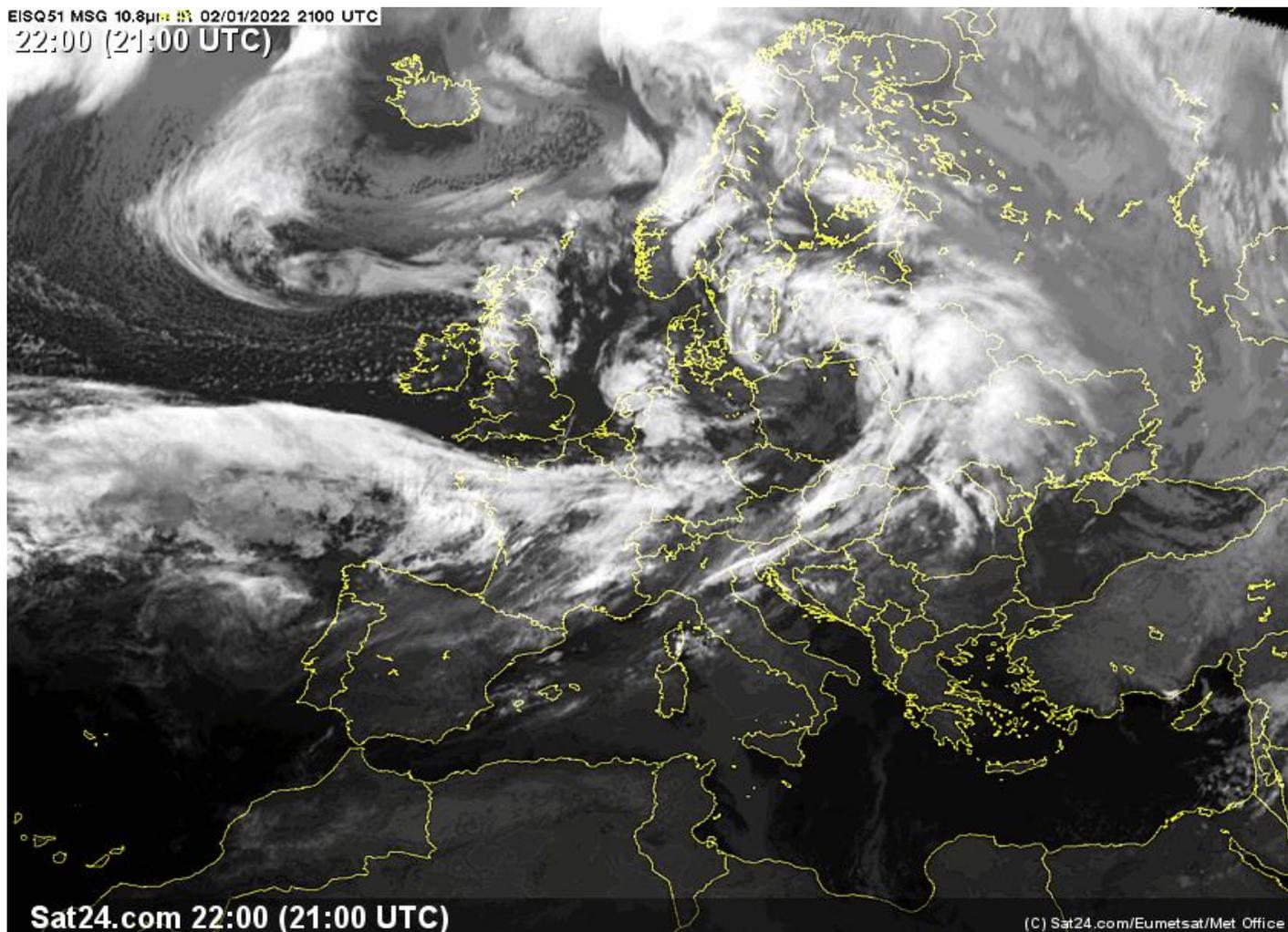


Военно-воздушная академия, Воронеж, Россия

**Частная методика анализа и прогноза
метеорологических условий на основе
данных специализированных
космических аппаратов**

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

Цель исследования - повышение качества метеорологического обеспечения авиации посредством разработки частных методик исследования метеорологических и синоптических объектов по данным специализированных космических аппаратов.



Восстановление значений характеристик облачных систем и зон осадков от термобарической структуры циклонов

Архивная выборка: период с мая по сентябрь 2010-2021 годов

Использовались:

- приземные карты погоды,
- карты барической топографии,
- аналоговые и цифровые спутниковые снимки (квазисинхронные наземным и аэрологическим наблюдениям).

С приземных карт снимались:

- значения пространственных размеров циклонов в продольном и поперечном направлениях, относительно его перемещения,
- значение минимального давления в центре циклона,
- наибольшие значения падения и роста давления в циклоне,
- наибольшая протяженность зоны осадков.

С карт барической топографии снималась:

- информация о минимальном значении геопотенциальной высоты стандартных изобарических поверхностей,
- значения максимальной скорости ветра в области замкнутой циклонической циркуляции на уровнях 850, 700, 500, 300 гПа,
- температура в центре замкнутой циркуляции на соответствующих уровнях.

Со спутниковых снимков снимались:

- протяжённости полей облачности в продольном и поперечном направлениях на тех же уровнях,
- минимальная яркостная температура на верхней границе облачности.

Примеры уравнений

Уравнение для определения протяженности зоны осадков:

$$L_{oc} = 14,87f_{500} + 7,11\Delta P_{zn} - 9,05T_{min} - 273,74, \quad (1)$$

где f_{500} – скорость ветра на уровне 500 гПа, м/с;

ΔP_{zn} – глубина циклона, гПа;

T_{min} – минимальная температура на верхней границе облака по данным измерения со спутника.

Уравнение для восстановления максимальной высоты облачности в центре циклона и на атмосферных фронтах:

$$H_{maxZn} = 33,92f_{300} - 149,54T_{min} - 5,61H_{500} + 3100,17, \quad (2)$$

где f_{300} – скорость ветра на уровне 300 гПа, м/с;

H_{500} – геопотенциальная высота изобарической поверхности 500 гПа, дм.

Определение направления и скорости перемещения опасных для авиации явлений погоды по спутниковым данным

Архивная выборка (период с 2012 по 2021 годы):

- направление и скорость перемещения атмосферных объектов, рассчитанные по методу ведущего потока на синоптических картах,
- направление и скорость перемещения этих же объектов по последовательным спутниковым снимкам.

Характерные объекты на космических снимках.

При внутримассовой обстановке:

- отдельные отметки от кучево-дождевых облаков, сформированные из них гряды и комплексы.

В зоне атмосферных фронтов:

- вершины волн,
- выраженные области циклогенеза,
- резко очерченные границы фронтальной облачности.

Период отслеживания данных объектов составил от 3 до 12 часов – большие сроки использовать нецелесообразно, поскольку претерпевает значительные изменения их конфигурация и не во всех случаях возможна достоверная идентификация.

Измерения направления и скорости перемещения синоптических объектов проводились с использованием электронной линейки, а расчеты с использованием специальной программы (рисунок 1).

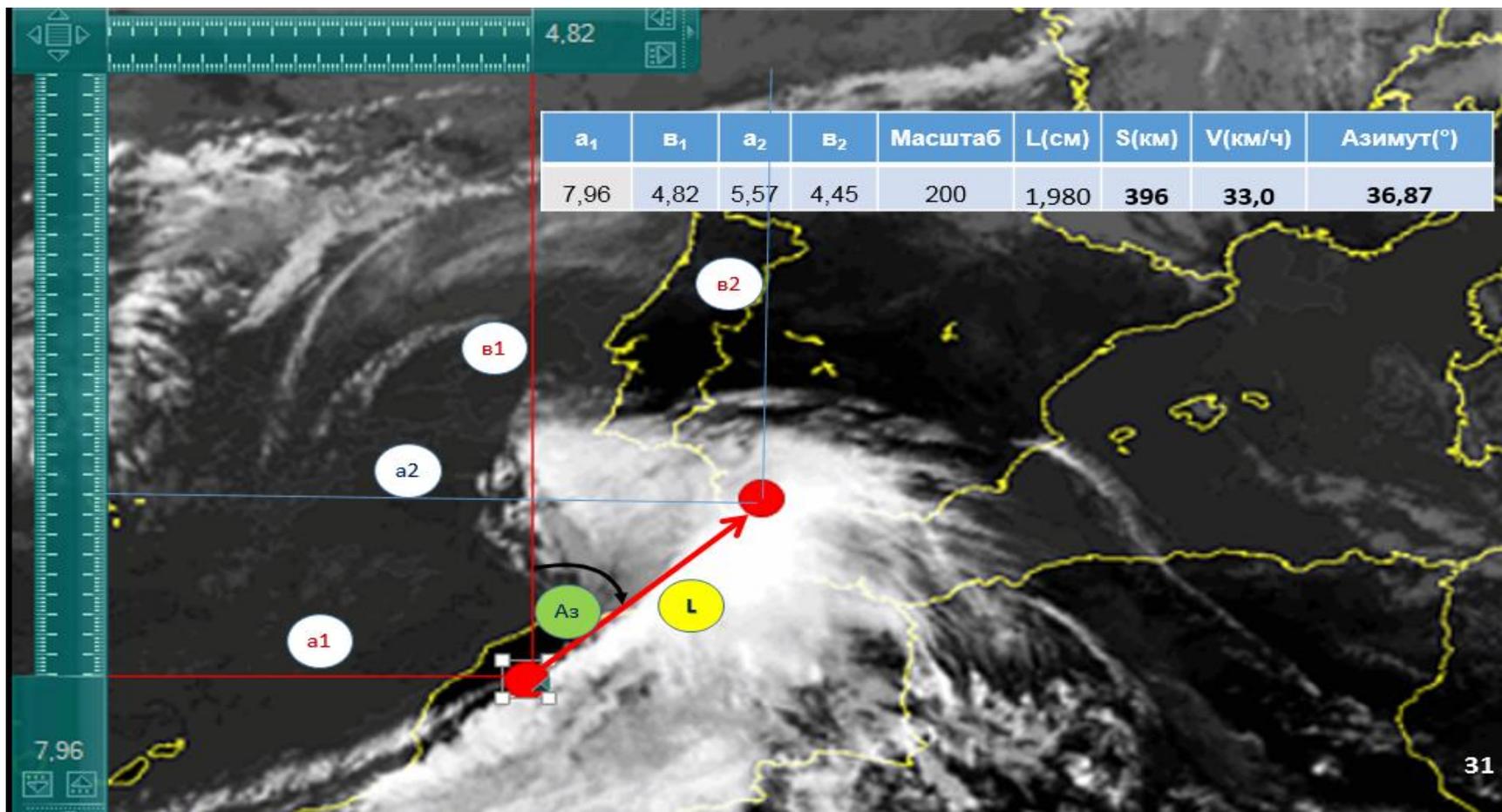


Рисунок 1 – Измерение расстояний на спутниковом снимке

В результате обработки сплошного ряда данных теплого сезона (июнь-сентябрь) за период с 2012 по 2021 годы установлено, что наблюдаемые с метеорологических космических аппаратов метеорологические и синоптические объекты в нижней части тропосферы (до 5-6 км) в целом перемещаются по ведущему потоку. Отклонения по направлению укладываются в пределах $\pm 20^\circ$ на протяжении всего периода с равновероятными реализациями знака отклонения (рисунок 2).

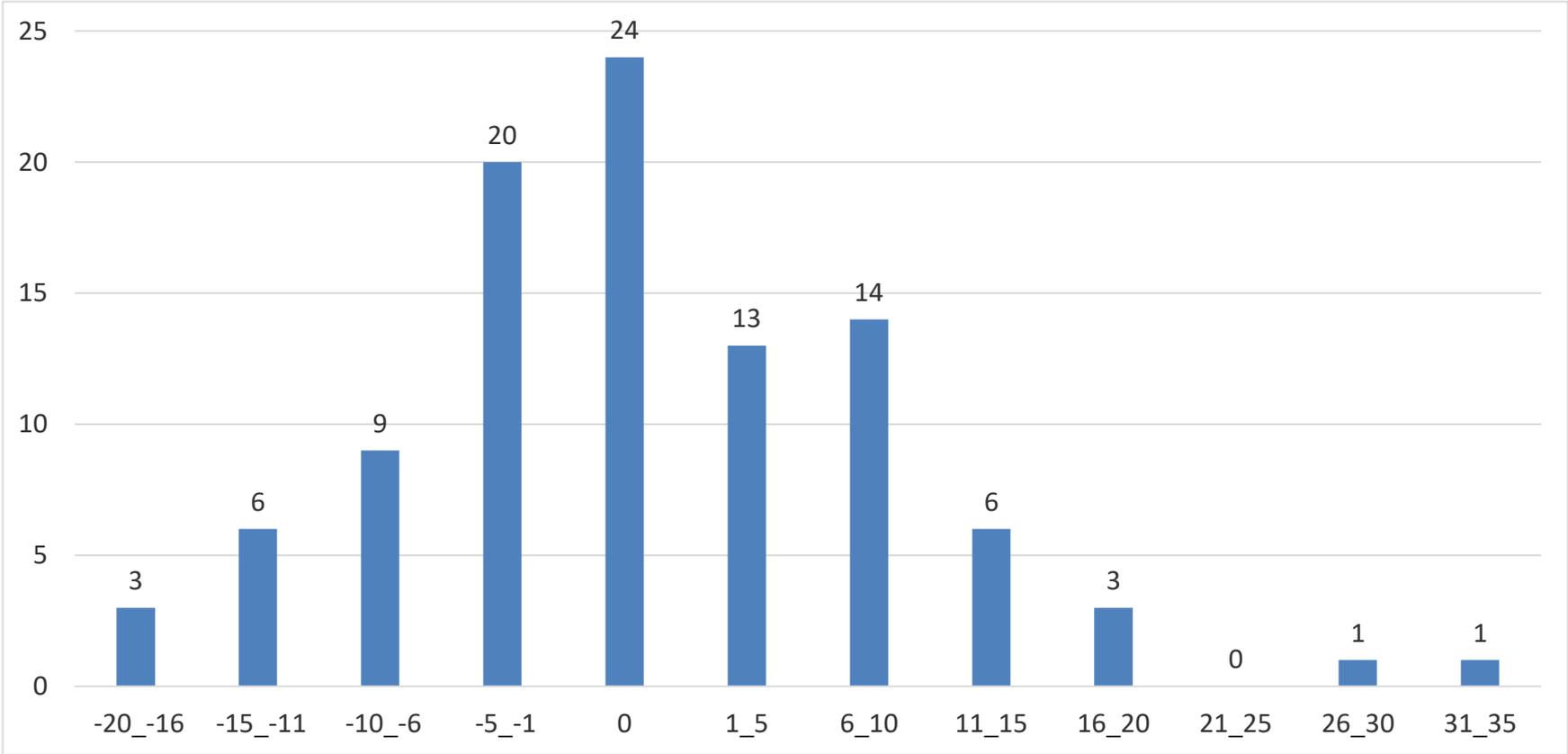


Рисунок 2 – Повторяемость отклонений направления переноса, (%)

По скорости перемещения циклонов отклонения, как правило, не превышают 10 км/ч с выраженным смещением в сторону завышения скорости (рисунок 3).

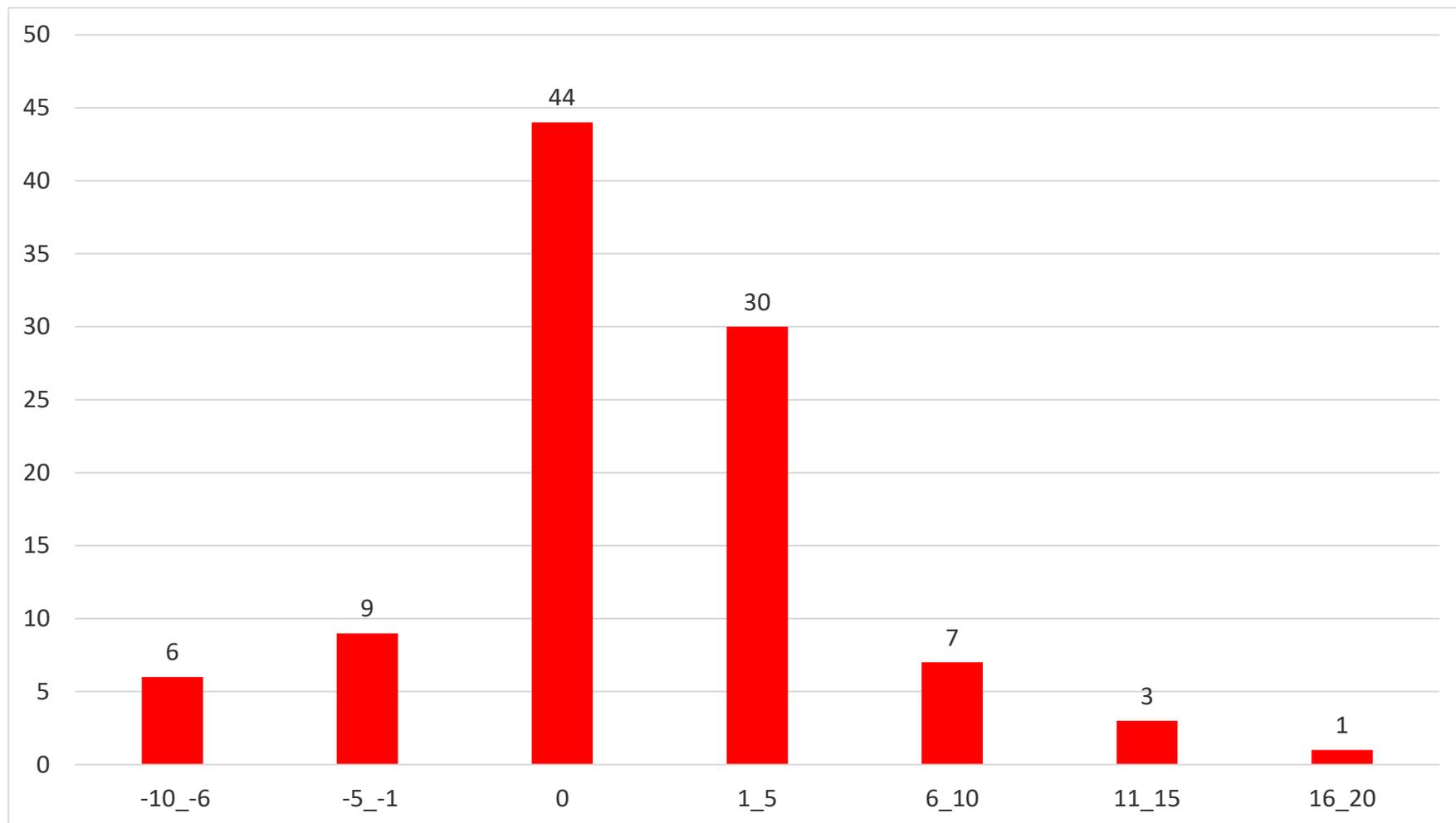


Рисунок 3 – Повторяемость отклонений направления переноса, (%)

Расчетные данные по представленной методике дают более точные результаты по сравнению с расчетами по ведущему потоку (рисунки 4, 5).

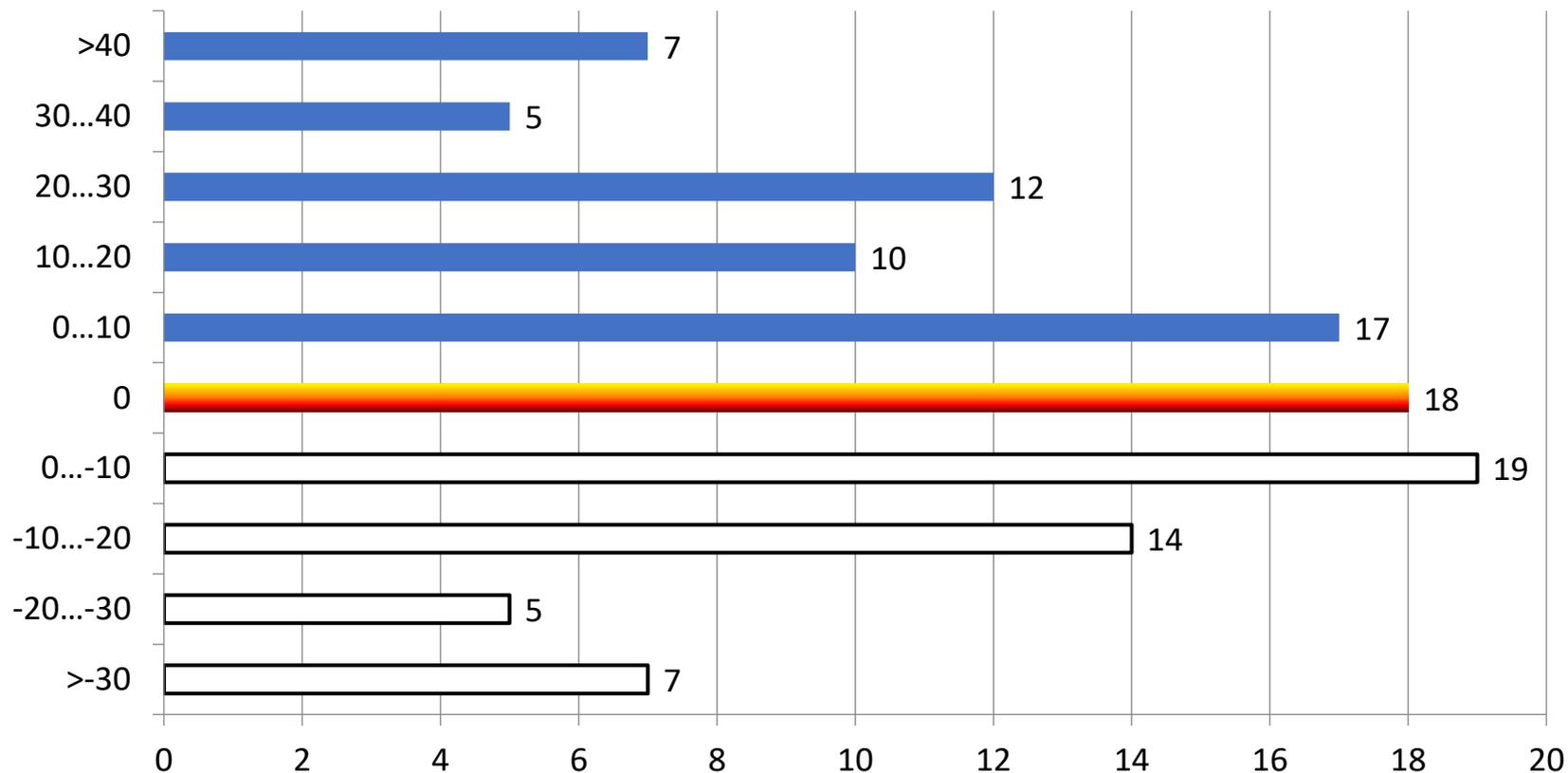


Рисунок 4 – Сравнительная точность расчетных данных с методом ведущего потока, % (относительно фактического направления перемещения объектов)

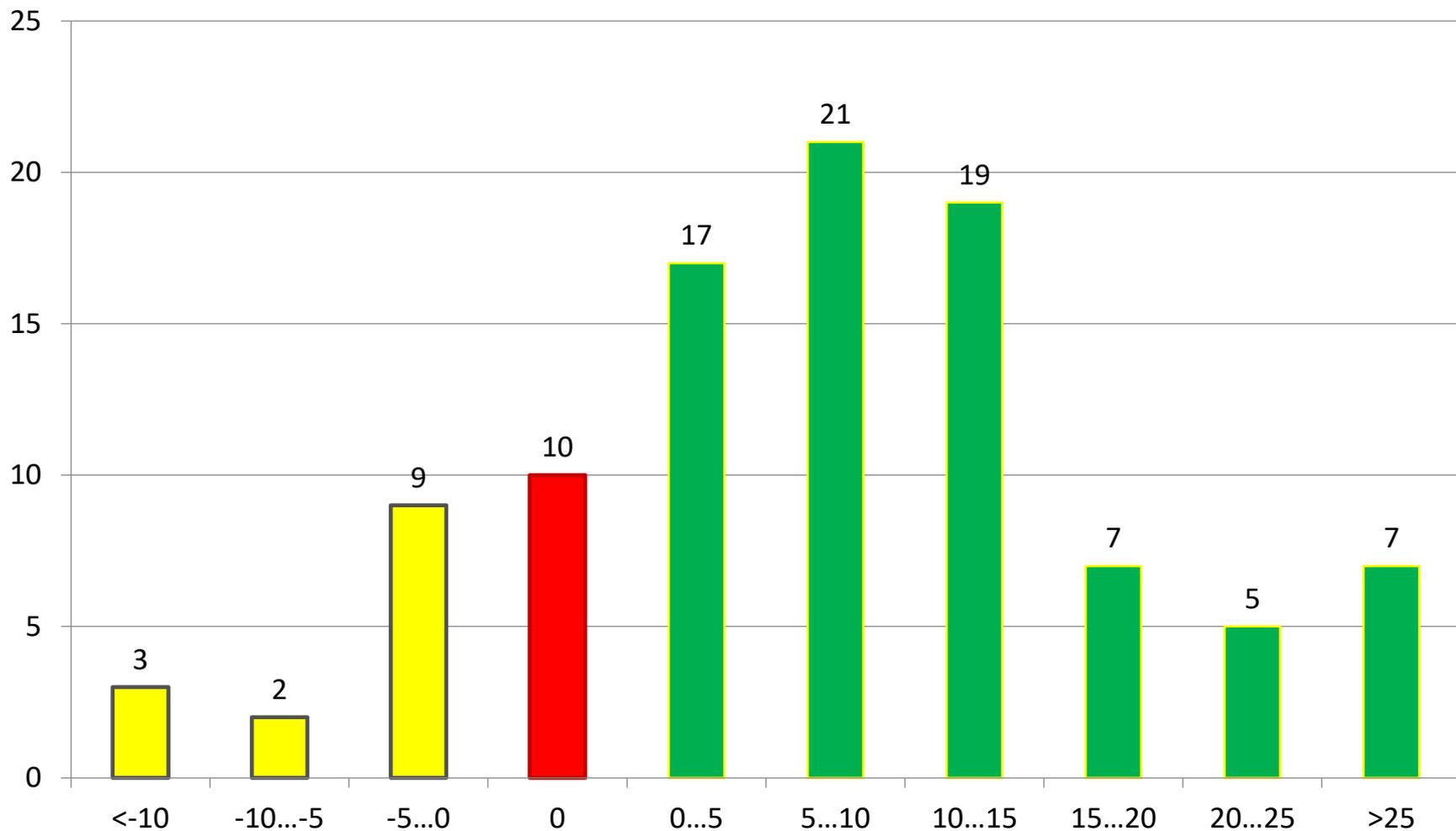


Рисунок 5 – Сравнительная точность расчетных данных с метода ведущего потока, % (относительно фактической скорости перемещения объектов)

Методика исследования метеорологических и синоптических объектов по данным специализированных космических аппаратов, отработанная в процессе выполнения работы состоит из следующих этапов.

На первом (предварительном) этапе производится:

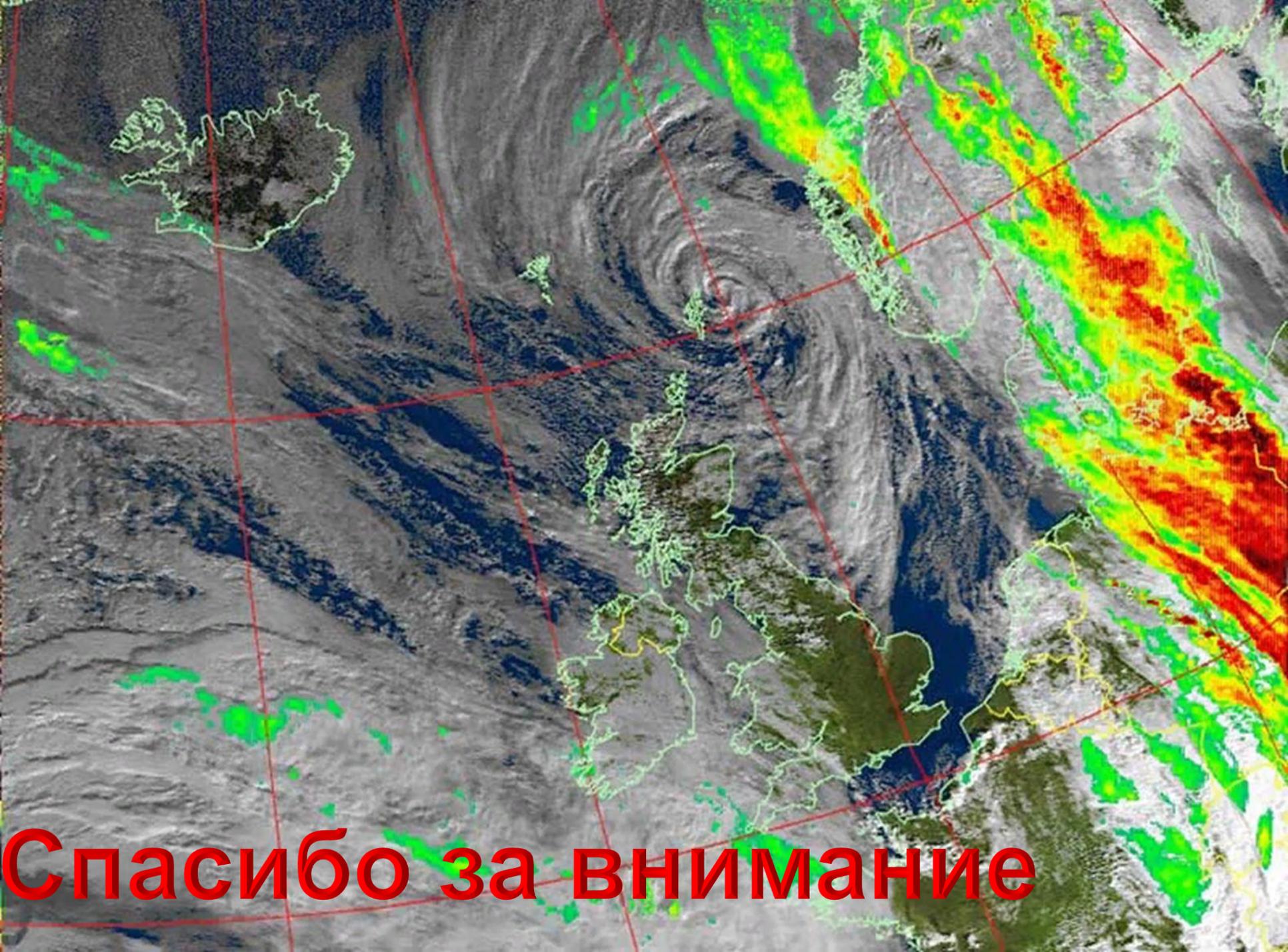
1. Уяснение задачи и получение необходимой метеорологической информации;
2. Подбор данных спутникового метеорологического мониторинга.

Второй (подготовительный) этап включает:

3. Настройку программного обеспечения;
4. Определение структуры облачности, синоптических объектов и связанных с ними опасных для авиации явлений погоды графоаналитическим способом;
5. Обработка цифровой спутниковой информации с помощью специализированного программного обеспечения и получение параметров протяженности облачных систем, определение значений температуры верхней границы облачности, определение количества облачности, влажности облачного слоя, а при необходимости и других характеристик.

На третьем (прогностическом) этапе производится:

6. Применение частных методик восстановления и прогнозирования характеристик синоптических объектов и метеорологических величин с использованием спутниковой информации (например методик, представленных в данной работе);
7. Введение необходимых поправок (при необходимости) на местные физико-географические особенности, сезонные факторы и особенности синоптических процессов.
8. Комплексование результатов расчётов с данными наземных и аэрологических наблюдений и сопутствующим положением и характеристиками исследуемых объектов, полученных по другим источникам (карты погоды, данные радиолокационных и аэровизуальных наблюдений);
9. Составление адаптированного к задачам потребителя прогноза погоды с учетом информации, полученной с помощью метеорологического дешифрирования данных наблюдений (измерений) с метеорологических космических аппаратов.



Спасибо за внимание