

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ПОТОКОВ ТЕПЛА И ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ
ОКЕАНА В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ ПО ДАННЫМ
1979 ГОДА**

Новикова Анастасия Вячеславовна

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: novikovaav1@my.msu.ru

Научный руководитель — Беляев Константин Павлович

В работе рассматривается задача статистического анализа и стохастического моделирования потоков тепла и температуры поверхности океана по данным десятилетних наблюдений с временным разрешением 6 часов и пространственным разрешением одноградусной сетки. Суммарный поток тепла определяется как

$$X = Q_h + Q_e,$$

где Q_h — явный, а Q_e — скрытый тепловой поток. Основная цель исследования — изучение распределения температуры и потоков, их совместной изменчивости и построение стохастической модели динамики потоков тепла с оценкой коэффициентов дрейфа и диффузии.

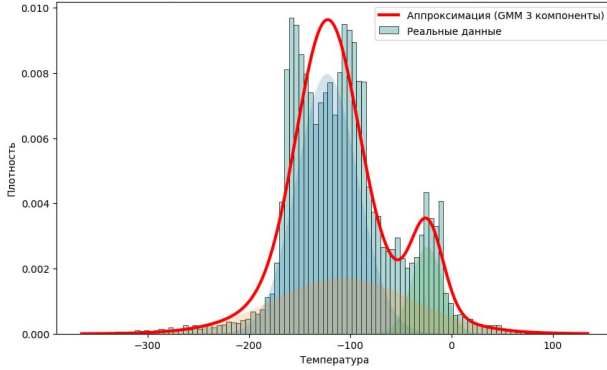
Изменчивость потоков тепла описывается стохастическим дифференциальным уравнением

$$dX = a(t, X) dt + b(t, X) dW,$$

где X — значение суммарного потока в момент времени t ; $a(t, X)$ — коэффициент дрейфа; $b(t, X)$ — коэффициент диффузии; dW — винеровский процесс. Коэффициенты находятся через условные моменты первого и второго порядков.

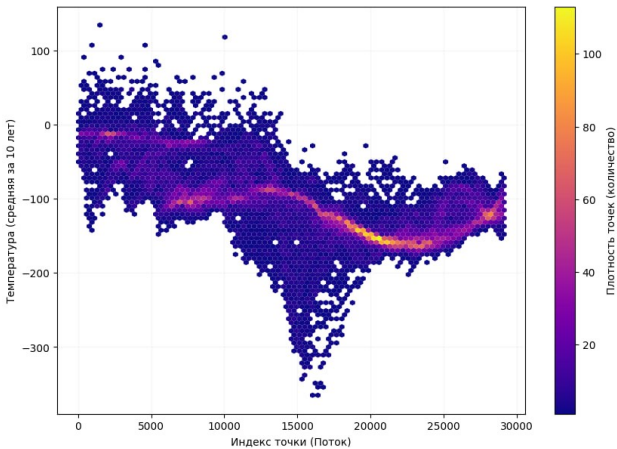
Для анализа распределения температуры построены гистограммы, эмпирическая функция распределения и аппроксимация смесью трёх гауссовских распределений, выявившая мультимодальную структуру и отклонение от нормального закона, что указывает на наличие нескольких устойчивых режимов и позволяет оценить вероятности превышения заданных температурных уровней.

Текущая секция



Распределение с использованием смеси гауссовских функций.

Совместный анализ температуры и потоков тепла в фазовом пространстве (T, X) показал характерные области состояний системы и вероятность перехода между различными режимами. Анализ многолетней динамики с выраженной сезонной компонентой выявил устойчивую периодическую структуру.



Совместное распределение при сопоставлении потока температуре.

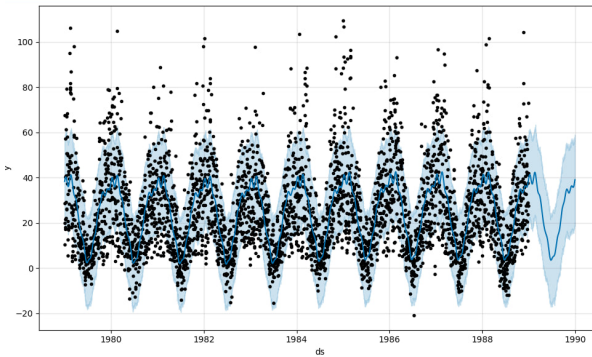
Для временного ряда, усреднённого по пространству океана, рассчитаны основные статистические характеристики: среднее, макси-

мум, минимум и размах

$$R = X_{\max} - X_{\min},$$

который отражает амплитуду межгодовой изменчивости. Сравнение среднего с экстремумами позволяет оценить отклонения, а сопоставление фактических и прогнозных рядов подтверждает сохранение общей динамики и сезонной структуры при сглаживании кратковременных пиков.

Для прогнозирования применена модель Prophet, основанная на аддитивной декомпозиции временного ряда.



Годовой прогноз распределения температуры.

Результаты подтверждают негауссовый и мультимодальный характер распределений, наличие устойчивых режимов в фазовом пространстве (температура–поток) и адекватность стохастического описания динамики потоков тепла через коэффициенты дрейфа и диффузии.

Литература

1. Belyaev K. P., Gorshenin A. K., Korolev V. Yu., Osipova A. A. Comparison of Statistical Approaches for Reconstructing Random Coefficients in the Problem of Stochastic Modeling of Air–Sea Heat Flux Increments. 2024. URL: https://www.researchgate.net/publication/377452686_Comparison_of_Statistical_Approaches_for_Reconstructing_Random_Coefficients_in_the_Problem_of_Stochastic_Modeling_of_Air-Sea_Heat_Flux_Increments.