

# **Прогноз ветра и связанных с ним явлений погоды**



# Последовательное приближение расчетной скорости ветра к реальной

**Геострофический ветер** – выше слоя трения  
при малой кривизне потока

**Градиентный ветер** – выше слоя трения при  
большой кривизне потока (молодой циклон)

**Геострофический ветер с поправкой на трение** –  
у земной поверхности:

$$V = V_{\text{геостр.}} K$$

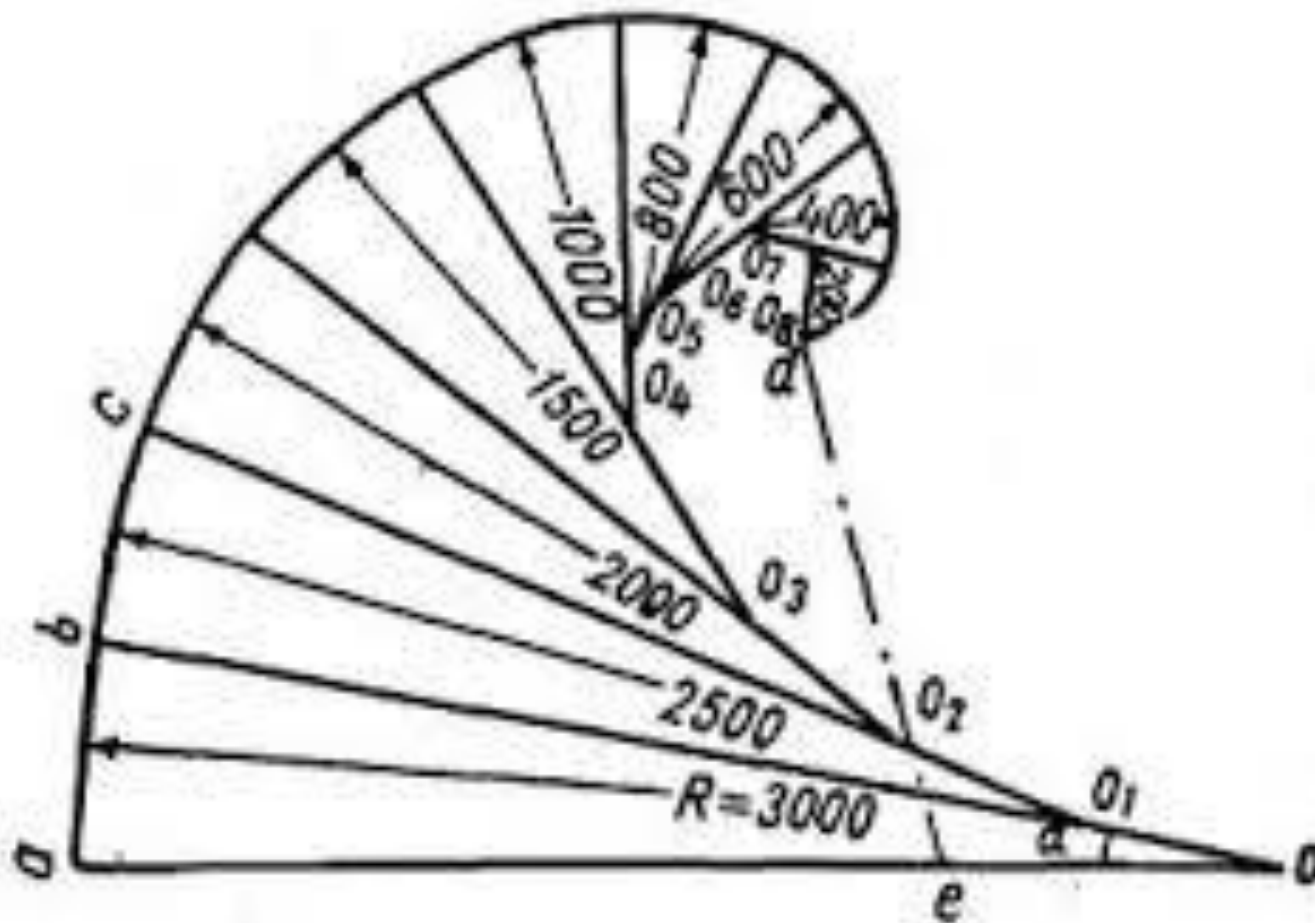
Эти приближения позволяют рассчитать **среднюю  
скорость** ветра на весь срок прогноза

## Для прогноза ветра учитывают:

- Изменение барического градиента
- Изменение термодинамической устойчивости воздушной массы в приземном слое (с возрастанием неустойчивости в ветер в приземном слое усиливается, а его направление приближается к направлению геострофического ветра)
- Усиление ветра при прохождении атмосферного фронта
- Суточный ход ветра (днем усиление, ослабление ночью, зависимость от суточного хода температуры и неустойчивости воздушной массы)
- Влияние орографии поверхности
- Кривизна траекторий движения воздуха (циклоническая –ослабляет ветер, антициклоническая- усиливает)
- Отклонение ветра от изобар

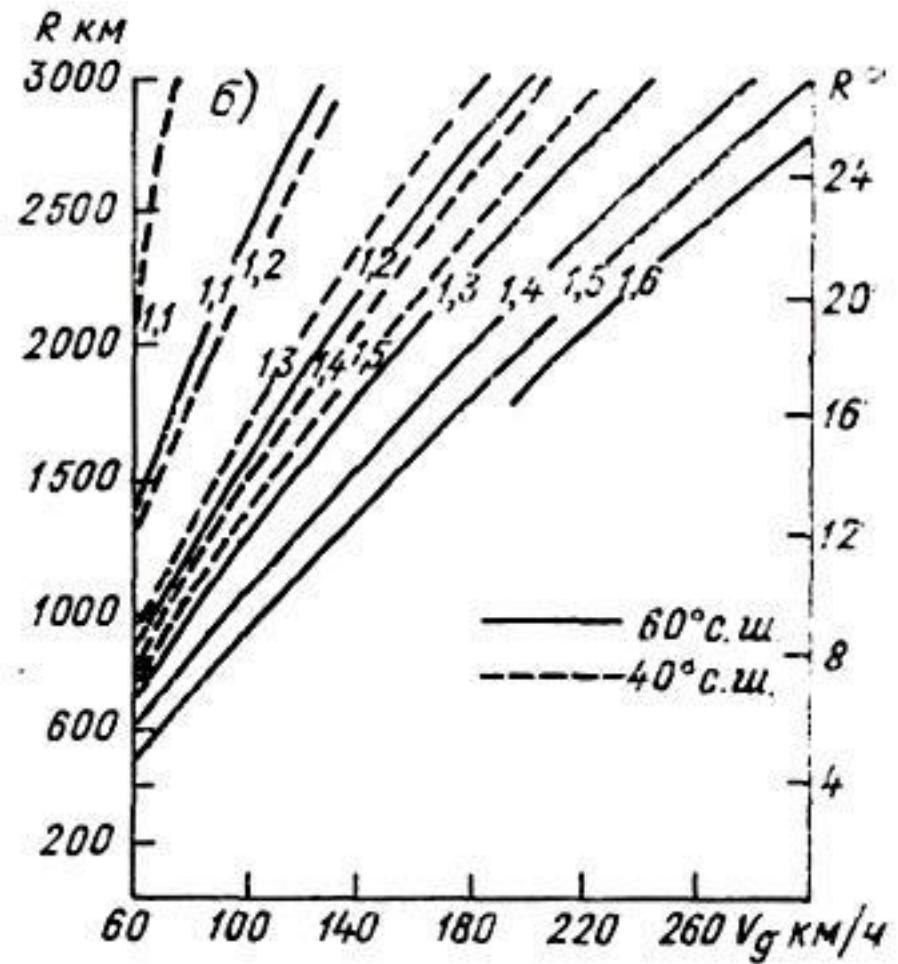
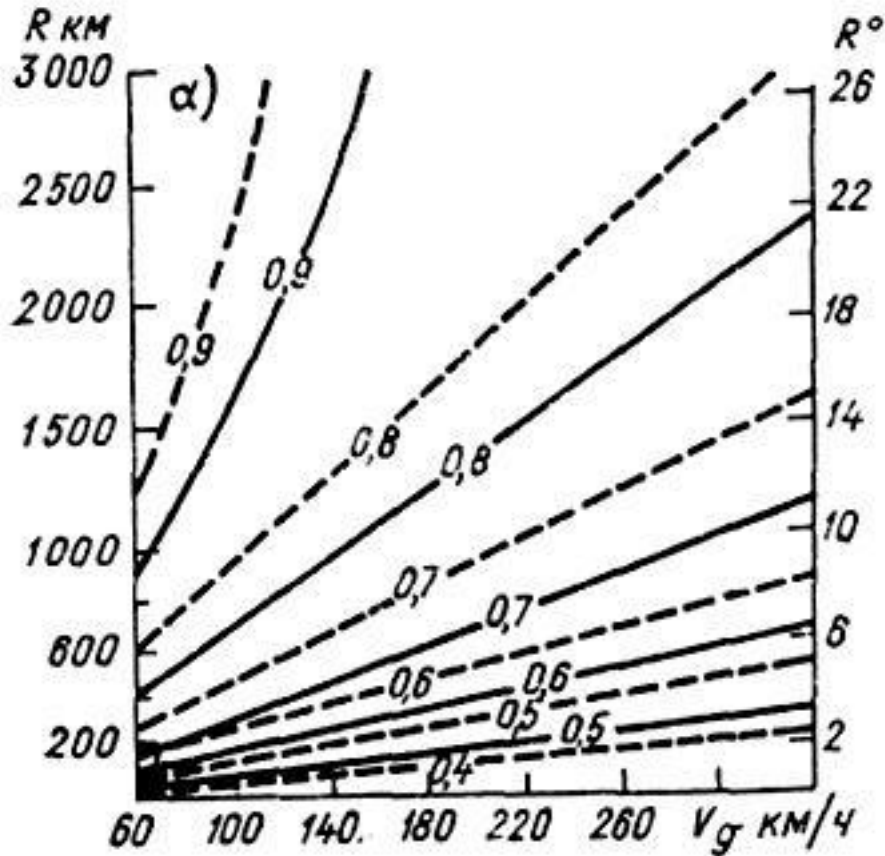
**Прогноз ветра базируется на прогнозе градиента давления, на основании которого рассчитывают геострофический ветер**

Прогноз ветра в свободной атмосфере рассчитывают по прогностическим картам, как скорость геострофического ветра. При большой кривизне изогипс переходят от геострофического ветра к градиентному.



«Улитка»

## Прогноз ветра в свободной атмосфере



**Номограммы для определения коэффициентов перехода от геострофического ветра к градиентному при циклонической (а) и антициклонической (б) кривизне изогипс.**

$R$  - радиус кривизны изогипс в километрах и градусах меридиана,  $V_g$  - скорость геострофического ветра.

# **Прогноз ветра у поверхности земли**

**Расчет средней скорости ветра  
с учетом особенностей синоптической  
ситуации по методу Е.П.Веселова**

$$V = V_1 + \Delta V_{кр} + \Delta V_{фр} + \Delta V_{нс} + \Delta V_{обм} + \Delta V_{кв},$$



# Дипломный проект

## «Анализ характеристик полярных мезовихрей в районе бухты Тикси»

Выполнила: Л.С. Волкова  
гр: М-63

Руководитель: Ю.В. Ефимова к.г.н., доцент



# Цель работы:

- анализ характеристик полярных мезовихрей в районе бухты Тикси
- анализ и сравнение различных методов прогноза штормового ветра в полярных циклонах
- исследование энергетических характеристик полярных циклонов (спиралевидность атмосферных потоков)



# ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Архив штормовых ситуаций по фактическим синоптическим картам и снимкам искусственного спутника земли за период с 2013 по 2016 год

*данные получены с АПК МИТРА  
ГИСМетео и с АПК «Лиана»*



# Методы прогноза ветровых характеристик

- Метод Е. П. Веселова
- Метод М. А. Мастерских
- Метод барического градиента



## Метод Е.П.Веселова:

$$V = V_1 + \Delta V_{кр} + \Delta V_{фр} + \Delta V_{нс} + \Delta V_{обм} + \Delta V_{кв}$$

**кв**

где  $V$  – ожидаемая максимальная скорость ветра при порывах;

$V_1$  – основная слагающая скорости ветра, зависит от барического градиента и определяется по графикам с учетом некоторых физико – географических условий по значению  $\Delta P_0$  гПа / 300 км.

Остальные слагаемые – поправки:

$\Delta V_{кр}$  – поправка на резко выраженную антициклоническую кривизну, равную  $0.3 \Delta P_0$  гПа / 300 км;

Поправки на максимальные порывы:

$\Delta V_{фр}$  – поправка на влияние атмосферных фронтов, 2 м/с;

$\Delta V_{нс}$  – поправка на нестационарность барического поля (таблица);

$\Delta V_{обм}$  – поправка на межуровенный обмен;

$\Delta V_{обм} = 0.6 (V_{max} - V_0)$ ;

$V_0$  – скорость ветра, полученная от суммы:

$V_1 + \Delta V_{кр} + \Delta V_{фр} + \Delta V_{нс}$  ;

$\Delta V_{кв}$  – поправка на влияние конвективных нисходящих движений.

# Метод М.А.Мастерских

$$V_3 \approx 0.7 \sqrt{25 \times (\Delta P^2 + \alpha^2 \Delta t^2) + 64} \quad (1)$$

где:  $\Delta P$  – барический градиент ( гПа / 111 км)

$\Delta t = t_1 - t_{50}$  ; разность между ожидаемыми приземными температурами в пункте, для которого разрабатывается прогноз, и в холодном воздухе на расстоянии 50 км от этого пункта, °С/50км;

$\alpha$  – переводной множитель (в гПа / градус) равный 1;

0.7 – коэффициент трения;

При  $\Delta P < 2$  гПа / 111 км формула (1) имеет вид :

$$V_3 \approx 0.7 \times \sqrt{25 \times (P^2 + 0.25 \alpha^2 \Delta t^2) + 64}$$



# Метод барического градиента

тип процесса	первая половина процесса	Вторая половина процесса	Общая для всех типов процессов
<b>западный</b>	<b><math>V=5\Delta P-3\text{м/с}</math></b>	<b><math>V=5\Delta P+3\text{м/с}</math></b>	<b><math>V=(5+0.4\Delta t)\Delta P</math></b>
<b>южный, северо-восточный</b>	<b><math>V=6\Delta P-3\text{м/с}</math></b>	<b><math>V=6\Delta P+3\text{м/с}</math></b>	
<b>юго западный</b>	<b><math>V=7\Delta P-3\text{м/с}</math></b>	<b><math>V=7\Delta P+3\text{м/с}</math></b>	

$V$  – скорость ветра,  $\Delta P$  – барический градиент

Результат прогностических расчетов ветровых характеристик по синоптической ситуации 26 ноября 2013 года

Метод Е.П.Веселова – 30-35 м/с

Метод М.А.Мастерских – завышает – 50 м/с

Метод барического градиента - 20-25м/с

Фактические порывы ветра в зоне мезовихря  
32 – 37 м/с

# Кацусика Хокусай. Порыв ветра

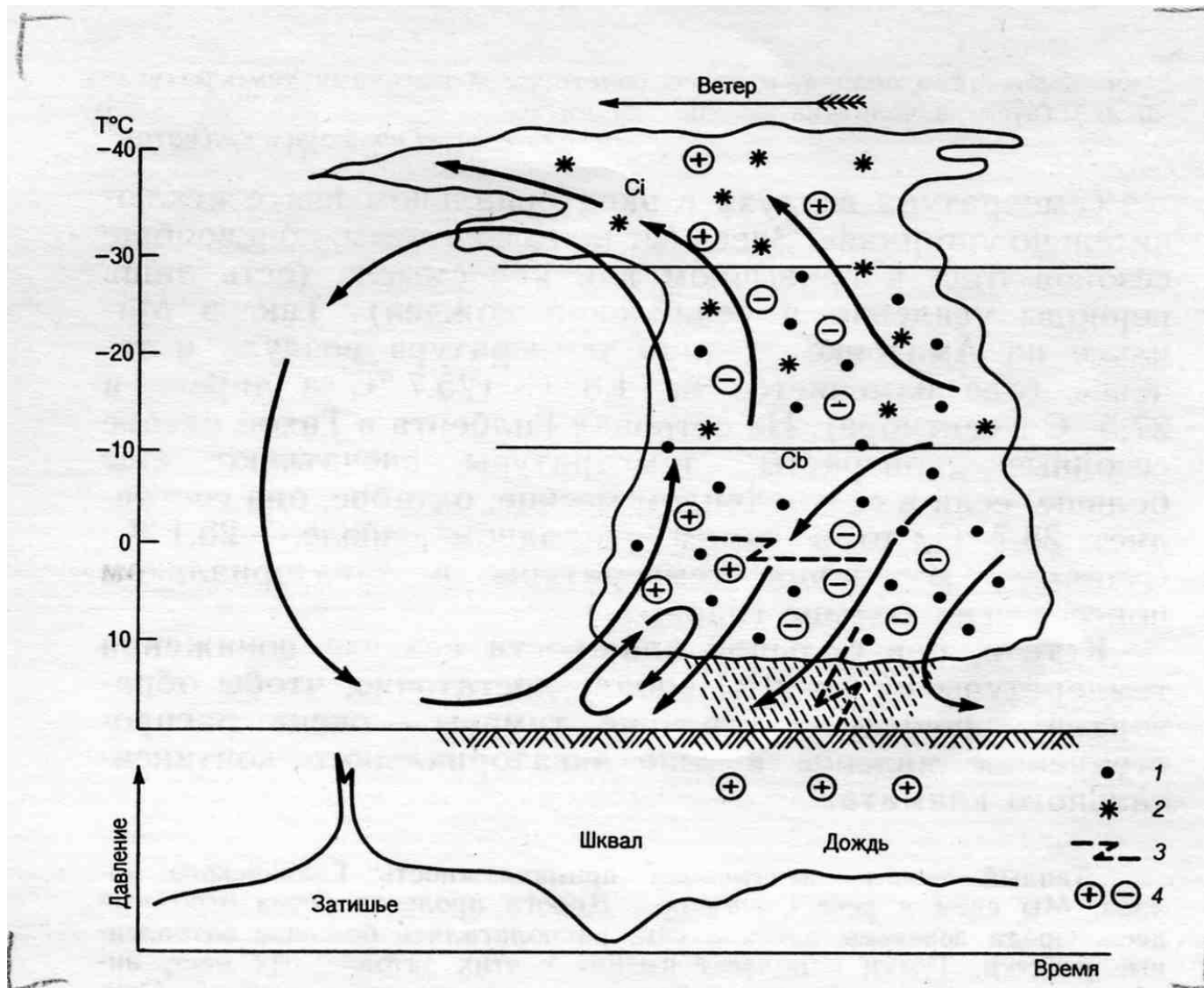


# Прогноз шквала

**Шквал** – резкое кратковременное усиление скорости ветра до 20 м/с и более, возникающее в кучево-дождевых облаках фронтального или внутримассового происхождения

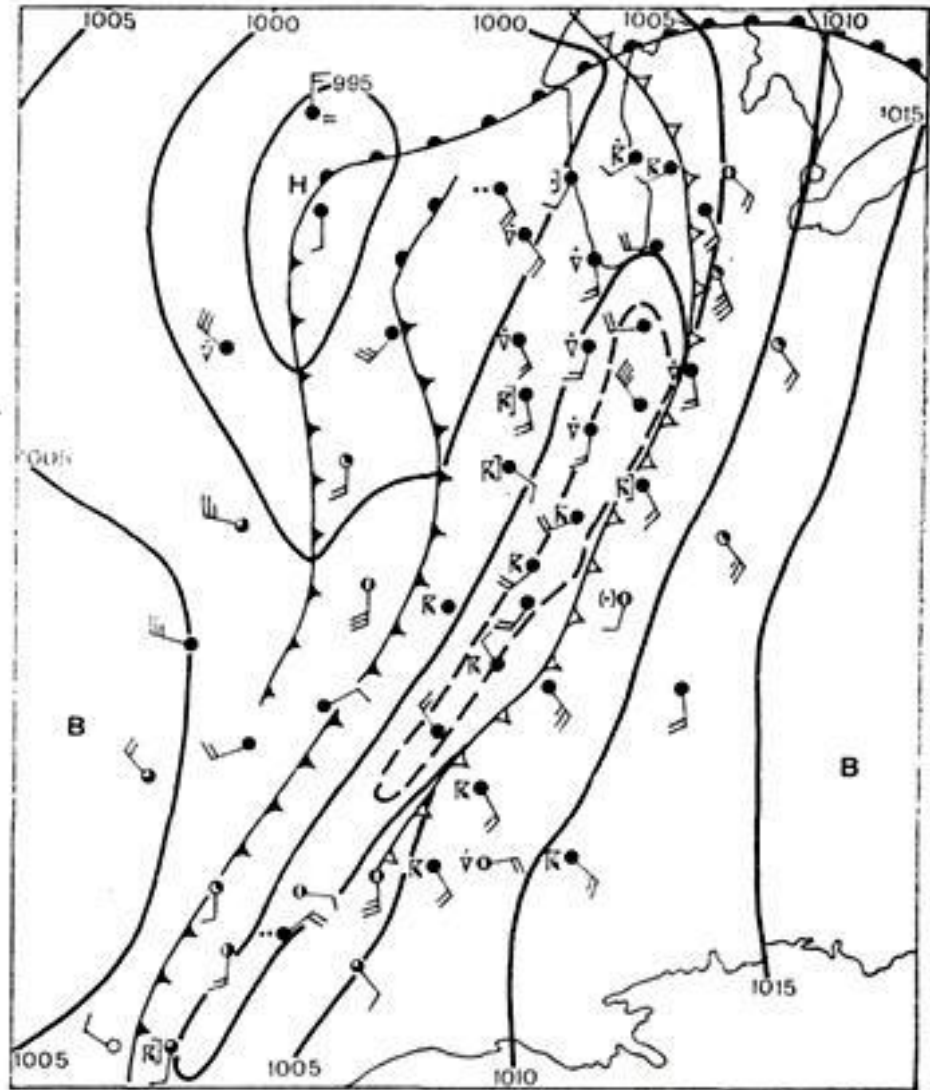


# Формирование шквального ворота в кучево-дождевом облаке





Шквалы связаны с облаками Сb  
Скорость восх. движений 20-30 м/с  
Температура -10 -20 С



**Пример фронтальной линии шквала с мезомасштабным антициклоном.**

# Облака шквального ворота *Cumulonimbus arcus*



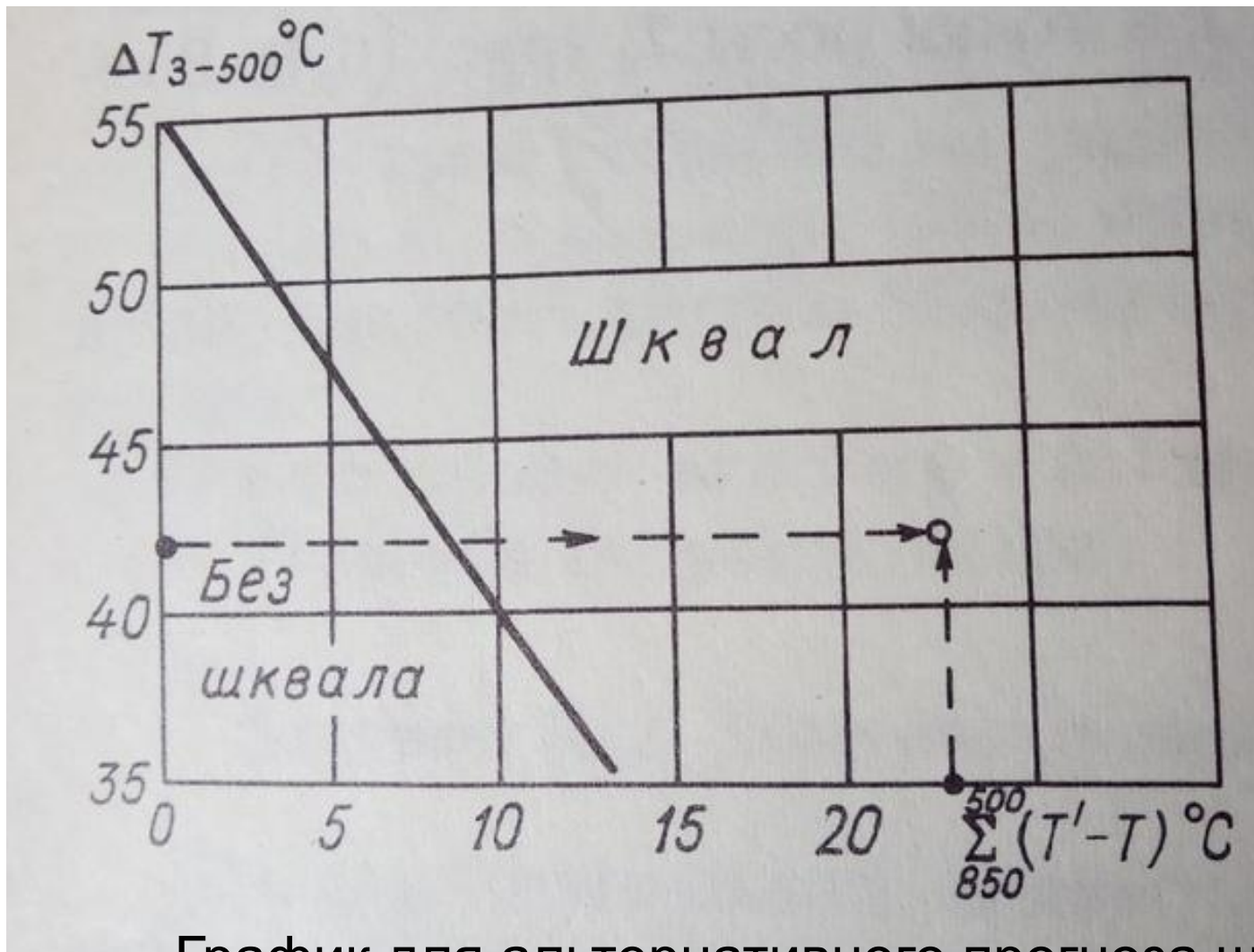


График для альтернативного прогноза шквала  
Метод Решетова

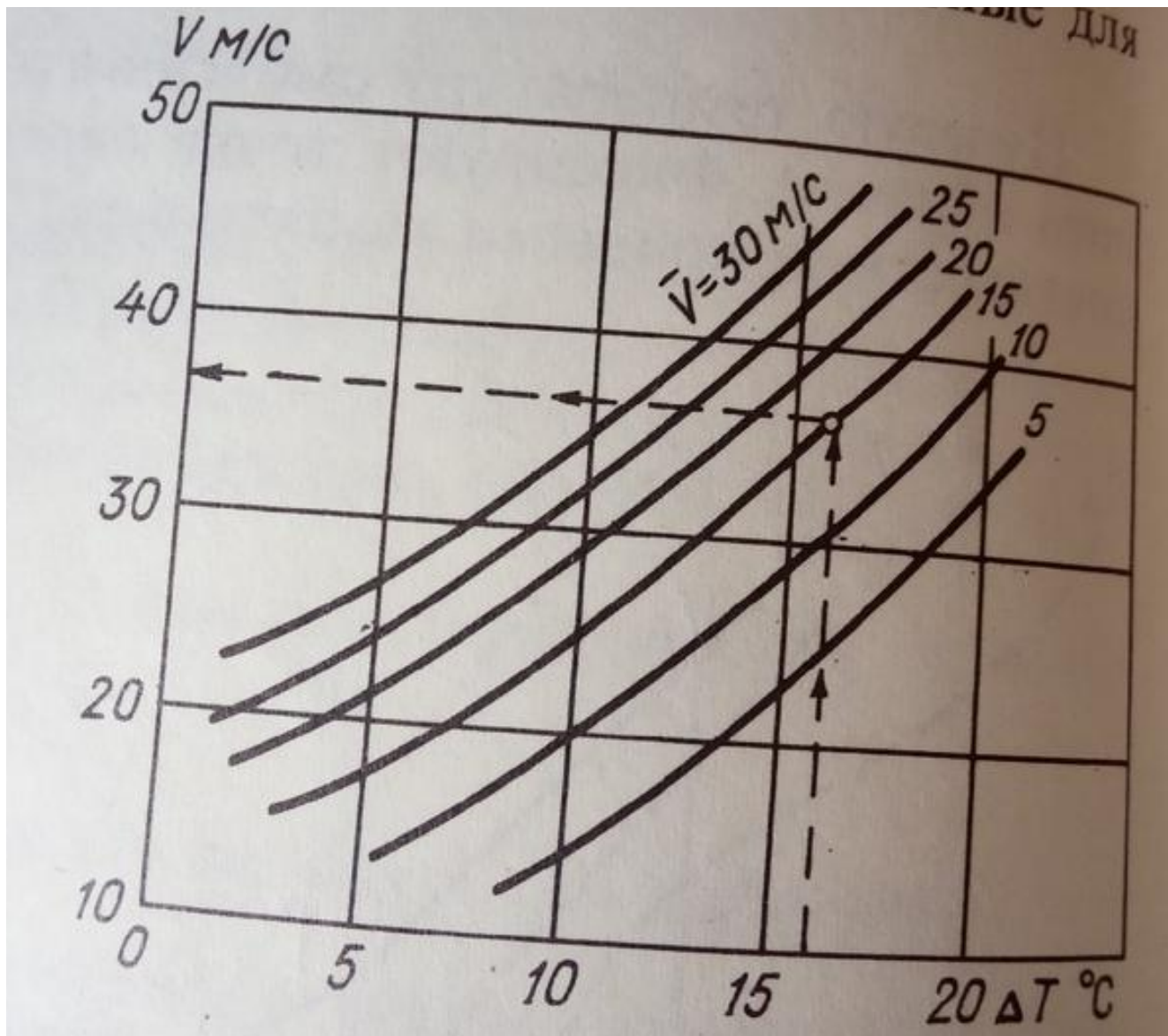
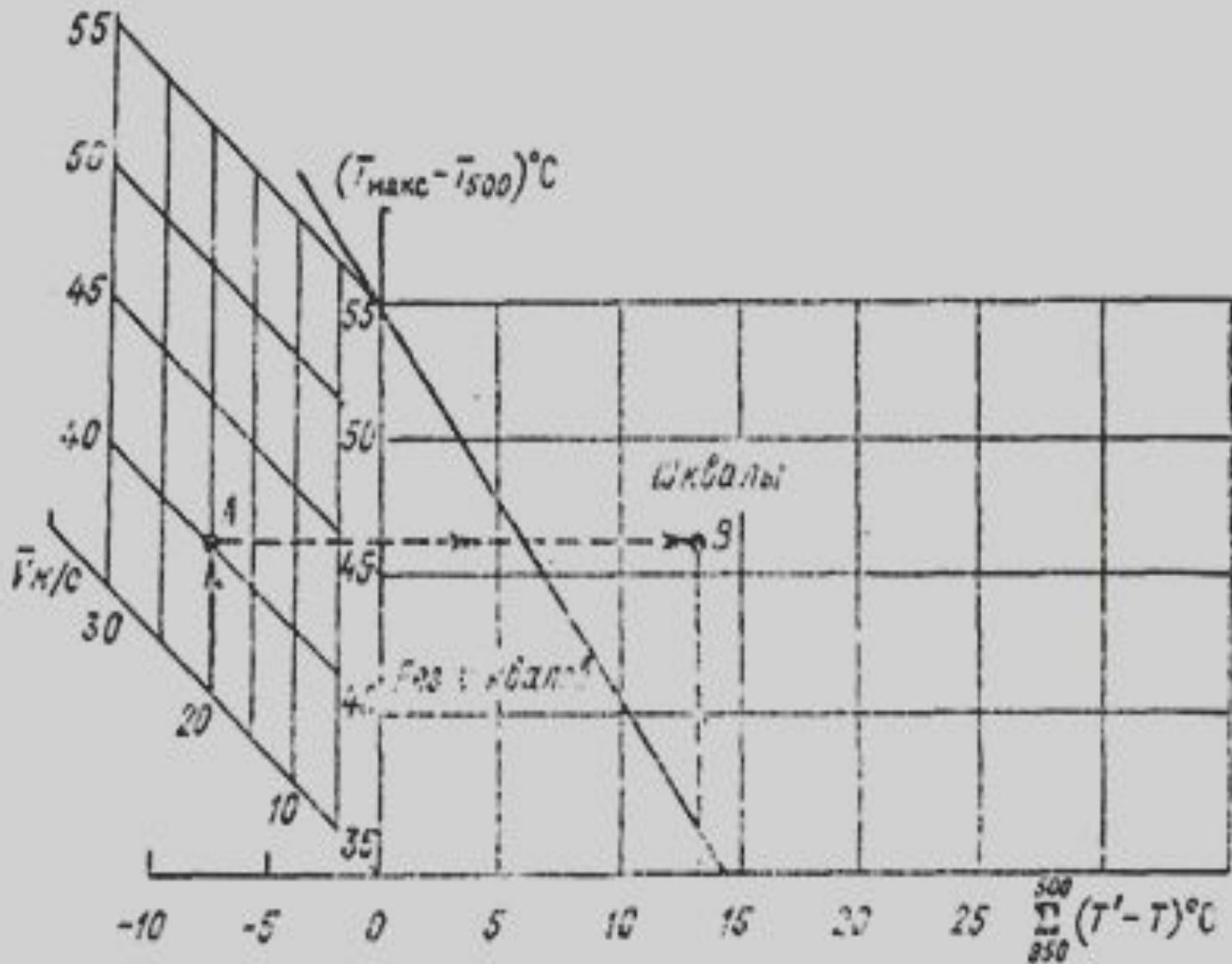
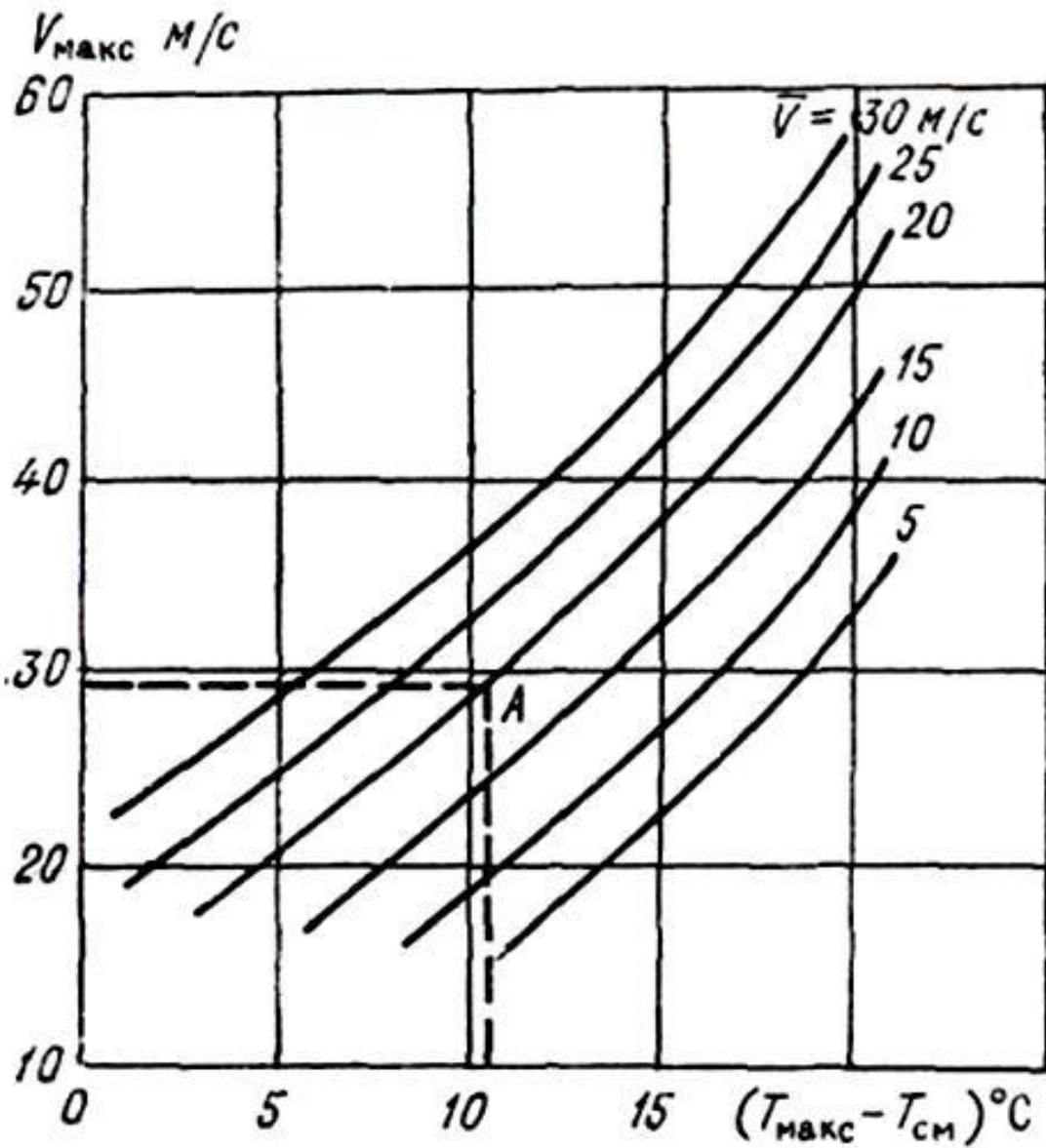


График для прогноза скорости ветра при шквале  
Метод Решетова



**График Г.Д. Решетова для  
 альтернативного прогноза шквала.  
 Стрелками показан порядок расчета.**





**График Г.Д. Решетова для прогноза максимальной скорости ветра при шквале.**

# Шквал. Дж.Тернер. 1796.



**Выбор предикторов  
в синоптико-статистических  
схемах прогноза явлений погоды  
на примере прогноза шквалов**

**Оправдываемость (%) разделения ситуаций с шквалом и без шквала по дискриминантным функциям с различным набором предикторов.**

Предикторы	Оправдываемость разделения
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва})$	60
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва}), T_{кв}$	62
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва}), T_{кв}, \Delta H$	86
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва}), T_{кв}, \Delta H, H_{кд}$	88
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва}), T_{кв}, \Delta H, H_{кд}, H_{кв}$	82
$(T - T_{см}), (\gamma - \gamma_{ва}), T_{кв}, \Delta H, H_{кд}, H_{кв}, \sum_{850}^{500} (T' - T)$	59



# Основное правило разработки новых синоптико-статистических методов прогнозов явлений погоды

В целях создания успешных методов  
прогноза явлений погоды необходимо  
привлекать для их разработки  
оптимальное количество физически  
обусловленных предикторов