



# Прогноз осадков

(морозящих, обложных и ливневых)


Для прогноза синоптического метода осадков необходимо учитывать:


 Прогноз появления, перемещения и эволюции облаков, дающих осадки

 Прогноз перемещения и эволюции уже существующей зоны осадков в зависимости от эволюции облачной системы и эволюции барического образования, с которой связана эта облачная система

 Прогноз положения изотермы  $-10^{\circ}\text{C}$  относительно верхней границы облаков

**Вид осадков** предсказывается с учетом ожидаемой температуры воздуха у поверхности земли и высоты изотермы  $0^{\circ}\text{C}$ .

 при высоте нулевой изотермы более 500 м и температуре в приземном слое выше  $3^{\circ}\text{C}$ , выпадает только **дождь**

 при высоте нулевой изотермы ниже 500 м и температуре в приземном слое ниже  $3^{\circ}\text{C}$ , выпадает **снег** или **мокрый снег**

## Прогноз моросящих осадков

Моросящие осадки выпадают преимущественно в холодное время года или в переходные сезоны из низких слоистых облаков, которые образуются в теплых устойчивых воздушных массах и в зонах размытых атмосферных фронтов.

**Прогноз мороси** основан на учете перемещения уже существующей зоны осадков по ведущему потоку на поверхности 850 гПа и ее эволюции.

- ✓ Перемещение зон моросящих осадков, связанных с теплым сектором Zn, соответствует перемещению этого Zn.
- ✓ Если осадки наблюдаются на периферии Az, то перемещение их зоны происходит вместе с Az и внутри него по направлению градиентного ветра.

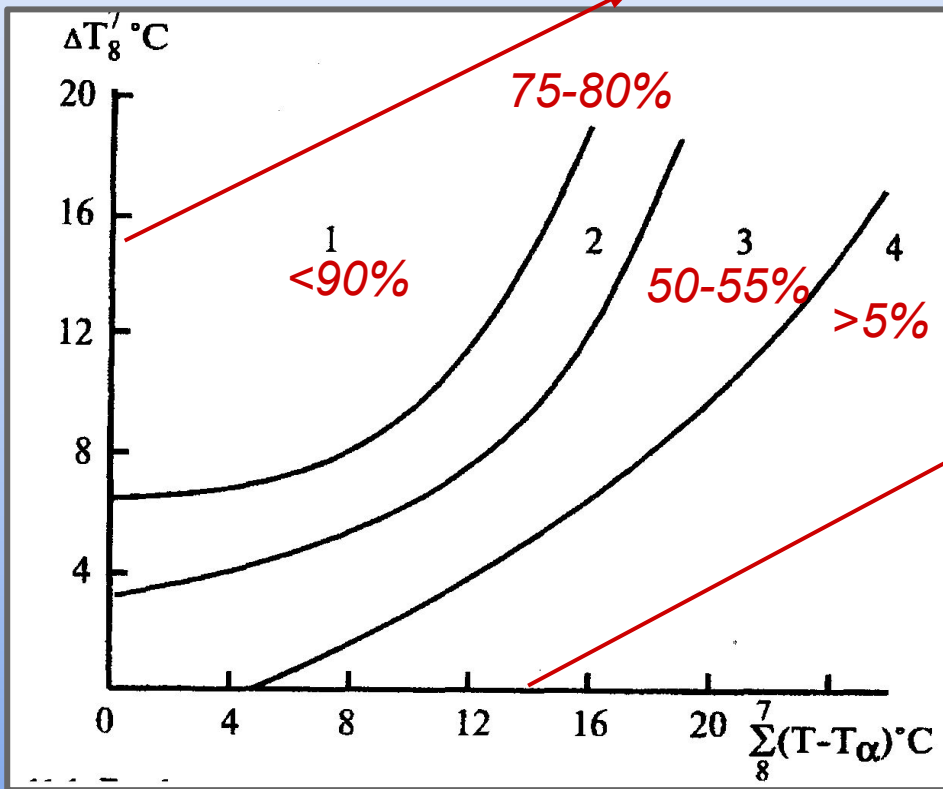
## Прогноз обложных осадков

Обложные осадки выпадают в основном из высоко-слоистых (редко) и слоисто-дождевых облаков. Поля обложных осадков имеют обычно смешанную структуру и большую вертикальную мощность.

Наиболее благоприятными для формирования зон обложных осадков являются следующие синоптические ситуации:

- ✓ зоны теплых фронтов
- ✓ фронтов окклюзии
- ✓ медленно движущихся холодных фронтов
- ✓ в холодный период — области высокого давления при наличии подынверсионной слоистой или слоисто-кучевой облачности

разность температур на уровнях 850 и 700 гПа



Сумма дефицитов точки росы на уровнях 850 и 700 гПа

Рис. 1. График для определения летних осадков для Новосибирска

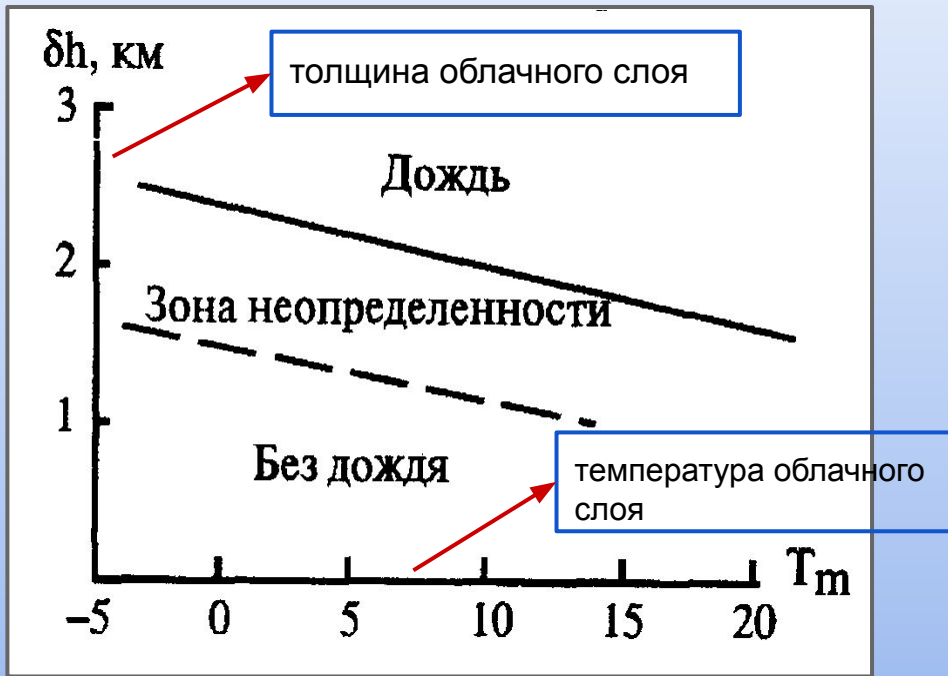


Рис. 2. График для оценки возможности выпадения дождя по толщине облаков средней температуры облачного слоя

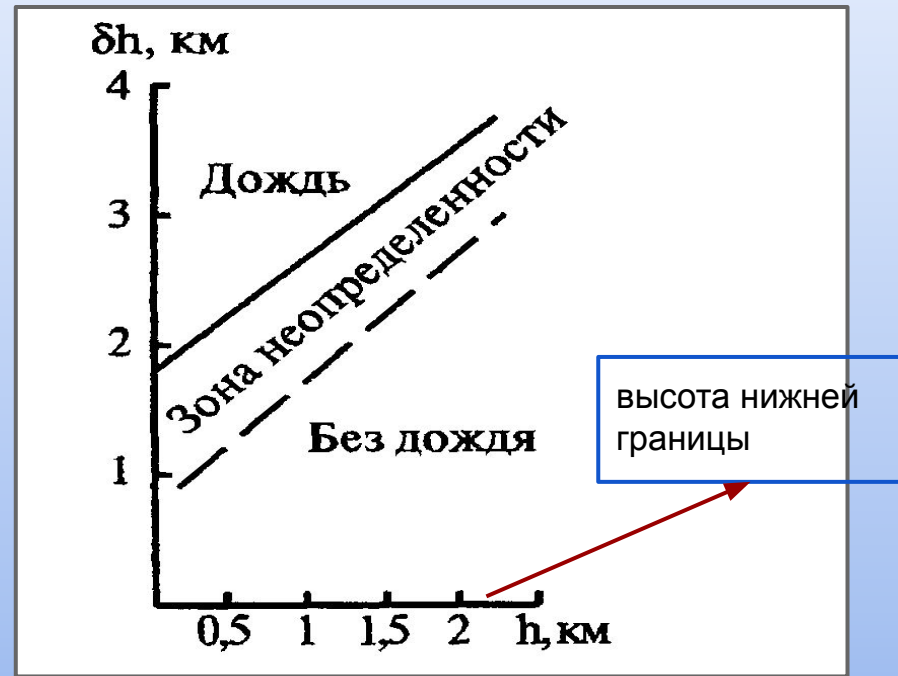
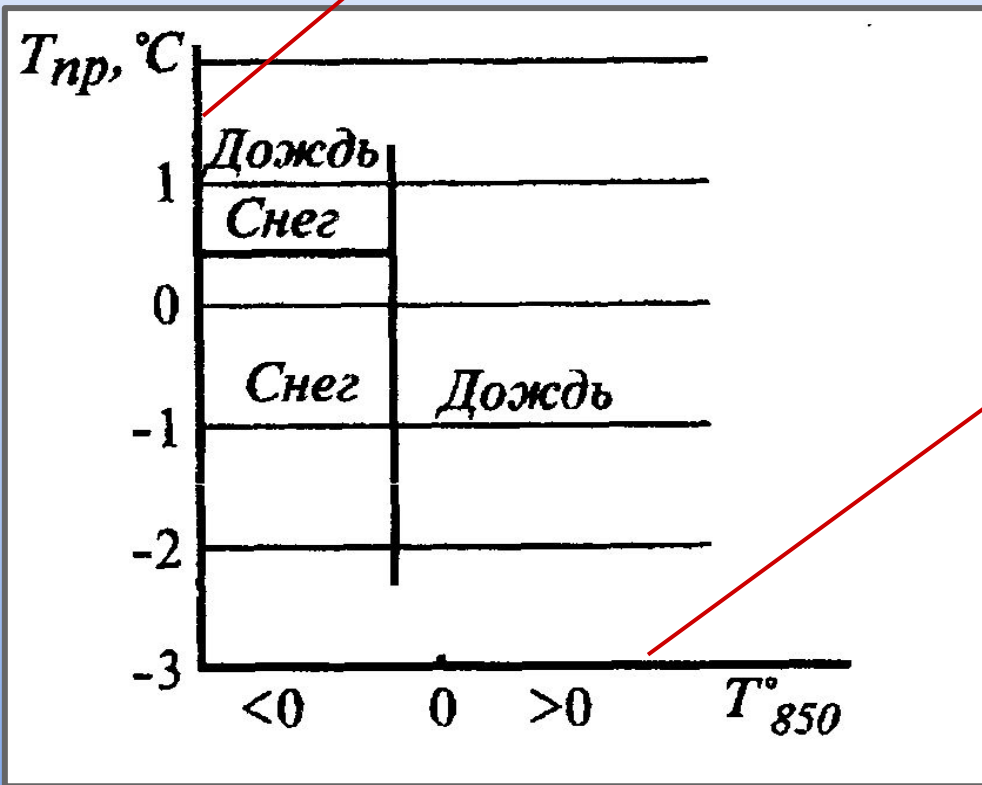


Рис. 3. График для оценки возможности выпадения дождя по толщине облаков и высоте их нижней границы

прогностическое значение температуры воздуха у земли



температура воздуха на уровне 850 гПа

Рис. 4. График для определения фазового состояния осадков в переходное время года



## Прогноз ливневых осадков

Общими метеорологическими условиями, при которых возникают ливневые осадки, являются:

- ✓ большая влажность воздуха (более 7 г/кг) в приземном слое и на высотах
- ✓ небольшие значения дефицита точки росы
- ✓ значительные вертикальные градиенты температуры, превышающие влажноадиабатический градиент
- ✓ отсутствие слоев инверсии и изотермии
- ✓ адвекция холода на высотах

▲ Основой для прогноза ливневых осадков является *прогноз конвективной облачности и гроз.*

▲ При прогнозе ливневых осадков фронтального характера необходимо определить *будущее положение фронта, его эволюцию и возможные изменения конвективной неустойчивости.*

Продолжительность фронтальных ливневых осадков  $t_{(л)}$  зависит от количества кучево-дождевых облаков, прошедших над пунктом, и от скорости их движения. Ее можно определить по формуле:

$$t_{л} = K \frac{\bar{L}}{V}$$

где  $L$  - средняя длина 12-часовой траектории частицы в слое 1000-850 гПа, км;  
 $V$  - средняя скорость движения облачности, км/ч;  
 $K$  - коэффициент, равный **0,25** для фронта **окклюзии**, **0,3** для **теплого** фронта, **0,2** для **холодного** фронта и **0,1** для **размытых** фронтов.

# Прогноз обледенения

**Обледенение** — это отложение льда на поверхности воздушного судна в полете.

Обледенение возможно при полете ВС:

- ✓ облаках
- ✓ осадках
- ✓ вне зоны облачности и осадков при отрицательной температуре воздуха

1. **Синоптический метод**: по имеющимся в распоряжении синоптика материалам определяются слои, в которых наблюдается облачность и отрицательные температуры воздуха. Слои с возможным обледенением определяются по аэрологической диаграмме.

- ▲ опасное обледенение  $T_v$  [0 до  $-20^{\circ}\text{C}$  ]
- ▲ сильное или умеренное обледенение  $T_v$  [0 до  $-12^{\circ}\text{C}$  ]

2. **Метод Годске**: по данным зондирования определяют величину  $T_{н.л.}$  - температуру насыщения надо льдом по формуле:

$$T_{н.л.} = -8D = -8(T - T_d)$$

где  $D$  - дефицит температуры точки росы на каком-либо уровне.

Если оказывалось, что температура насыщения надо льдом выше температуры окружающего воздуха, то на этом уровне следует ожидать **обледенения**.

## Прогноз гололеда и гололедицы

*Гололедом* называется отложение льда на различных предметах или на поверхности земли, обусловленное осаждением или замерзанием капель переохлажденного дождя, мороси или тумана при отрицательной температуре в приземном слое воздуха.

Условия образования гололеда зависят от:

- ✓ температуры воздуха
- ✓ дефицита точки росы
- ✓ изменения во времени и пространстве направления и скорости ветра
- ✓ величины охлаждения воздуха в приземном слое
- ✓ рельефа местности и состояния подстилающей поверхности

## Фронтальный и внутримассовый гололед

- ✓ перед теплым фронтом
- ✓ на холодных фронтах
- ✓ зоне фронтов окклюзии
- ✓ на малоподвижных фронтах

Составляя прогноз, нужно учитывать синоптические признаки:

- ✓ гололед возникает на атмосферных фронтах, скорость смещения которых уменьшается и не превышает 30 км/ч
- ✓ температура воздуха перед теплым фронтом не должна быть ниже -16 и выше 2°C

- ✓ возникает в зонах адвекции тепла на периферии стационарных Az
- ✓ возникает на южной периферии Zn

Обязательными условиями образования внутримассового гололеда являются:

- ✓ наличие слоистой облачности
- ✓ наличие слабого дождя или морозящих осадков
- ✓ отрицательные температуры воздуха у земли

разность геопотенциальных высот уровней  
1000 и 850 гПа

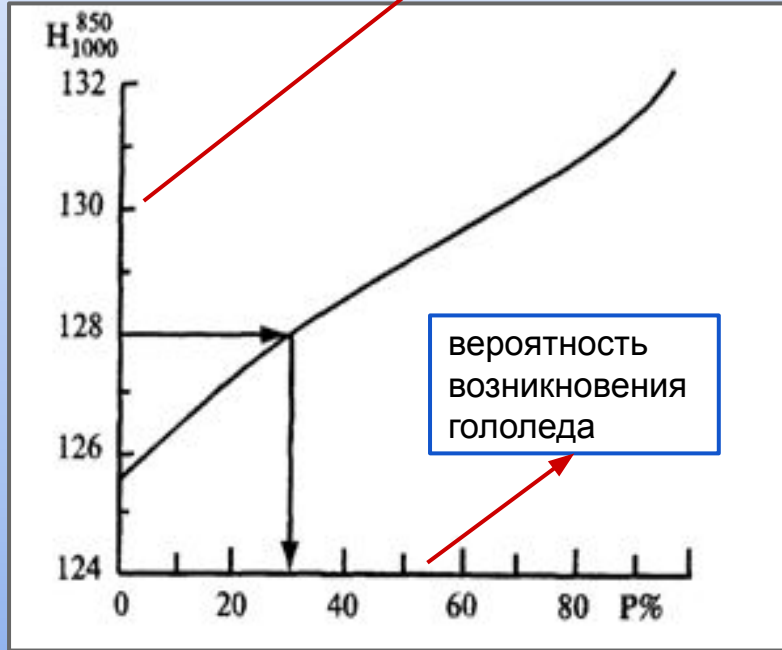


Рис.5.График для определения вероятности возникновения гололеда

дефицит температуры точки росы у земли

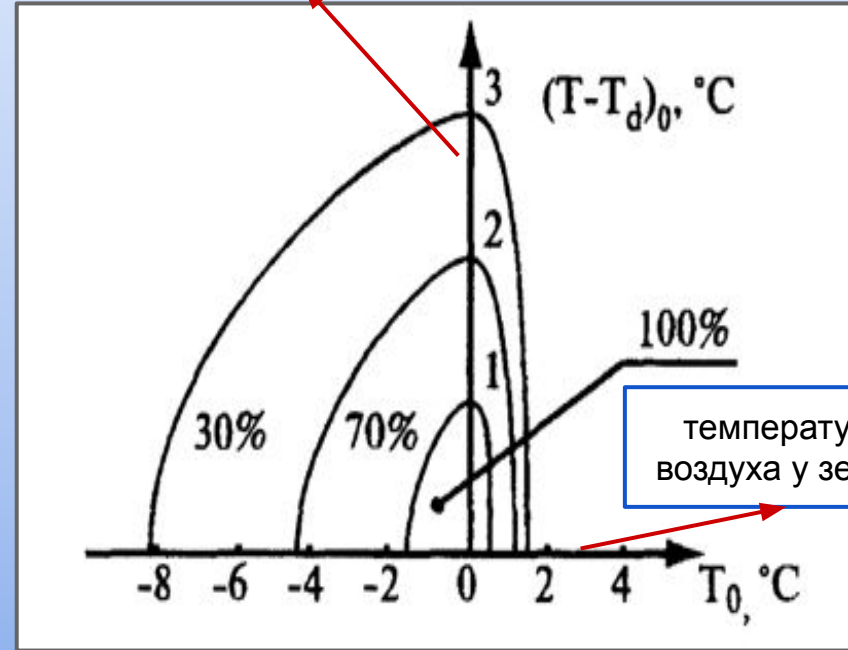
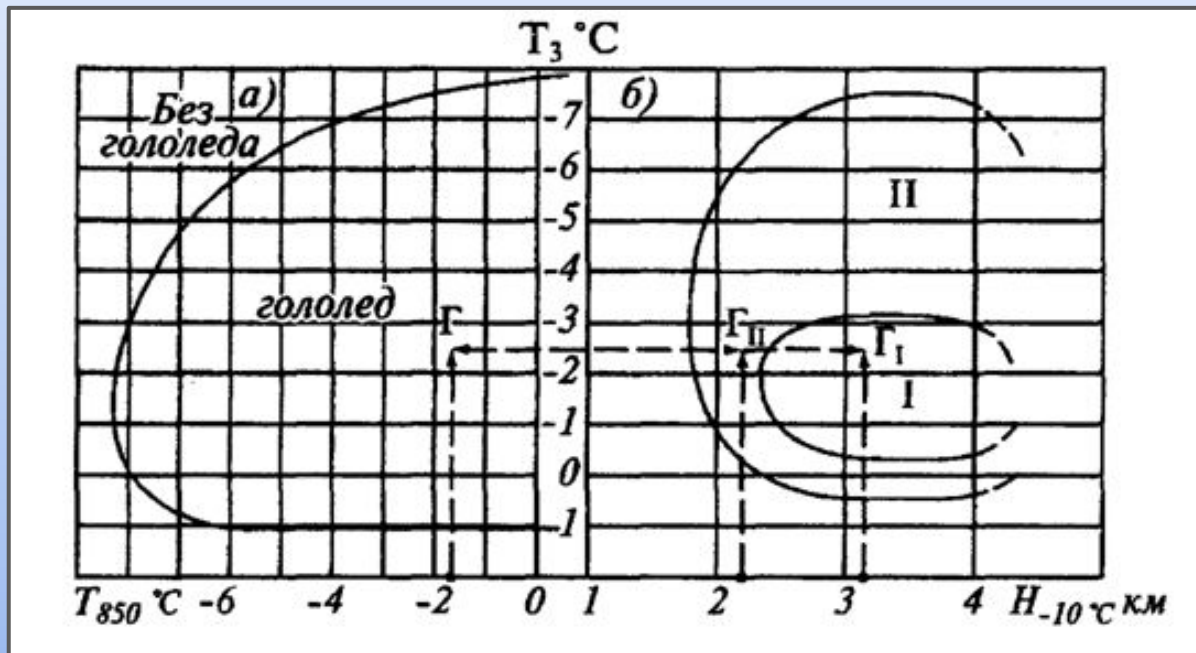


Рис.6.Вероятностный метод прогноза гололеда



- 1 - зона умеренного гололеда
- 2 - зона слабого гололеда

Рис.7. Номограмма Р. А. Ягудина для определения возможности возникновения гололеда (а) и его интенсивности (б)



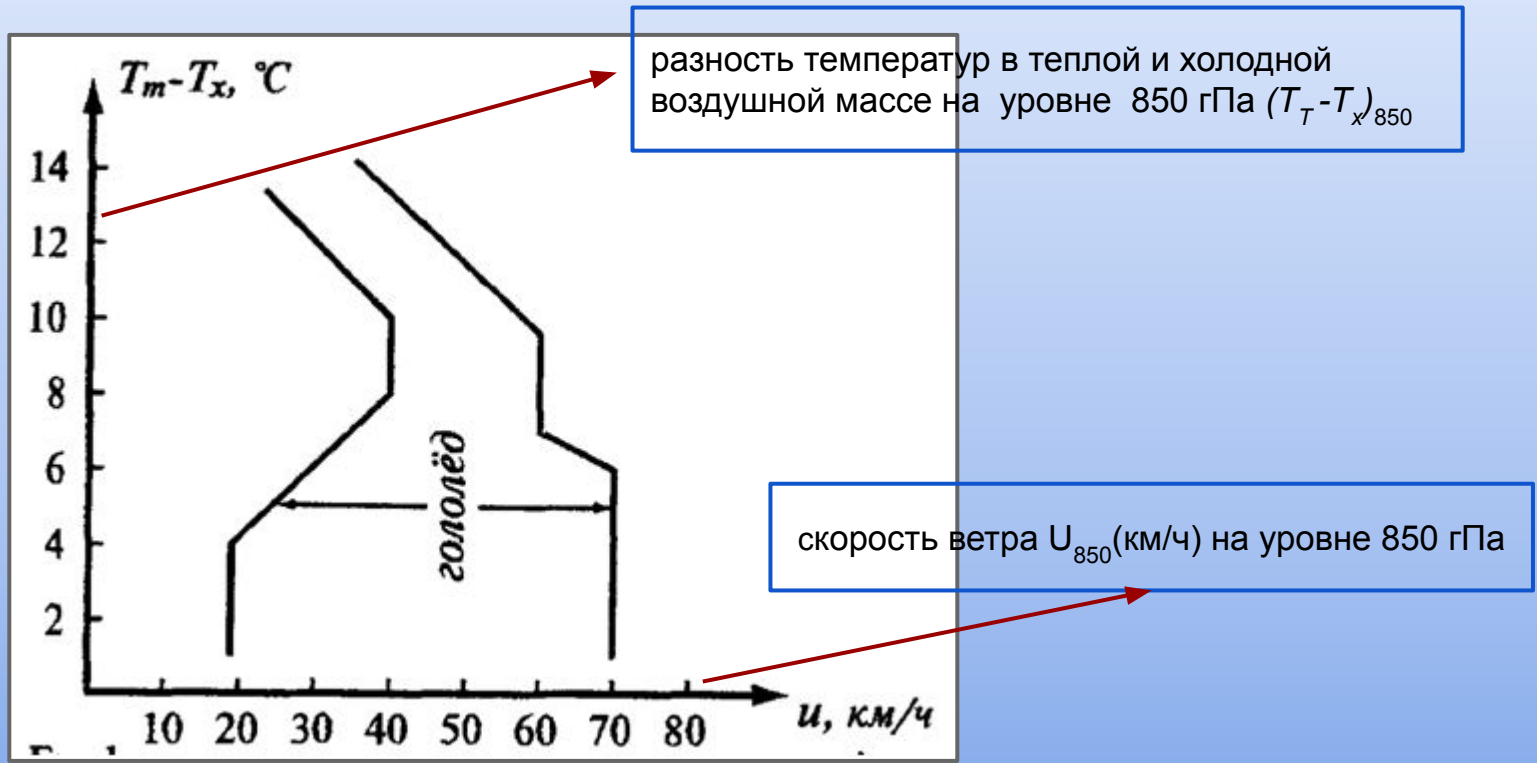
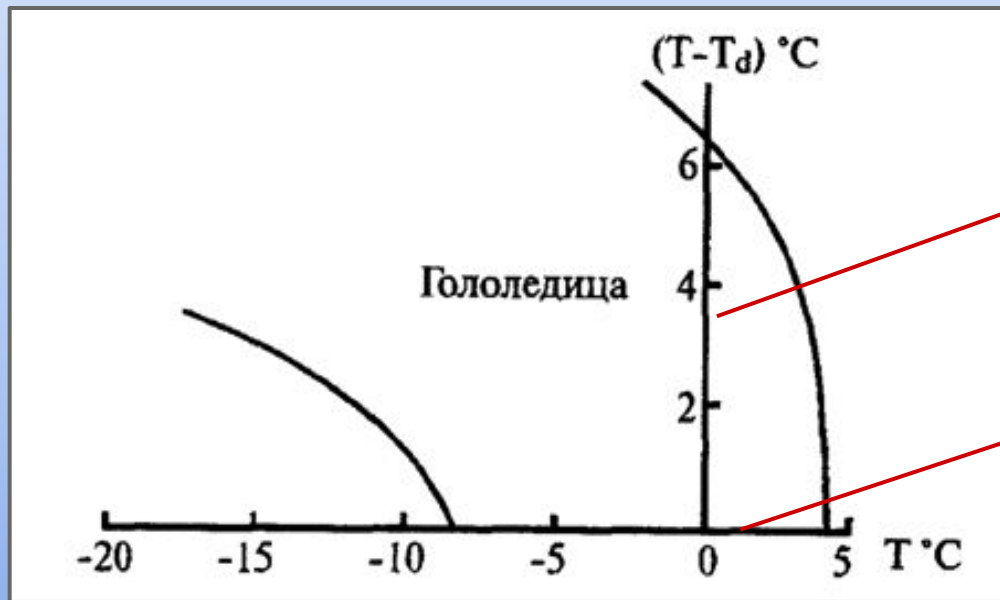


Рис.8. График для прогноза гололеда по методу Андреева

**Гололедица** - ледяная пленка или корка льда, образовавшиеся на покрытии.



дефиците точки росы у земли

температура воздуха у земли

Рис.9. График для прогноза гололедицы

# Прогноз обледенения с использованием численного моделирования

Глобальная модель  
Гидрометцентра РФ ПЛАФ


NCEP

В качестве исходных данных были взяты:

1. данные системы TAMDAR, установленной на самолетах, летающих над территорией США в пределах нижних 20 тыс. футов;
2. база данных самолетного зондирования над территорией СССР в 60-х гг. XX столетия

В качестве **предикторов** из данных численного прогноза использовались прогностические поля геопотенциала, температуры воздуха и относительной влажности с заблаговременностью 24 ч глобальных моделей: полулагранжевой (в узлах сетки  $1,25^\circ \times 1,25^\circ$ ) и модели NCEP (в узлах сетки  $1^\circ \times 1^\circ$ ).

В результате получены следующие результаты, имеющие методическое и научное значение:

 алгоритм, разработанный в NCEP оказался наиболее успешным. В соответствии с этим алгоритмом прогноз зон возможного обледенения самолетов представляет собой диагноз указанных зон по прогностическим полям температуры ( $T$ ,  $^\circ\text{C}$ ) и относительной влажности ( $RH$ , %) на изобарических поверхностях 500, 700, 850, 925 (900) гПа в узлах модельной сетки.

Узлами сетки, принадлежащими к зоне возможного обледенения самолетов, считаются узлы, в которых выполняются следующие условия:

$$-16\text{ }^\circ\text{C} \leq T \leq 0\text{ }^\circ\text{C} \text{ и } RH \geq 63\%$$

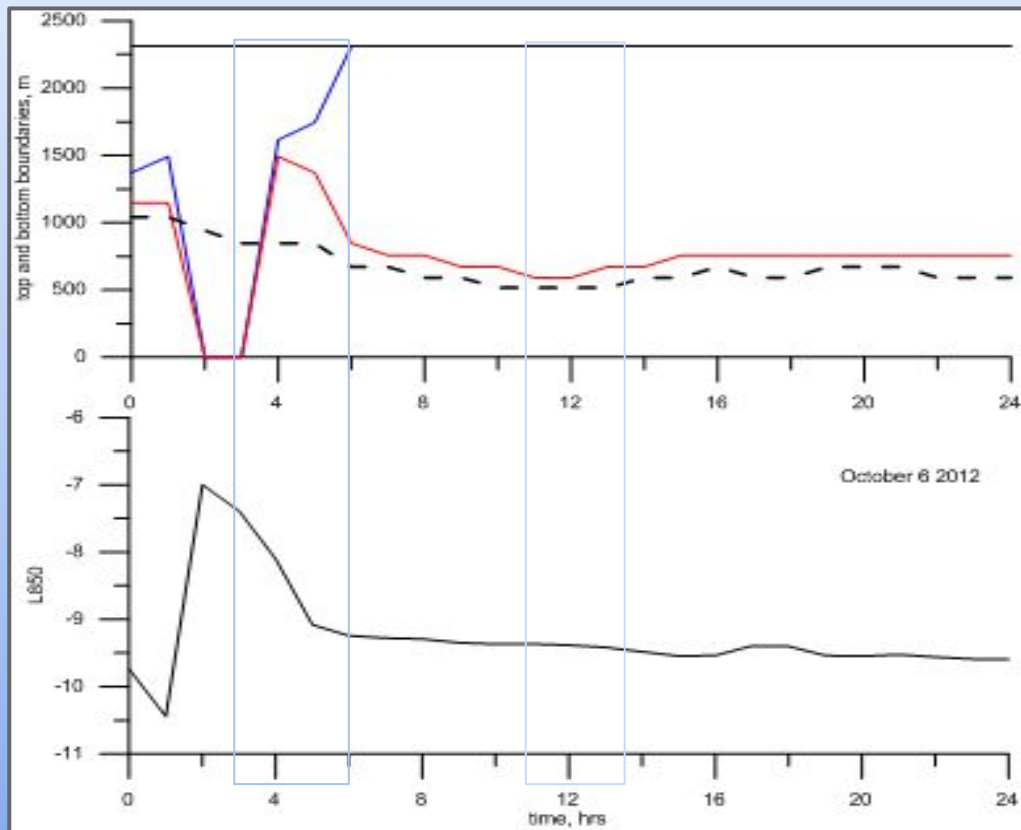


Рис.10. Результаты моделирования за 6 октября 2012г.: (а) по формуле Годске (красная линия - нижняя граница слоя, синяя - верхняя) и методу NCEP (черная пунктирная линия - нижняя граница слоя); (б) по методу Гидрометцентра на уровне 850 гПа.  
*Время подтверждения факта обледенения выделено блоком.*