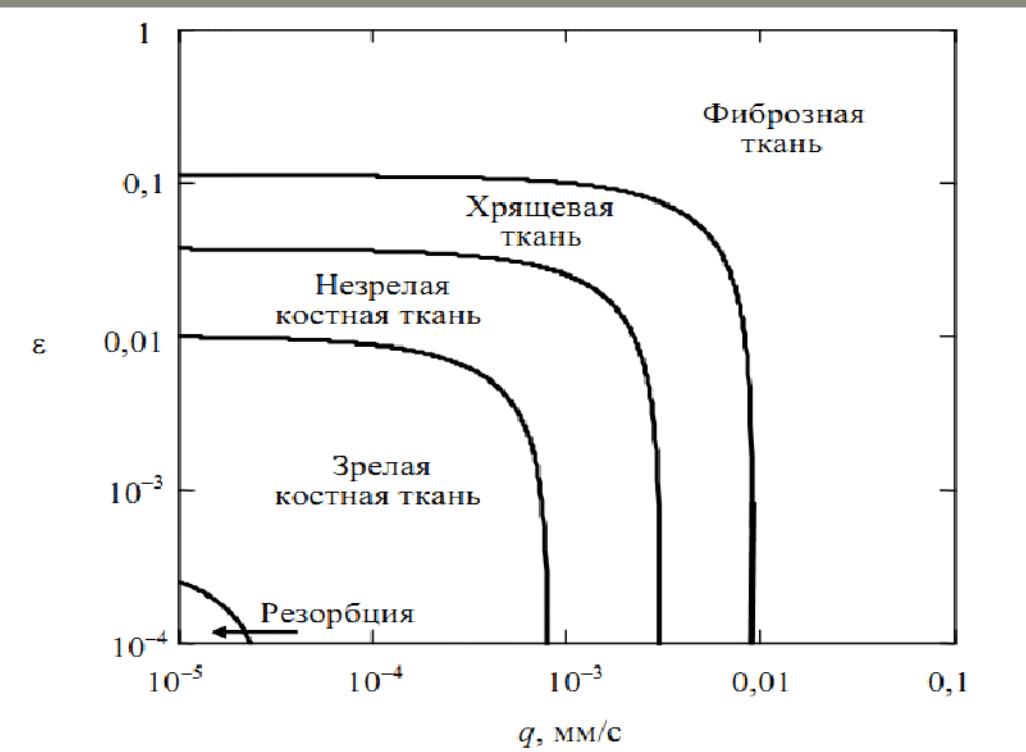
граничные условия

$$\hat{u}'(l) = 0, \quad \hat{p}(l) = 0.$$

Решение одномерной задачи структурной перестройки

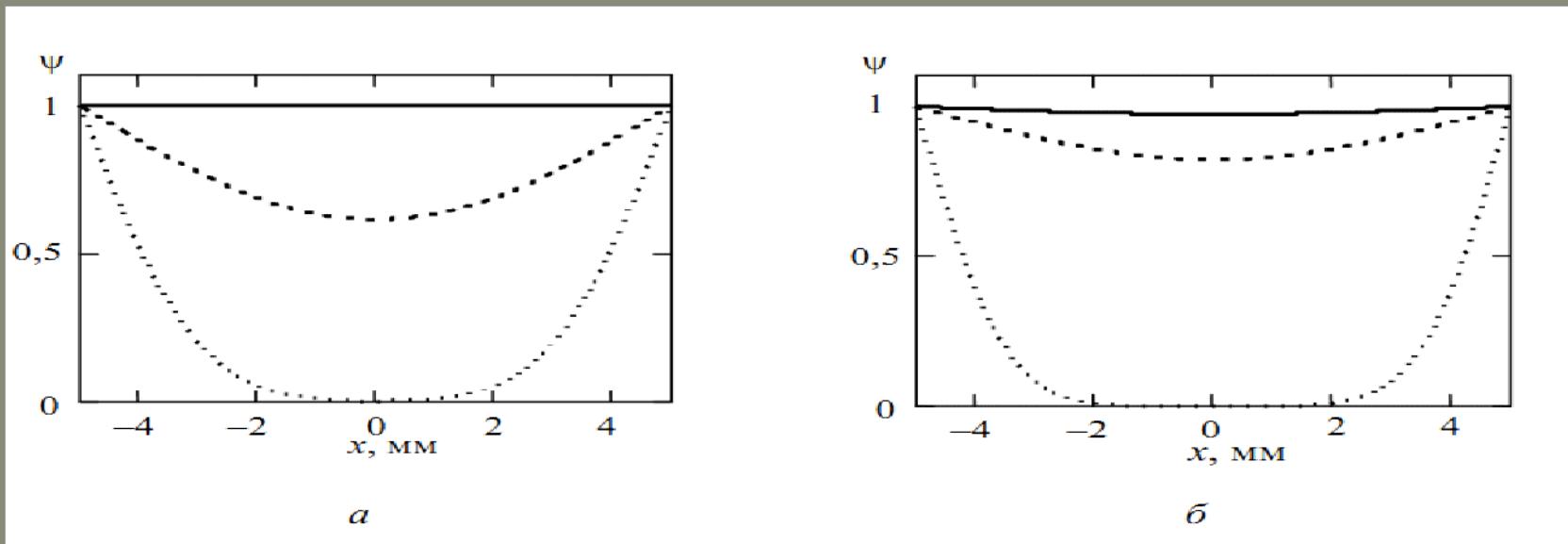
$$\hat{\psi}(x,t) = \frac{\psi(x,t)}{\psi_{\max}} = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k-1}}{2k-1} \cos \frac{(2k-1)\pi x}{2l} \exp \left(-\frac{J(2k-1)^2 \pi^2 t}{4l^2} \right).$$

Конечное уравнение концентрации клеток



Определение нового типа ткани при помощи биомеханических критериев

Результаты исследования



Распределение относительной концентрации активных клеток Ψ вдоль продольной оси х зоны репарации:

Спасибо за внимание