

5. Сечель А. Удивительные трюки зрения: как работают оптические иллюзии. Москва, Эксмо, 2011

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТАЯНИЯ ЛЕДНИКОВ И ЕЁ ПРОЕКЦИЯ НА ГЕОФИЗИЧЕСКУЮ ПРОБЛЕМУ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Шарибченко А. С., Бирюков В. С.

Смирнова Г. Ф. – канд. физ.-мат. наук, доцент

В современном мире человечество на пути развития постоянно сталкивается с глобальными проблемами, которые влияют абсолютно на все стороны жизни людей и стран в целом. Одной из таких проблем является проблема повышения уровня мирового океана, непосредственной причиной чего является всемирное таяние ледников.

Оценка последствий повышения уровня мирового океана необходима для примерного расчёта количества мировых территорий, которые могут быть затоплены. Для решения поставленной задачи будем считать, что таянию больше всего подвержен Гренландский ледяной щит, который является вторым по размеру ледяным щитом (первым – Антарктический).

Таяние льда – простой процесс встречающийся в повседневной жизни каждого человека. Но у больших массивов льда данный процесс проходит гораздо сложнее и связан с перетеканием льда под действием гравитации с одного места на другое.

Так как это физико-математическая модель процесса, то мы вольны делать некоторые допущения:

1. В реальной жизни территория Гренландии – неправильная математическая фигура. Мы возьмём в качестве приближения остров прямоугольной формы со сторонами равными: $h_a = 2L$, $h_b = 5L$, где $L = 410$ км – коэффициент размерности расстояния.

2. Профиль высоты ледяного щита H x не зависит от координаты y , и растёт от 0 при $x = \pm L$, до H_{max} при $x = 0$.

3. Несмотря на большую толщину ледяного щита, лёд в его основании несжимаем, то есть считаем, что лёд – несжимаемое вещество.

На рисунках 1, 2, 3 наглядно изображены допущенные нами упрощения модели:



Рис. 1 – Территория Гренландии, покрытая льдом.

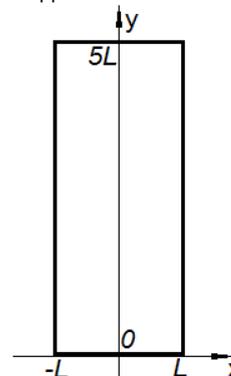


Рис. 2 – Модель территории Гренландии, используемая в работе.

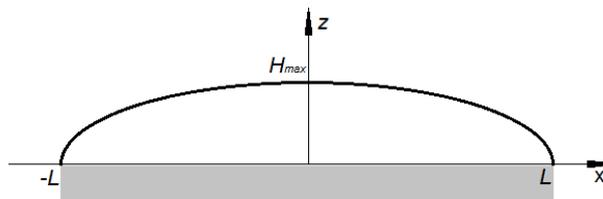


Рис.3 – Вертикальное сечение в плоскости xz ледяного щита, показывающее профиль высоты $H(x)$.

В малые промежутки времени профиль высоты щита постоянен, и давление внутри него описывается формулой:

$$p_{x,z} = \rho g(H - z),$$

где z – высота, на которой нас интересует давление, а x – расстояние от линии раздела льда.

Если рассмотреть произвольную тонкую вертикальную пластину льда, опирающуюся на Δx и Δy , которая находится в состоянии равновесия, то возникает горизонтальная составляющая силы давления, которая

действует на каждую вертикальную сторону:

$$F = \int_0^{H(x)} \rho g x dz = \rho g \frac{H^2 x}{2} \Delta y$$

и результирующую ΔF :

$$\Delta F = F(x) - F(x + \Delta x) = -\rho g H(x) \frac{dH}{dx} \Delta x \Delta y,$$

которая уравновешивается силой трения льда о землю, которая в этом случае рассчитывается по формуле: $F_{\text{тр}} = \beta * \Delta x \Delta y$, где коэффициент напряжения сдвига $\beta = 100 \text{ кПа}$. Из этого получаем

$$H(x) dH = -\frac{\beta}{\rho g} dx$$

откуда, с учётом $H(L) = 0$:

$$H(x) = \frac{2\beta L}{\rho g} * \frac{1-x}{L} \rightarrow H_{\text{max}} = \frac{2\beta L}{\rho g}.$$

Теперь мы можем найти объём льда, который находится на модели Гренландии:

$$V_{\text{лед}} = \int_0^L \int_{-L}^L H(x) dx dy = \frac{20}{3} L^2 \frac{2\beta L}{\rho g}.$$

Максимальное повышение уровня мирового океана будет при полной расплавке ледяного щита Гренландии. Будем считать, что процесс поднятия уровня океана происходит только на территории океана, то есть затопления не происходит.

Так как масса растаявшего льда и образовавшейся воды равна, то $V_{\text{вода}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{вода}}} V_{\text{лед}}$

Тогда уровень, на который поднимется океан, будет равен:

$$\Delta h = \frac{V_{\text{вода}}}{S_0} = \frac{20}{3} \frac{\rho}{\rho_{\text{вода}}} \frac{L^2}{S_0} \frac{2\beta L}{\rho g}$$

где площадь территории океана $S_0 = 3,6 * 10^{14} \text{ м}^2$.

Подставив числа, находим, что уровень океана поднимется на $\Delta h = 8,5 \text{ м}$.

На территориях, где уровень поверхности меньше полученного результата проживает более 10% населения земли, а значит – они будут вынуждены искать новый дом в другом месте.

Полученная цифра близка к оценкам учёных-геофизиков, которые рассчитали, что при полном превращении льдов Гренландии в воду уровень мирового океана поднимется более чем на 7м.

Таким образом была разработана модель таяния ледника, для которой был использован метод физико-математического моделирования. Этот метод позволил довольно точно оценить искомую величину, с учётом допустимых приближений. Результат работы показывает необходимость поиска человечеством способов по предотвращению повышения температуры Земли, иначе появление и обострение других глобальных проблем, таких как чрезмерное повышение плотности населения и голод, неизбежно.

Список использованных источников:

1. Гренландский ледяной щит. – Электрон. текстовые дан.– Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гренландский_ледяной_щит, свободный.
2. Математическая модель.–Электрон. текстовые дан.–Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Математическая_модель, свободный.

КОЛЕБАНИЯ УПРУГОЙ СТРУНЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Бублей Д.В., Атарик К.А.

Смирнова Г.Ф. – кандидат физ.-мат. наук, доцент

Математика служит языком физики. Результаты математических изысканий находят применение в описании различных физических явлений и процессов. Однако случается и так, что решение совершенно практической физической задачи служит мощнейшим толчком в развитии математики. Одной из таких задач является задача колебания струны.

Рассмотрим малые колебания струны. Основная характеристика состояния струны – её отклонение от стационарного положения – $U(t,x)$ (Рис.1).

Рассмотрим силы, действующие на бесконечно малый участок струны (Рис.2).

Согласно второму закону Ньютона:

Рис.1 Форма струны в определённый момент.