

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЛИТОДИНАМИКА ДОННОЙ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ ОКЕАНА»
ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ПРОФЕССОРА В.В.ЛОНГИНОВА

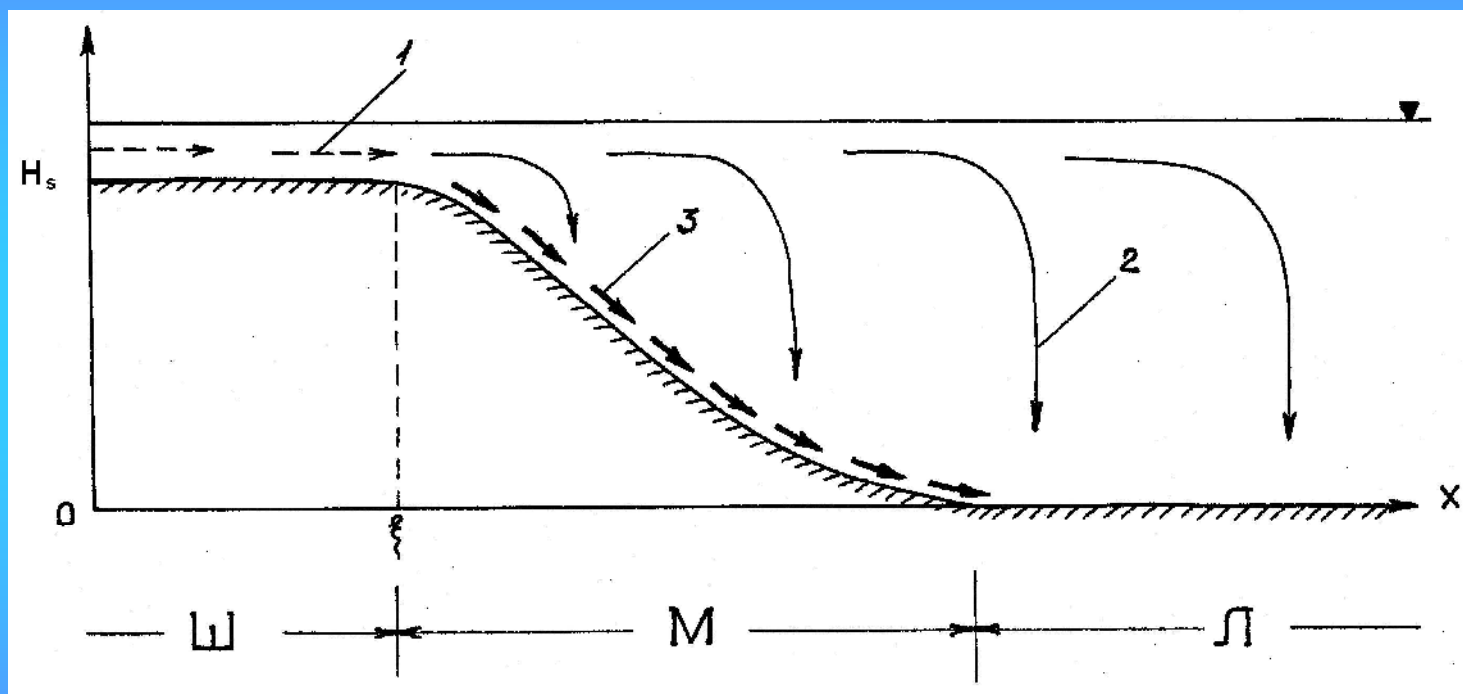
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ЛИТОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
НА МАТЕРИКОВЫХ ОКРАИНАХ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ТИПА**

Аквис Т.М.

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН



Геоморфологическая схема материковой окраины атлантического типа



Ш- шельф, М – материковый склон, Л – ложе океана
1,2,3 – направления переноса обломочного материала

Ограничения модели

- Рассматривается двумерная задача в виде профиля, нормального к основному направлению бровки шельфа
- Внешние условия (поступление обломочного материала с суши, интенсивность гидродинамических воздействий) принимаются постоянными
- Частицы обломочного материала считаются однородными

Уравнение неразрывности потока
обломочного материала
приводит к уравнению

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + qe^{-k(x-\xi(t))}$$

α^2 – коэффициент интенсивности диффузионного переноса в нижней контактной зоне,

q – количество обломочного вещества, поступающего в океан через бровку шельфа с координатой $\xi(t)$,

k – коэффициент убывания количества выпадающего на дно вещества с удалением от бровки шельфа.

Граничные условия

Справа, на абиссальной равнине

$$H(x,t) \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow \infty.$$

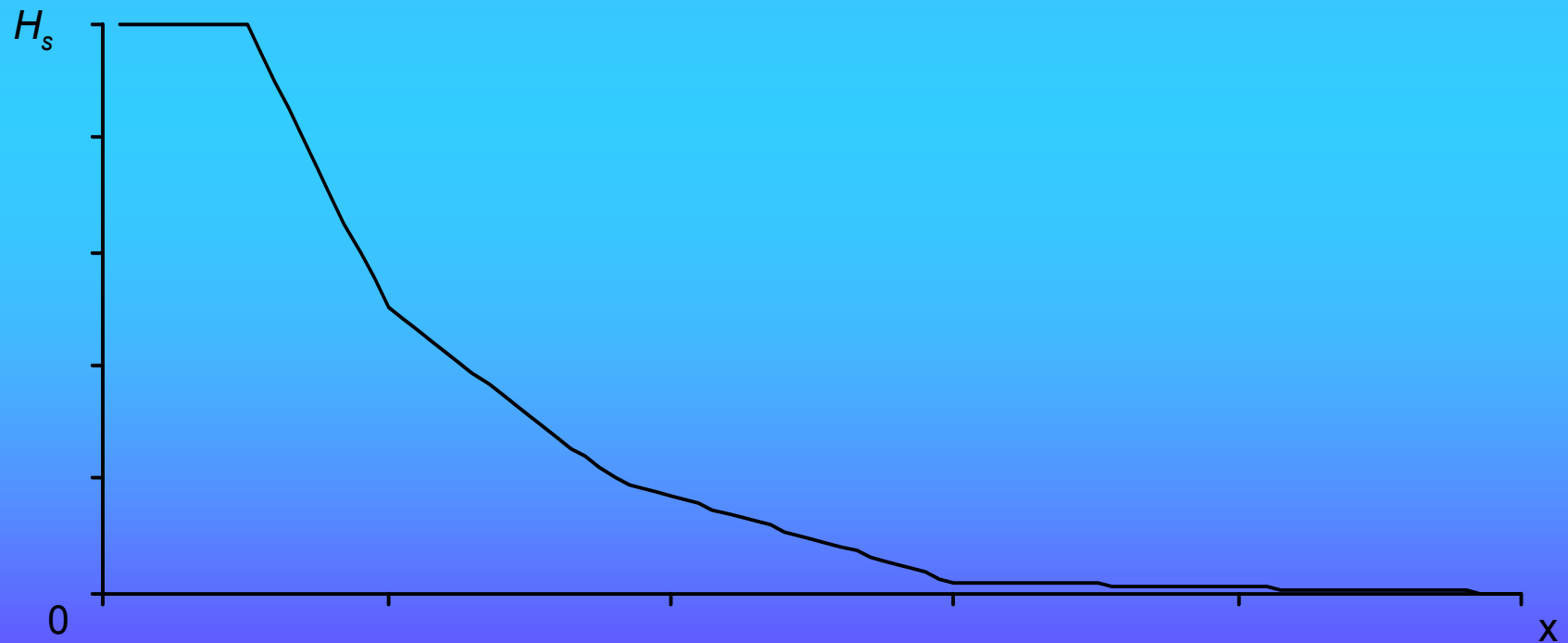
Слева, на подвижной бровке шельфа $\xi(t)$:

$$H(\xi(t),t) = H_u;$$

$$\frac{dH(\xi(t),t)}{dt} = 0$$

Начальное условие

$$H(x,0)=H_0(x)$$



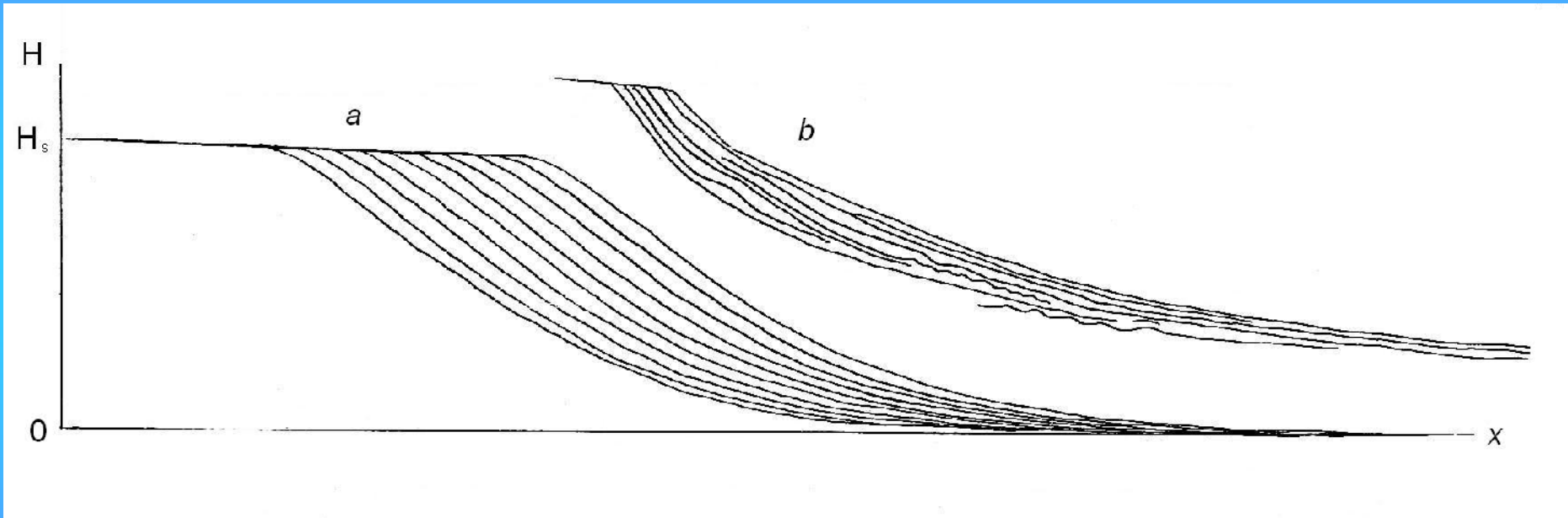
Автомодельное решение исходного уравнения

$$H(x-ut) = \begin{cases} H_s, & x \leq ut \\ \frac{H_s}{1 - \frac{\alpha^2 k}{u}} \left(e^{-k(x-ut)} - \frac{\alpha^2 k}{u} e^{-\frac{u}{\alpha^2}(x-ut)} \right), & x > ut \end{cases}$$

Скорость выдвигания бровки шельфа

$$u = q / (H_s \cdot k)$$

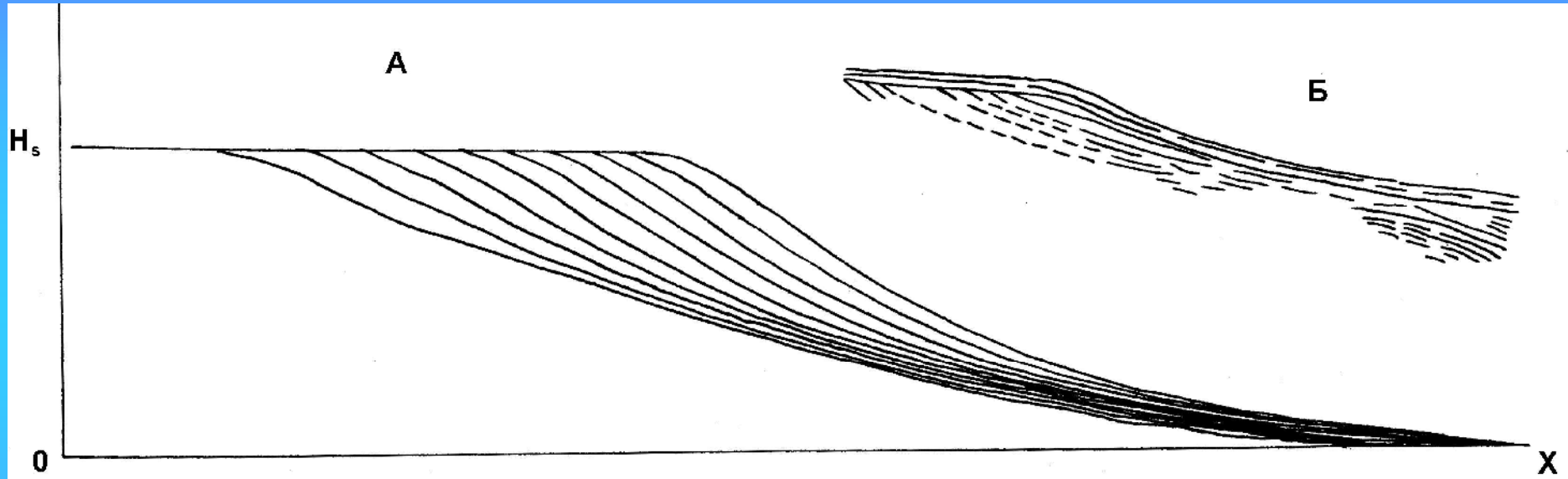
Автомодельное выдвигание материковой окраины



a- результаты моделирования;

b – сейсмоакустический разрез через западную окраину Африки

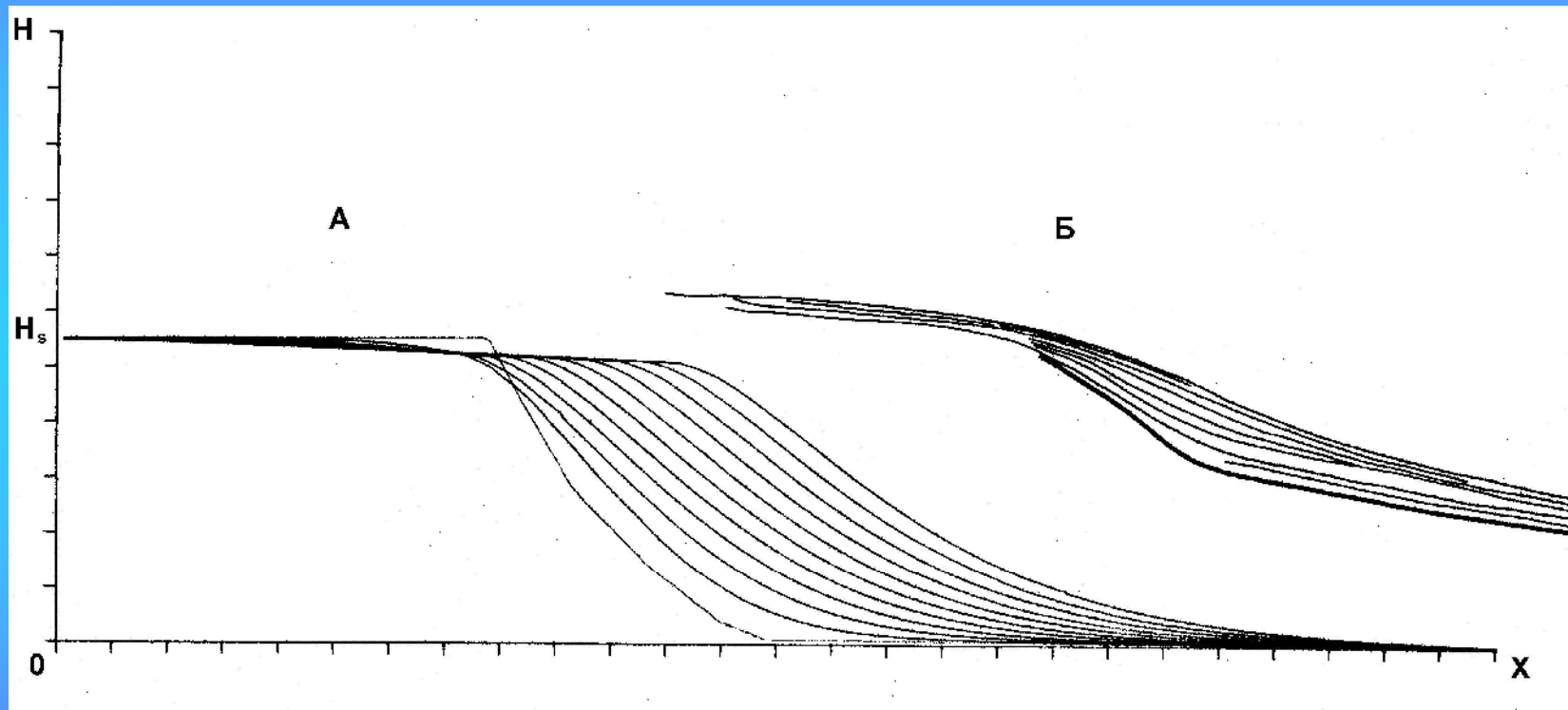
Переходный режим с возрастанием крутизны материкового склона



А- результаты моделирования;

В – сейсмоакустический разрез через атлантическую материковую окраину Европы

Переходный режим с убыванием крутизны материкового склона



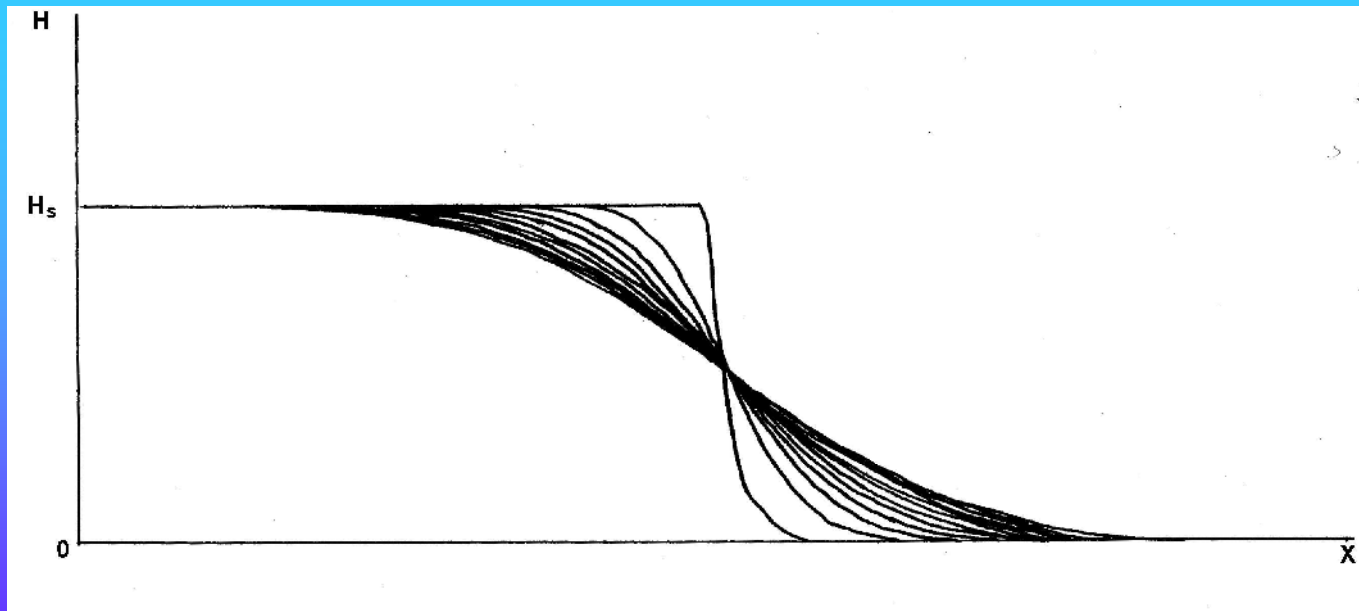
А- результаты моделирования;

В – сейсмоакустический разрез через юго-западную материковую окраину Африки

Исследование пограничных случаев

1. Отсутствие поступления материала из основной толщи океана

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \alpha^2 \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} \quad H(x, t) = H_s \cdot \left(1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{x/2\alpha\sqrt{t}} e^{-z^2} dz \right)$$

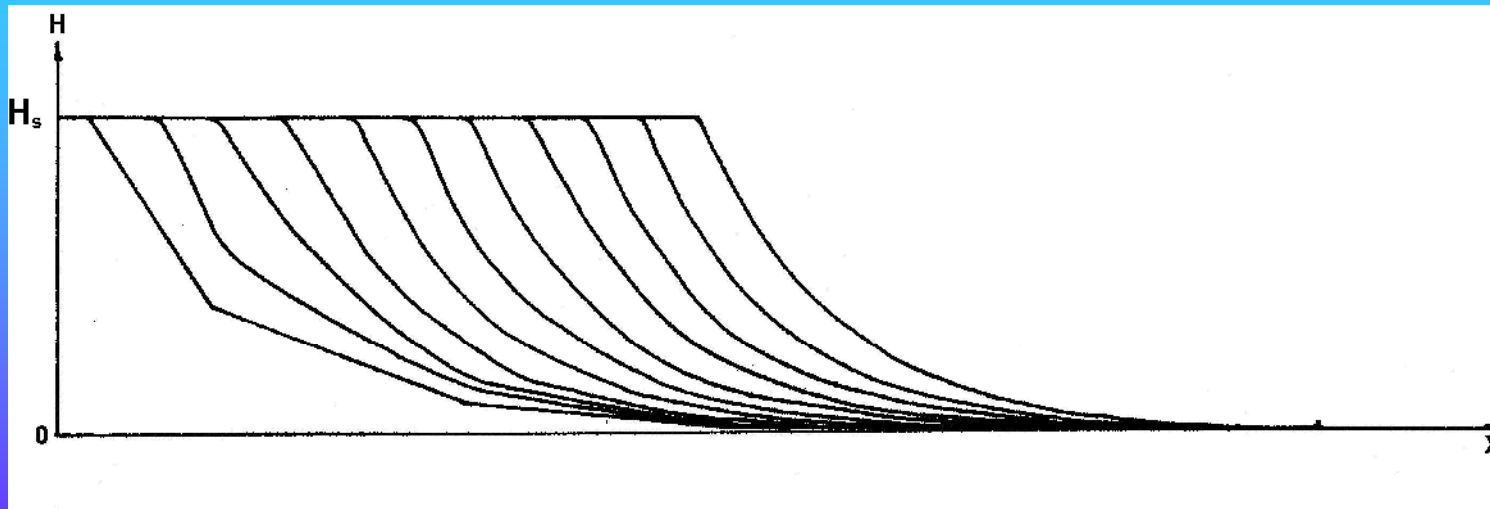


2. Отсутствие переноса в донной контактной зоне

$$\frac{\partial H}{\partial t} = qe^{-k(x-\xi(t))}$$

$$H(x,t) = \begin{cases} H_s, & x \leq ut \\ H_s \cdot e^{-k(x-ut)}, & x > ut \end{cases}$$

$$u = \frac{q}{H_s \cdot k}$$



Гравитационное уплотнение осадочной толщи

Объём твердой фазы в
столбе осадков
мощностью $H_y - H_0$

$$\omega = \int_{H_0}^{H_s} [1 - \varepsilon(z)] dz$$

Пористость ε
аппроксимируется
экспоненциальной
функцией. ε_0 –
пористость
свежеотложенного
материала.

$$\varepsilon = \varepsilon_0 e^{\kappa(H-z)}$$

Уравнение для профиля материковой окраины с учетом гравитационного уплотнения осадочной толщи

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1 - \varepsilon_0}{1 - \varepsilon_0 e^{-\kappa(H - H_0)}} \left(\alpha^2 \frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + q e^{-k(x - \xi(t))} \right)$$

Граничные условия:

$$H(x, t) \rightarrow 0 \text{ при } x \rightarrow \infty$$

$$H(\xi(t), t) = H_m;$$

$$\frac{dH(\xi(t), t)}{dt} = 0$$

Параметры расчетов (типичные величины)

Высота бровки шельфа над ложем океана $H_s=5$ км.

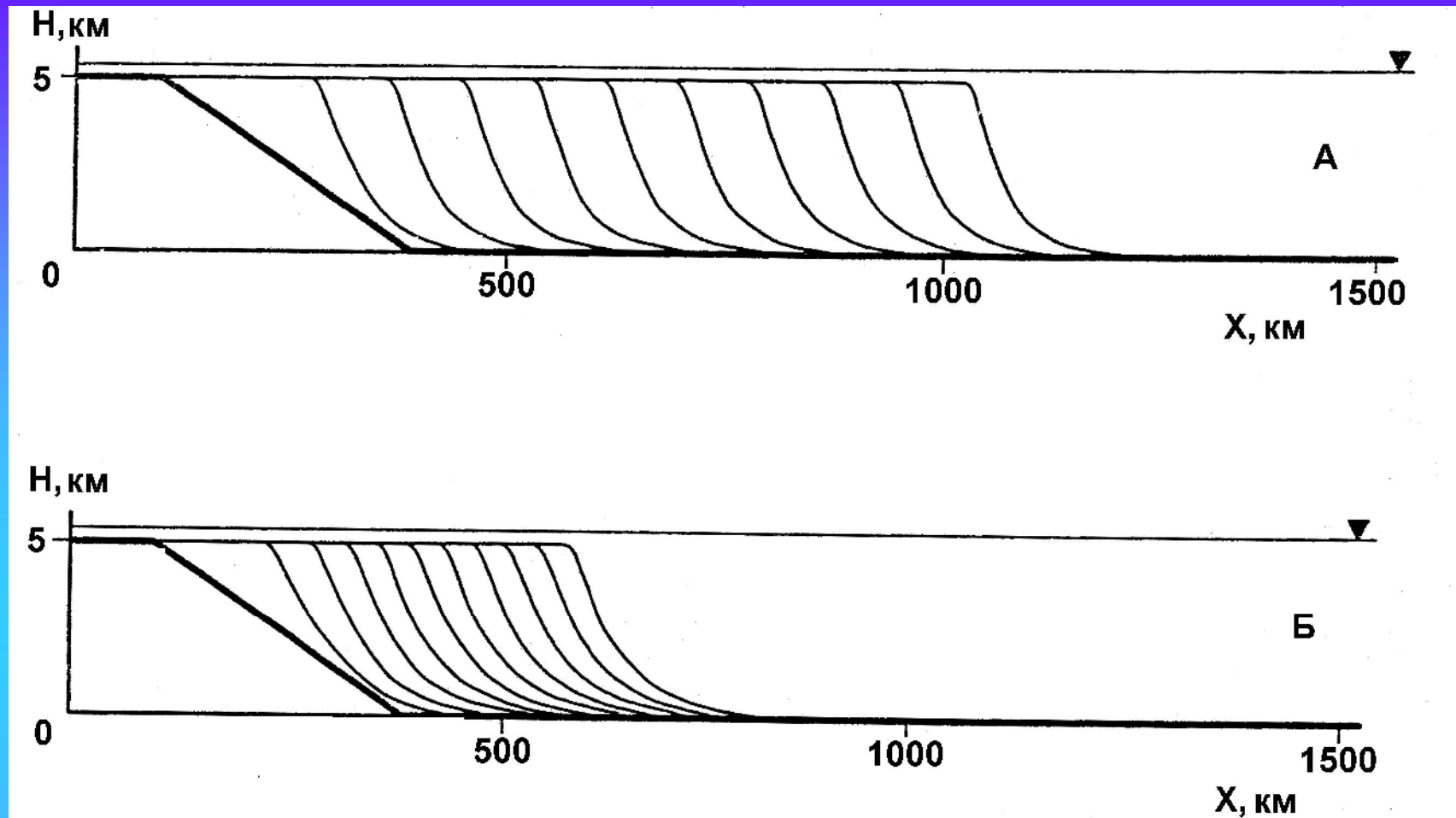
Уклон верхней части материкового склона = 0.06.

Скорость выдвигания бровки шельфа = 3-5 мм/год.

$q=1$ мм/год, $k=0.025$ км⁻¹, $\alpha^2=100$ км²/млн.лет

Параметры гравитационного уплотнения:

$\varepsilon_0=0.7$, $\kappa=0.4$ км⁻¹.



Последовательные положения профиля
материковой окраины с интервалом 10 млн.лет.
А – без учета гравитационного уплотнения
Б – с учетом гравитационного уплотнения

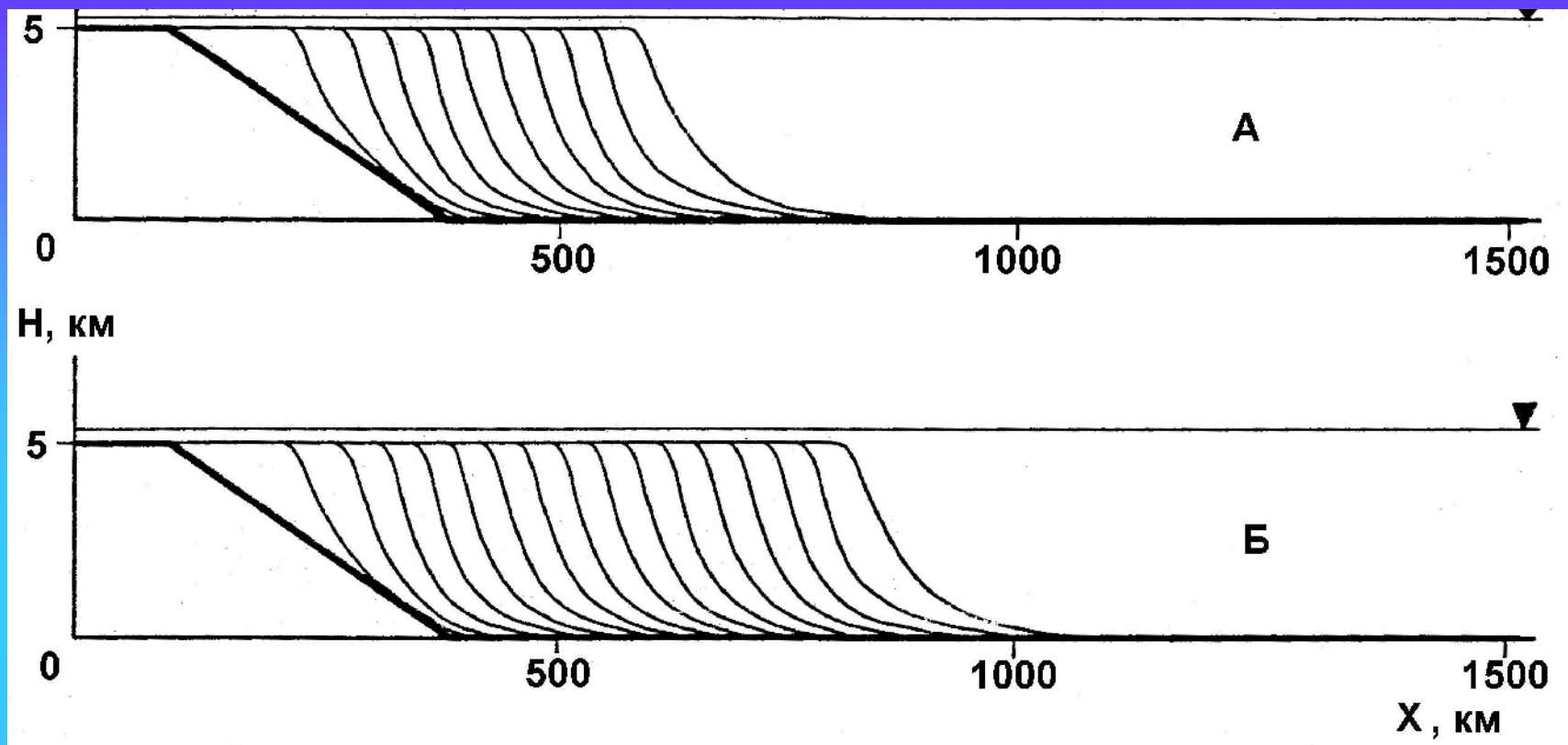
Вещественные линии в осадочной толще

$$\bar{H} = H + \left[\frac{\varepsilon_0}{\kappa} \cdot e^{-\kappa(\tilde{H}-\bar{H})} - e^{-\kappa(\tilde{H}-H)} + e^{-\kappa(H-H_0)} - 1 \right]$$

$H(x, t)$ - положение профиля материковой окраины в момент времени t ;

$\bar{H}(x, t, \tau)$ - положение, которое займут частицы того же профиля в момент времени τ (вещественный профиль);

$\tilde{H}(x, \tau)$ - положение профиля в момент времени τ .



Структура осадочной толщи через

А – 100 млн лет;

В – 160 млн. лет

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ЛИТОДИНАМИКА ДОННОЙ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ ОКЕАНА»
ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
ПРОФЕССОРА В.В.ЛОНГИНОВА

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

