

Поиск периодических внутренних придонных волн с использованием методов кластеризации.

Маханьков Д.И., Здоровеннова Г.Э., Институт Водных проблем Севера КарНЦ

Введение

Эта работа посвящена поиску периодичности в появлении придонных волн в мелководном озере в период открытой воды при помощи методов кластеризации, на основе характеристик волн.

Методы и материалы

Используются данные с датчиков температуры и течений за июль 2021 г в центральной части озера Вендюрское. Глубина станции 11 м, датчики температуры располагались на 0.12-9.5 м ото дна, датчики течений – 0.5-9.5 м. По температурным данным (Рис.1, а) были найдены ивенты прохождения волн мимо датчиков. Для этих периодов по данным измерителей течений были построены прогрессивно-векторные диаграммы (Рис.1, б). В таблице приведены характеристики ивентов: время роста и падения температуры, продолжительность ивента, разница в направлении течений между датчиками и угол смены направления течения на нижнем датчике, соответствующий моменту резкого падения температуры.

Кластеризация проводилась при помощи двух алгоритмов, реализованных на языке Python:

- k-средних
 - Иерархической кластеризации
- Наибольший вес при сравнении имели:
- длительность ивента
 - угол смены направления при максимальной температуре
 - угол разброса направления между датчиками 1 и 2 (0.5м;1.5м)

Результаты

В течение 30 дней было обнаружено 50 ивентов. Характеристики ивентов первых 13 суток приведены в Таблице. Для k-средних протестировано разное количество классов (5-8) (Рис.2). Ивенты в выявленных классах были проверены на схожесть. Дендрограмма иерархической кластеризации ивентов (Рис.3) позволила установить максимально близкие по рассматриваемым характеристикам ивенты.

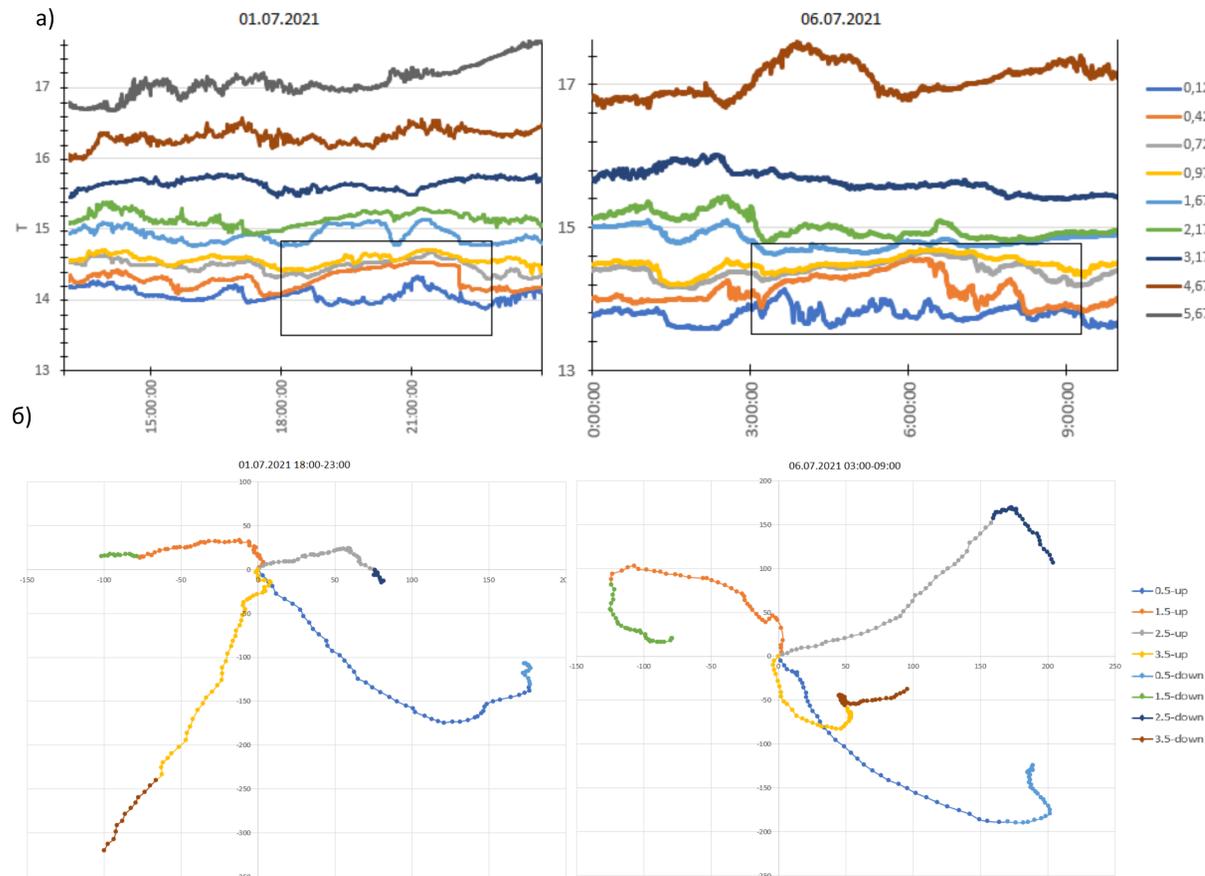


Рис.1: Сравнение хода температуры и прогрессивно-векторных диаграмм ивентов из найденной пары

Таблица: Характеристики ивентов первых 13 дней измерений. Ивенты с Рис.1 выделены красным.

	date	UP_from	UP_to	DOWN_to	time_up	time_down	time_full	angle_1-2	angle_1-3	Δangle_max
1	01.07.21	6:00	10:30	11:00	4:30	0:30	5:00	100	-30	30
2	01.07.21	18:00	22:00	23:00	4:00	1:00	5:00	180	60	90
3	03.07.21	4:00	9:10	11:20	5:10	2:10	7:20	90	60	-80
4	06.07.21	3:00	6:20	9:00	3:20	2:40	6:00	180	90	60
5	07.07.21	7:00	12:15	14:00	5:15	1:45	7:00	135	-135	-90
6	07.07.21	14:00	22:30	0:00	8:30	1:30	10:00	180	40	-90
7	08.07.21	3:00	5:00	6:20	2:00	1:20	3:20	-90	-80	0
8	08.07.21	7:00	12:45	16:30	5:45	3:45	9:30	180	-100	-80
9	09.07.21	4:00	11:00	12:20	7:00	1:20	8:20	20	-90	-90
10	09.07.21	12:20	18:30	19:30	6:10	1:00	7:10	180	-30	-90
11	10.07.21	8:30	15:00	16:30	6:30	1:30	8:00	-90	45	90
12	11.07.21	0:00	4:00	6:00	4:00	2:00	6:00	180	-150	-60
13	11.07.21	9:00	13:00	14:00	4:00	1:00	5:00	-130	50	-90
14	11.07.21	21:00	1:00	2:00	4:00	1:00	5:00	90	10	40
15	12.07.21	2:00	5:20	6:00	3:20	0:40	4:00	120	-70	20
16	12.07.21	9:00	15:00	16:00	6:00	1:00	7:00	180	100	20
17	13.07.21	3:00	9:00	11:30	6:00	2:30	8:30	140	-150	90
18	13.07.21	18:00	22:30	23:00	4:30	0:30	5:00	90	90	-160

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 21-17-00262

Маханьков Д. И.
ИВПС КарНЦ РАН

Email: d_makhankov@mail.ru

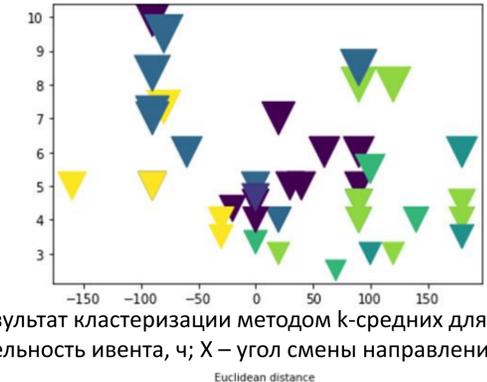


Рис.2: Результат кластеризации методом k-средних для 7 классов в осях Y - длительность ивента, ч; X - угол смены направления течения, град.

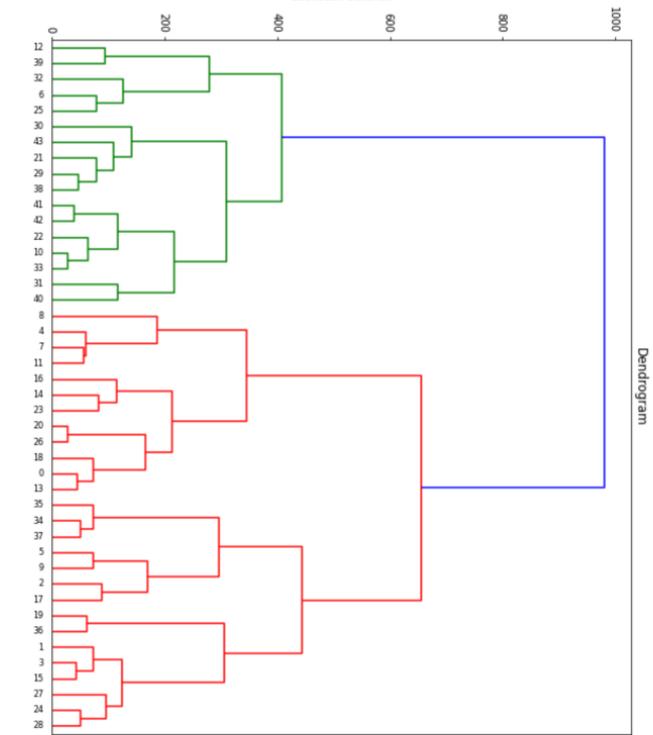


Рис.3: Дендрограмма иерархической кластеризации ивентов

Заключение

За 30 рассмотренных суток были обнаружены пары ивентов, имеющие схожие характеристики. У трёх пар ивентов, основные характеристики отличались в небольших пределах: длительность - не более 1 ч; угол смены направления – не более 45 град.; угол разброса направлений датчиков 1 и 2 – не более 45 град. При анализе турбулентного тепло-массо обмена в водной толще можно эффективно использовать методы математической статистики и анализа данных. Они позволяют находить схожие события среди большого количества данных, определять степень их сходства и влияния друг на друга. В дальнейшем планируется поиск корреляций характеристик волн с метеорологическими условиями.