**УДК 53.096**

*О.О. Литвиненко, студент групи 101-НТ, Л.П. Давиденко, к.х.н., доцент*
*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

# ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ПЛОЩІ СУХОДОЛУ КРАЇНИ ТА ЇЇ НАСЛІДКИ

Питання глобальних змін у кліматі потребують глибокого аналізу і, в тому числі, фізико-математичних розрахунків для клімато-утворюючих факторів. Це і визначає актуальність роботи.

Підвищення рівня моря є одним із потенційно найбільш серйозних наслідків зміни клімату. Очікується, що підняття рівня моря продовжиться і в наступні століття. У зв'язку з цим може суттєво змінитися карта світу.

З 1979 року ведуться супутникові спостереження за полярними зонами обох півкуль. Активне зменшення площі крижаного покриву Північної півкулі привернуло особливу увагу вчених. У 2016 році льодовий покрив Арктики сягнув рекордно-мінімального рівня. Площа льоду була всього 4,1млн км$^2$ , тоді як у 1979 році—7,4 млн.км$^2$. [1]

Підвищення рівня моря – один із найбільш потенційно серйозних факторів впливу клімату, що, безперечно, змінюється. Але зміни рівня моря в даний час ще не можуть бути передбачені з достатньою точністю, використовуючи лише аналітичний метод обчислення, тому що динаміка зміни льодових щитів і льодовиків деякою мірою залежить ще й від інших факторів. Наприклад, від океанічного теплового впливу (теплових течій), який ще не достатньо вивчено. Спостережуване підвищення рівня моря відрізняється від прогнозованого (найкращі оцінки) на 50% для періодів 1990–2006рр. [2] і 1961–2003рр. [3]. Виявилося, що прогнози, отримані при використанні існуючої методики розрахунків, суттєво відрізняються від реальних даних.

Ця проблема викликала особливий інтерес до напівемпіричних методів прогнозування підвищення рівня моря. Вони засновані на використанні даних спостережень, за допомогою яких можна з більшою точністю прогнозувати різні сценарії зміни клімату при зміні глобальної середньої температури, а отже, — зміни рівня Світового океану. Недолік цих методів у тому, що отриманий результат не може бути використаний у чистому вигляді, тому що суттєвий вплив, до того ж нелінійний, на кінцевий результат має сам крижаний покрив. Враховуючи це, потрібно коригувати результати.

С. Рамшторф запропонував істотне розширення й поліпшення напівемпіричного методу, а саме припустив, що темп підвищення рівня моря ($\frac{dH}{dt}$), що залежить від танення льоду льодового покриву, від початкового в результаті швидкого потепління, пропорційний підвищенню температури вище температури порогового значення і може бути знайдений за формулою:

$$\frac{dH}{dt} = a(T - T_0), \quad (1)$$

де $T_0$ - основна температура, при якій рівень моря знаходиться в рівновазі із кліматом. Це відповідає зазвичай використовуваним методам, де частина масової втрати льоду, як передбачається, пропорційна підвищенню температури вище порогового значення. Деякі аспекти такого розрахунку в подальшому були розкритиковані, хоча результати прогнозів є більш точними у порівнянні з аналітичним методом.

А. Грінстед разом із групою інших науковців [1] запропонував змоделювати зв'язок рівня моря і температури з одиничним масштабом кінцевого проміжку часу. При підгонці результатів до відомих температур та даних рівня моря в минулому вони отримують прогноз на час трохи більший, ніж на тисячоліття, таким чином по суті повторюючи результати першого рівняння, але з більшою точністю. Так як деякі фактори, що впливають на зміну рівня моря, можуть впливати швидко, наприклад, теплоємні характеристики шарів океану (за рахунок їх змішування), запропоновано розширити напівемпіричний метод поняттям швидкої відповіді:

$$\frac{dH}{dt} = a(T - T_0) + b\frac{dT}{dt} \quad (2)$$

Цей другий фактор ($b\frac{dT}{dt}$), що впливає на зміну рівня моря, може розглядатися як "миттєвий" на часових інтервалах, тому що він враховує зв’язок зміни рівня моря H від температури T.

Напівемпіричні методи дозволяють адекватно описати масову втрату льоду, яка пропорційна підвищенню температури внаслідок комплексу геофізичних і антропогенних факторів. Основні тенденції в зміні площі суходолу при піднятті рівня Світового океану можна оцінити в рамках запропонованої моделі, яка при розв’язуванні враховує як основні фактори, зокрема зміну температури, при якій рівень моря і кліматичні характеристики знаходяться в лінійній динамічній рівновазі, так і менш впливові, які відіграють менш важливу роль але в прогнозах на великий проміжок часу їх неврахування дасть значну похибку на кінцевий результат.

*Література*

*1. Grinsted A. Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD / Grinsted A, Moore J, Jefrejeva S. // 2009 – Clim Dyn.– p. 215.*

*2. Rahmstorf S. Recent climate observations compared to projections./Rahmstorf S.// Science. – 2007. – p. 316.*

*3. National Snow and Ice Data Center. Monthly June ice extent for 1979 to 2017 [Електронний ресурс] / National Snow and Ice Data Center – Режим доступу до ресурсу: https://nsidc.org/arcticseaicenews/2017/06/.*