

**ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ  
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ  
имени профессора Н.Е. Жуковского И Ю.А. Гагарина»**



**Мониторинг перемещения внетропических  
циклонов в четвёртой стадии развития по  
спутниковым данным**

**Расторгуев И.П.  
Денег И.З.  
Волгин В.Е.**

**Цель:** установления закономерностей перемещения циклонов внетропических широт, находящихся в четвертой стадии развития

**Исходные спутниковые данные:**

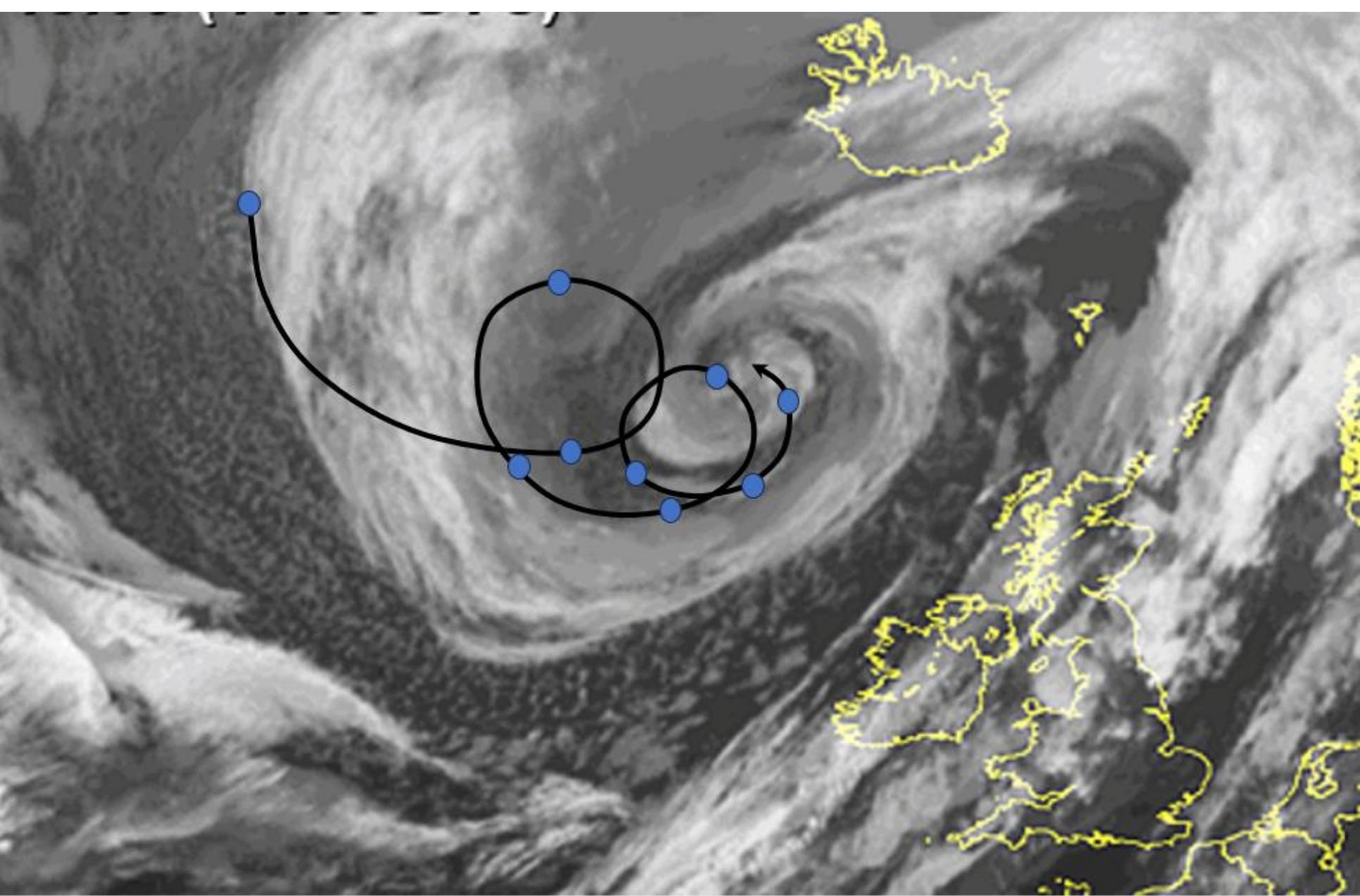
аналоговые снимки космических аппаратов MSG за 2018-2023 годы.

Рассмотрено: более 1800 суточных траекторий циклонов и 630 комплектов, охватывающих период развития циклонов от начала роста давления в центре до прекращения существования барического образования (отсутствия замкнутых изобар, кратных 5 гПа на приземных картах и 4 гпдм – на картах барической топографии).

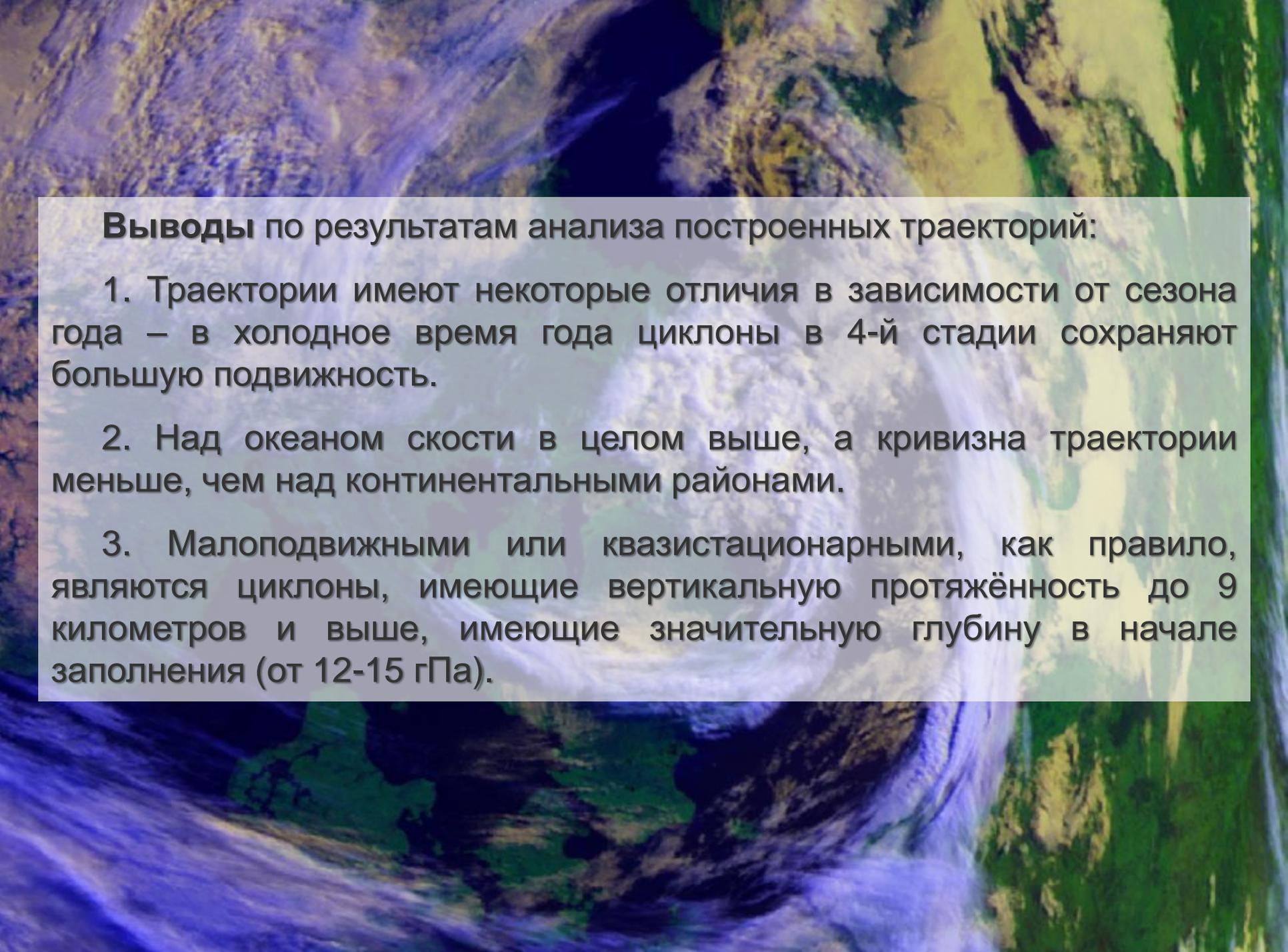
**Аэросиноптический материал** для определения характеристик циклонов:

восьмисрочные кольцевые карты отечественных и зарубежных метеорологических центров,

карты барической топографии до  $AT_{300}$ .



**Пример траектории перемещения центра заполняющегося циклона**



## **Выводы** по результатам анализа построенных траекторий:

1. Траектории имеют некоторые отличия в зависимости от сезона года – в холодное время года циклоны в 4-й стадии сохраняют большую подвижность.

2. Над океаном скорости в целом выше, а кривизна траектории меньше, чем над континентальными районами.

3. Малоподвижными или квазистационарными, как правило, являются циклоны, имеющие вертикальную протяжённость до 9 километров и выше, имеющие значительную глубину в начале заполнения (от 12-15 гПа).

## Прогностические уравнения на основе автокорреляции

$$S_{\Delta t} = aS_{t_{n_m}} + bS_{t_{k_p}} + \dots + cS_{t_{r_h}}$$

$$\Delta Az_{\Delta t} = d\Delta Az_{t_{n_m}} + g\Delta Az_{t_{k_p}} + \dots + j\Delta Az_{t_{r_h}}$$

$S_{\Delta t}$  - расчетное значение длины траектории перемещения центра циклона за промежуток времени  $\Delta t$ ;

$Az_{\Delta t}$  - расчетное значение изменения направления перемещения центра циклона за промежуток времени  $\Delta t$ ;

$S_{t_{x_y}}$  - фактическое значение длины траектории перемещения центра циклона за промежуток времени между сроками  $x$  и  $y$ ;

$\Delta Az_{\Delta t}$  - фактическое значение изменения направления перемещения центра циклона за промежуток времени между сроками  $x$  и  $y$ ;

$n, m, k, p, r, h$  - предшествующие сроки наблюдений;

$a, b, c, d, g, j$  - параметры уравнения.

# Сравнительная проверка результатов определения будущего положения центров внутритропических циклонов в четвёртой стадии развития



A satellite image of a tropical cyclone in its fourth stage of development, showing a well-defined eye and spiral cloud bands over a dark ocean surface. The image is used as a background for the title and table.

Показатель Метод	Минимальное отклонение, км	Максимальное отклонение, км	Среднее отклонение, км	Процентное отклонение, %
Линейная экстраполяция	40	240	147	44
Нелинейная экстраполяция	25	190	122	34
Авторский метод	20	110	75	16

An aerial photograph of a volcanic landscape. The central feature is a dark, circular crater with a white, snow-like interior. Surrounding the crater are extensive, dark, jagged lava flows that have spread across the terrain. The ground is a mix of dark volcanic rock, lighter-colored ash or sand, and patches of green vegetation. The overall scene is rugged and desolate.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**