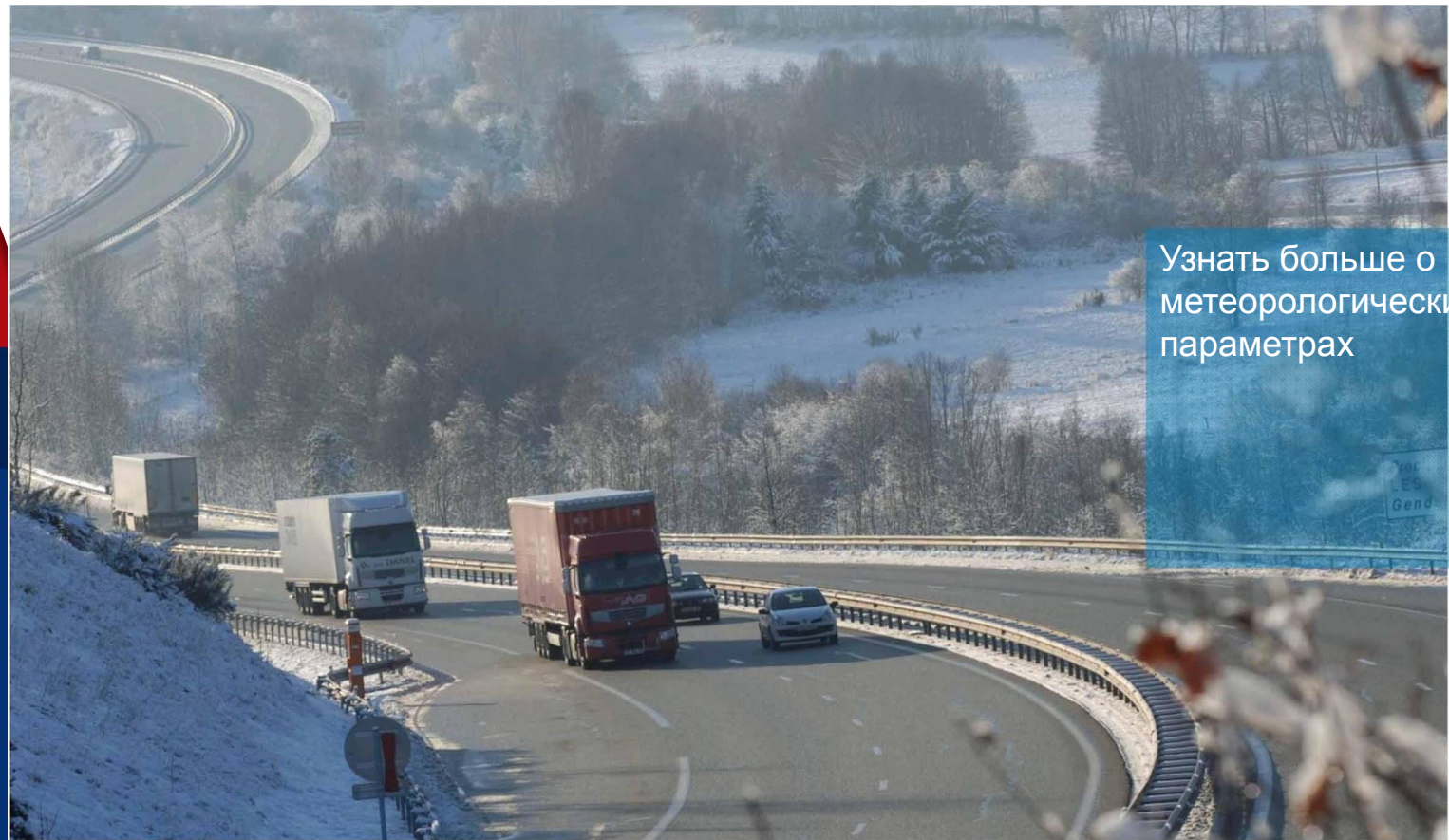


ВВЕДЕНИЕ В  
МЕТЕОРОЛОГИ  
Ю

Октябрь,  
2018  
COFIROUTE



Узнать больше о  
метеорологических  
параметрах

# СОДЕРЖАНИЕ



- Прогноз
- Климат
- Атмосфера
- Давление
- Температура
- Ветер
- Вода
- Облака
- Осадки
- Измерительные приборы

## Две основные категории прогнозов

- Прогнозы погоды (на несколько дней)
  - Температура
  - Осадки
  - Ветер
  - Влажность
  - Атмосферное давление
  - Точность  85 % на 48 часов
    - % понижается при прогнозировании до 10 дней,  
и 0%, если прогноз более, чем на 10 дней
- Климатические прогнозы
  - Глобальные изменения в ближайшие 10, 100 или 1000 лет (потепление или охлаждение)
    - Цель: изменять направления решений, нацеленных на поддержание климатического баланса планеты...



# ПРОГНОЗ

## Польза прогнозов

- Воздушная навигация
  - Ветер/видимость
- Сельское хозяйство
  - Орошение
  - Сбор урожая
- Морское судоходство
  - Зоны помех (ураган...)
  - Ветры (сила, направление)
- Спорт / Отдых
  - Прогулки/пикники
  - Подъемы в горы
  - ...
- Состояние автодорожной сети
  - Гололедица
  - Снег
  - ...



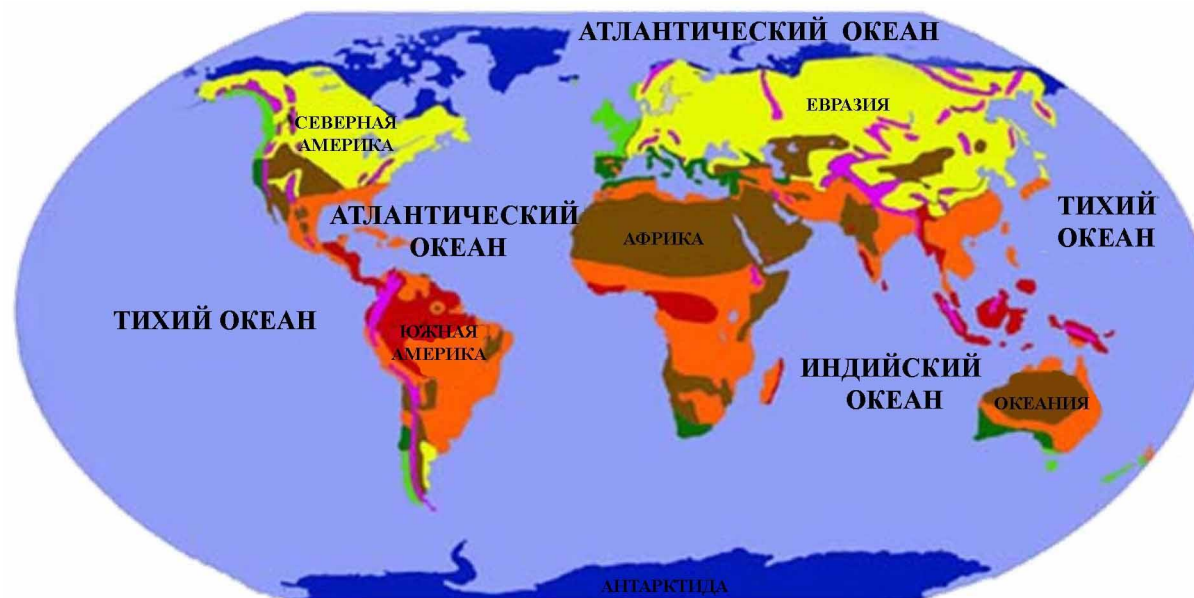


Климат зависит от:

- широты (северная-южная)
- высоты над уровнем моря
- расстояния до морей/океанов

8 метеорологических моделей:

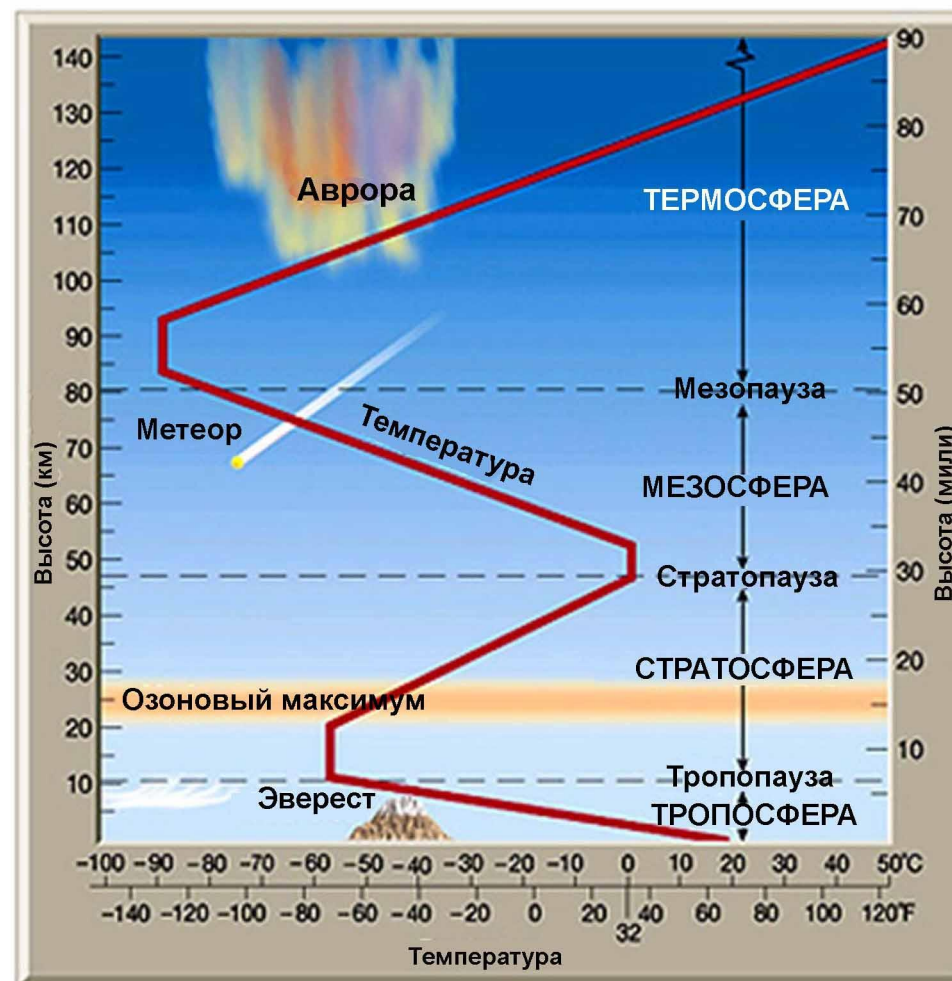
экваториальный,  
тропический,  
пустынный,  
средиземноморский,  
океанический,  
континентальный,  
полярный,  
горный.



# АТМОСФЕРА

## Деление атмосферы

- Термосфера
  - T°c повышается на 100 °c
- Мезосфера
  - T°c понижается на -80 °c
- Стратосфера
  - Озоновый слой
  - T°c повышается
- Тропосфера
  - 7-13 км
  - T°c понижается на -56 °c



# ДАВЛЕНИЕ

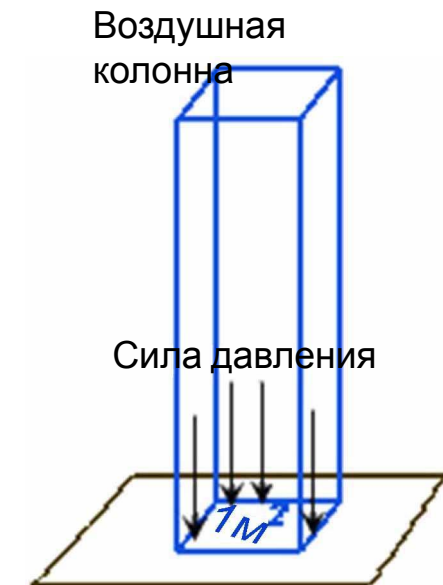
## Атмосферное давление

- Равно весу воздуха на поверхности Земли
- Усилие на поверхности  $1 \text{ м}^2$

## Единица измерения

- 1 Паскаль (Па) =  $1 \text{ Н/м}^2$  (Ньютон)
- 1 гПа = 1 миллибар (мб)

Среднее атмосферное давление на уровне моря □ **1013 гПа (1013 мб)**

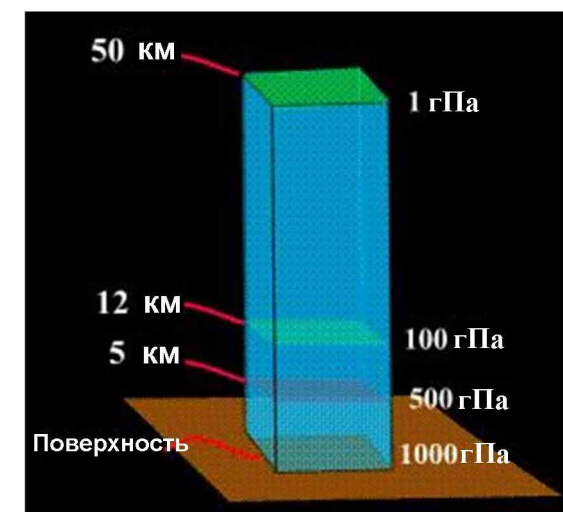


# ПРОГНОЗ

На кого атмосферное давление действует сильнее, на Марию или на Франсуа?



Давление понижается с понижением высоты,  
в связи с менее значительным объемом воздуха.

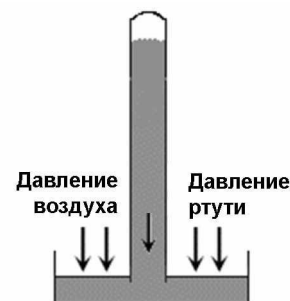




## Измерительные приборы

- Ртутный барометр

Давление воздуха в бассейне изменяет высоту ртути в стеклянной трубке



- Aneroidный барометр

Изменение объема металлической капсулы в условиях частичного вакуума в зависимости от изменения атмосферного давления

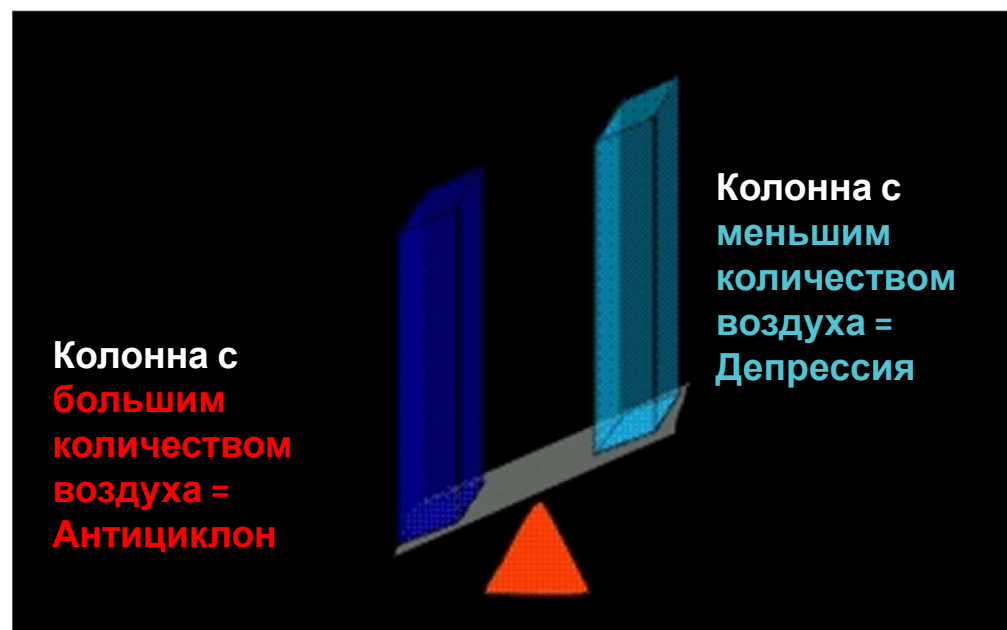


Именно изменения давления говорят нам о будущих погодных условиях!

- Внезапное понижение атмосферного давления = плохая погода (депрессия)
- Повышение = хорошая погода (антициклон)

# ПРОГНОЗ

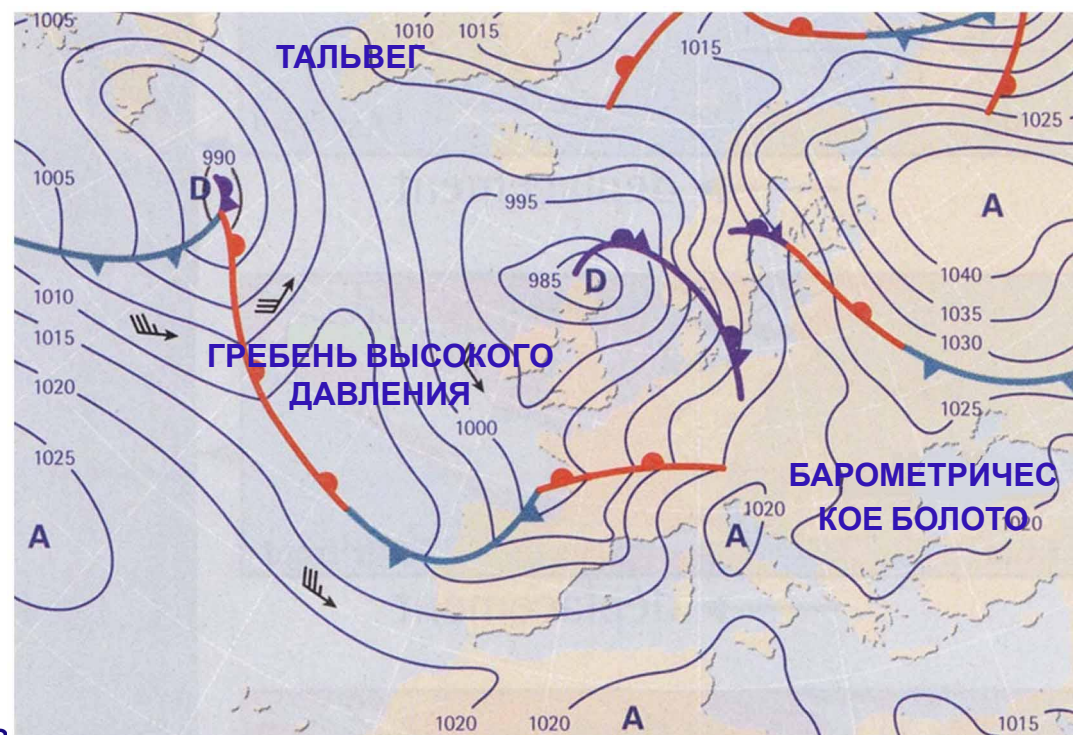
Давление меняется на поверхности Земли



## Изобары

- Линии, соединяющие одинаковые точки
- Давление в данный момент
- Выражается в гПа
- Чем больше они удалены, тем слабее ветер
- Позволяют отобразить на экране зоны низкого и высокого давления

- Северное Полушарие
  - Депрессия: против часовой стрелки
  - Антициклон: по часовой стрелке
- Южное полушарие
  - Депрессия: по часовой стрелке
  - Антициклон: против часовой стрелки

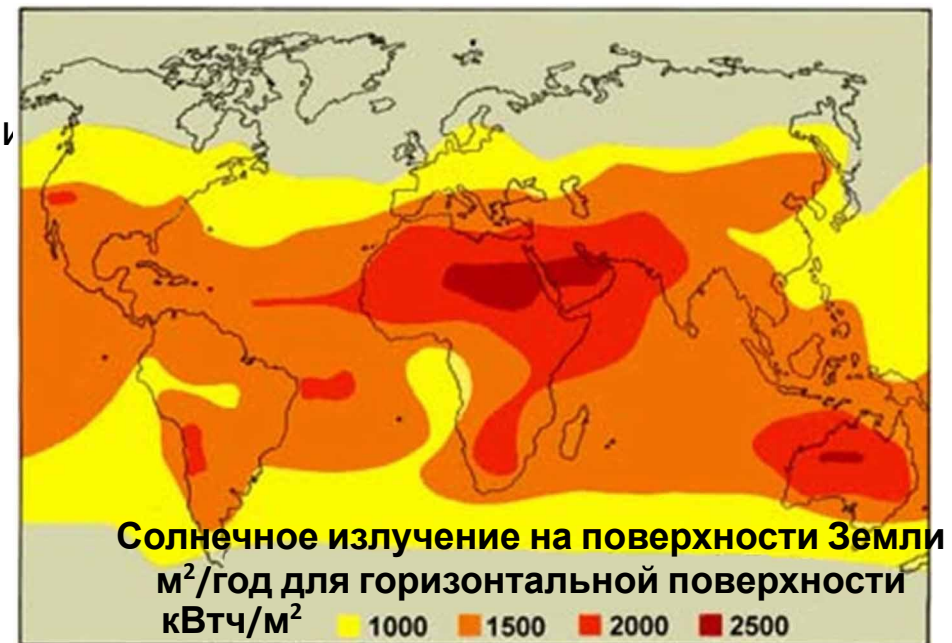
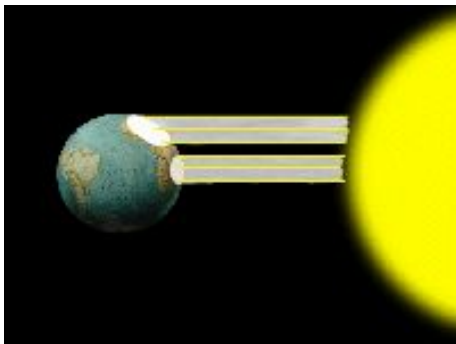


Депрессия = зона низкого давления

Антициклон = зона высокого давления

## Солнечное излучение

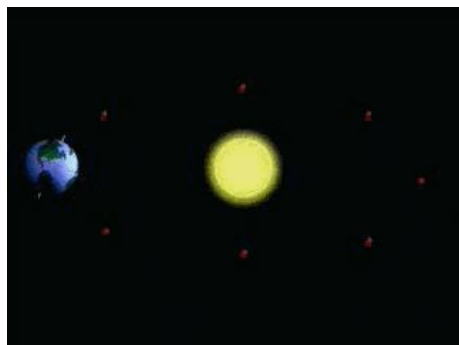
- Земля, океаны и атмосфера получают энергию в виде электромагнитного излучения.
- Земля в свою очередь выделяет излучение и на самом деле теряет тепло (инфракрасное излучение).



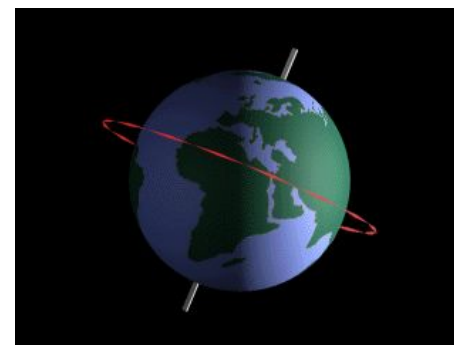
*На экватор лучи попадают прямо, в отличие от других широт, куда лучи доходят под углом. Солнце немного ближе к экватору, чем к другим зонам.*

# ИЗЛУЧЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА

Времена года



Полный оборот вокруг Солнца



Ось вращения наклонена на  $23,5^\circ$

- Северное полушарие летом склоняется к солнцу.
- Во время нашей зимы именно южное полушарие склоняется к солнцу, следовательно, там лето.





# ИЗЛУЧЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА

## Солнечное излучение и цвет

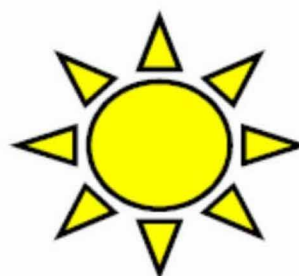
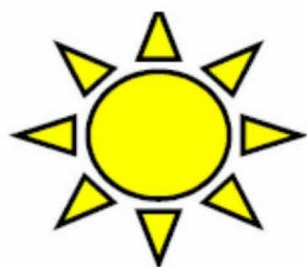
- Черный объект поглощает весь видимый свет, который он получает, поэтому он черный.
  - Белый объект ведет себя противоположным образом...
- Две поверхности различных цветов не поглощают и не отражают солнечное излучение с одинаковой интенсивностью!

Поверхность	Коэффициент отражения (% отраженной солнечной энергии)
Облака	от 50 до 55
Белый снег	от 80 до 90
Бетон	от 17 до 27
Дорожное покрытие	от 5 до 10

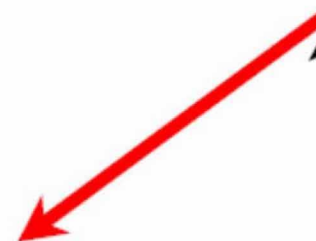
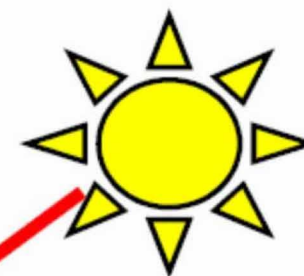
Необходимо запомнить

**Изначально поверхность Земли нагревается, благодаря солнечному излучению, а затем именно земля обогревает окружающий воздух, опять же излучением.**

Максимальная  $T_A$  к **17 часам**  
летом и к **15 часам** зимой



Зенит: 12 часов  
на солнце  
13 часов "зимой"  
14 часов "летом"



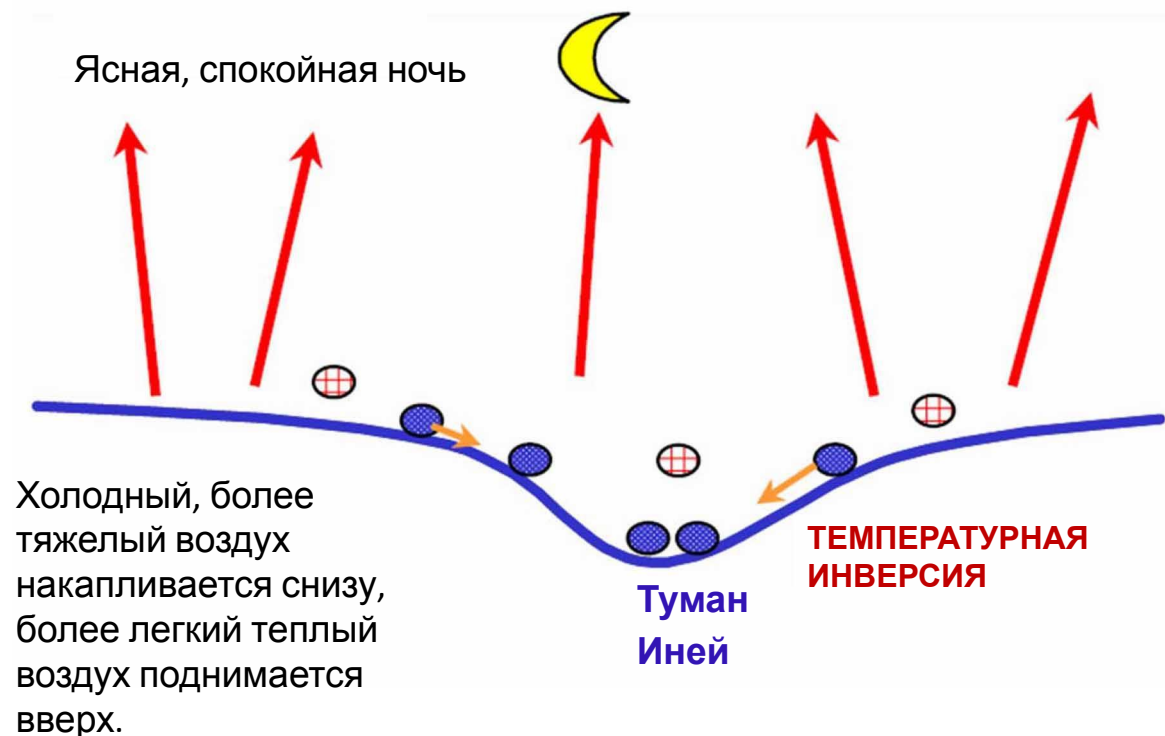
# ВЫСОТА И ТЕМПЕРАТУРА

Температура меняется в зависимости от высоты над уровнем моря.



## Температурная инверсия

- Масса холодного воздуха удерживается под массой теплого воздуха
- Более тяжелый слой холодного воздуха
- Быстрое охлаждение путем излучения с поверхности (шоссе)
- Слой теплого воздуха (южного) над слоем более холодного воздуха

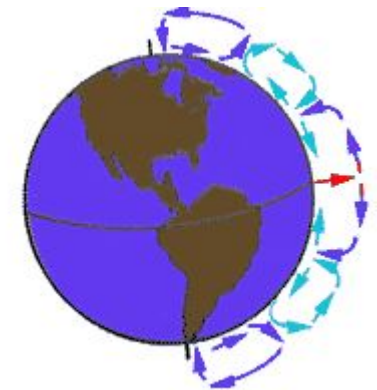


# ЦИРКУЛЯЦИЯ ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРА



## Конвекция

- Поверхностная
  - Летом прогрев поверхности почвы
  - Подъем пузырьков теплого воздуха, которые охлаждаются и конденсируют содержащуюся в них воду
  - Создание облаков
- Глубокая
  - В масштабе Земли
  - Движение воздушных масс на экваторе к полюсам на больших высотах
  - Охлаждение масс, которые возвращаются к экватору

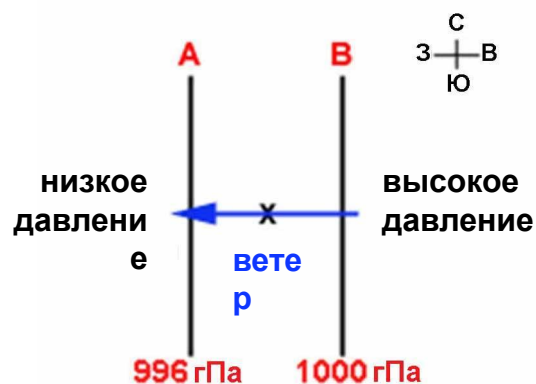
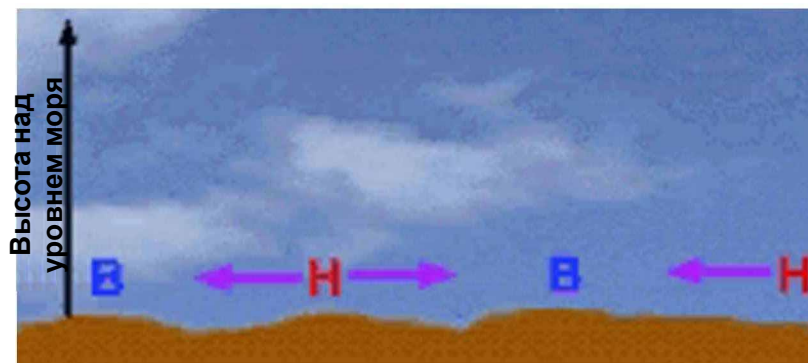




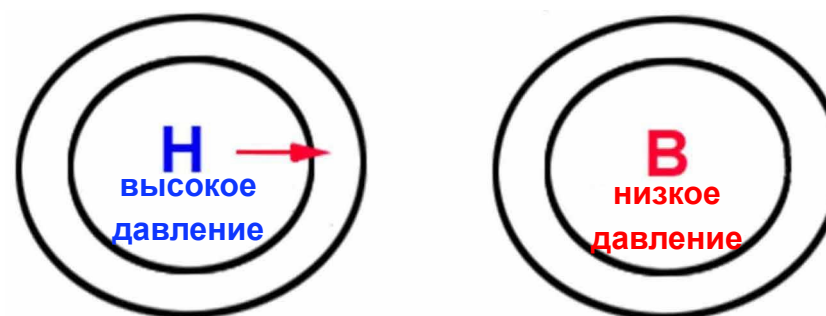
# ВЕТЕР

## Происхождение

- Горизонтальное смещение воздуха
- Перепад давления между двумя точками
- От высокого давления к низкому давлению



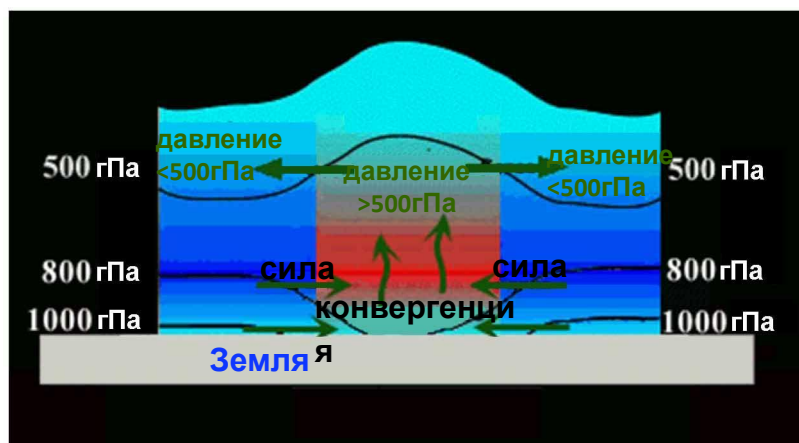
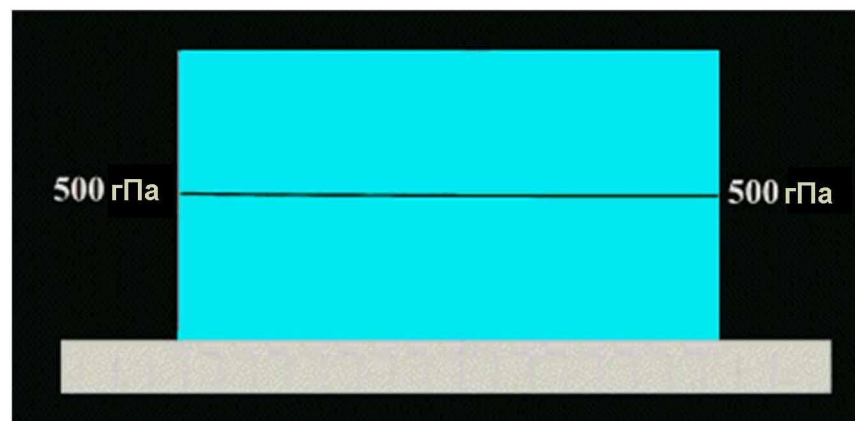
## Влияние изменения давления



Сила градиента давления  
(перепад давления между изобарами)

## Влияние температуры

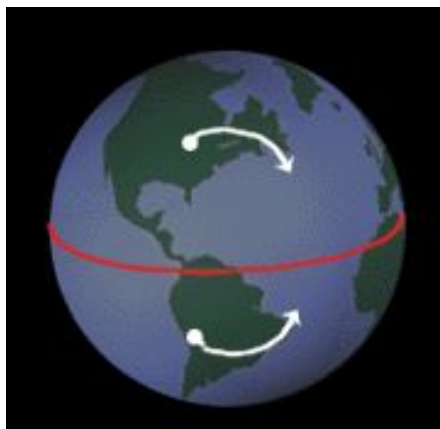
- Теплый воздух расширяется
- Холодный воздух сжимается



Появление ветра (движения воздушных масс)

## Сила Кориолиса

- Вращение Земли, влияющее на движение воздуха
- Иллюстрация
  - Вид с Земли (долгота 6), воздушные массы, представленные красной стрелкой, кажется, движутся в одном направлении.
  - Вид из космоса, воздушные массы движутся навстречу друг другу.

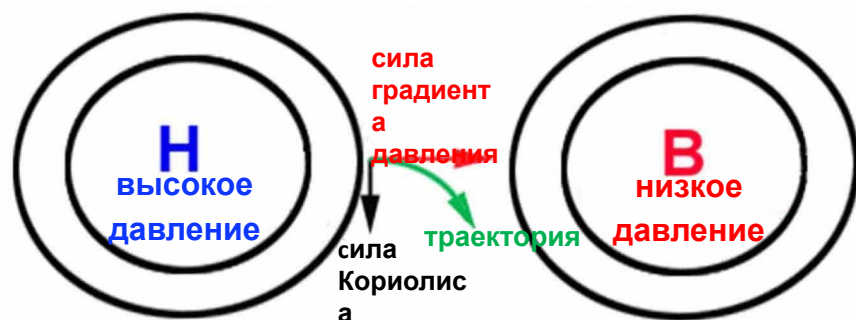


*Все тела, движущиеся над поверхностью Земли, кажутся смещающимися вправо в северном полушарии и влево - в южном полушарии.*

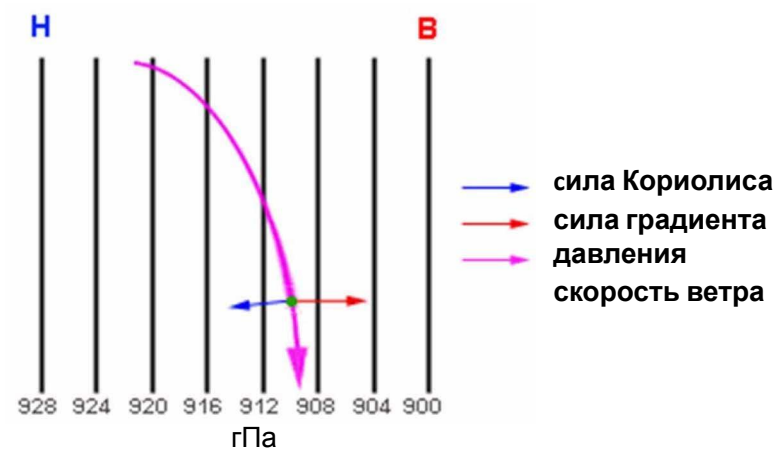
## Сила Кориолиса

- Антициклоны и депрессии

### Влияние силы Кориолиса

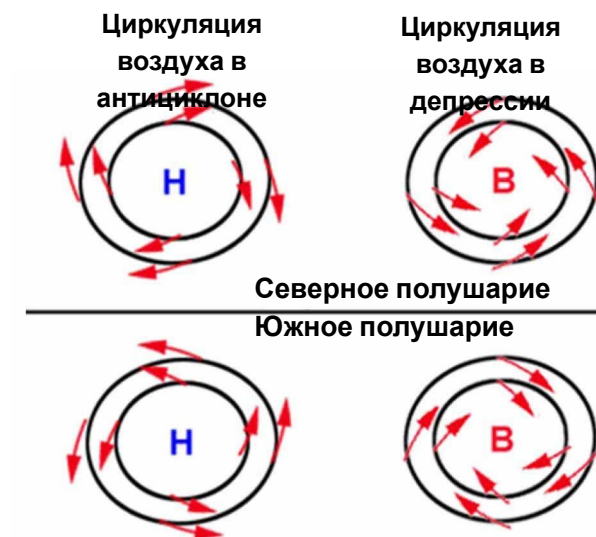
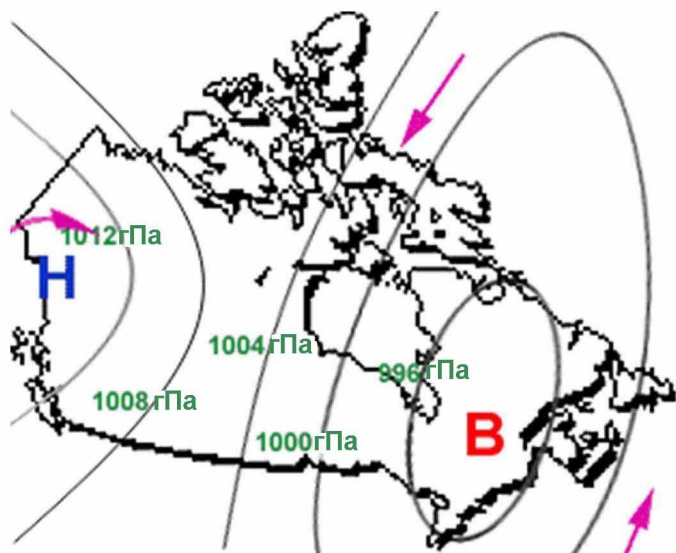


- Ветер становится параллельным изобарам



## Краткие выводы:

Ветры депрессий в Северном полушарии несут теплый и влажный воздух к северу перед депрессией, и холодный, сухой воздух на юг за депрессией.

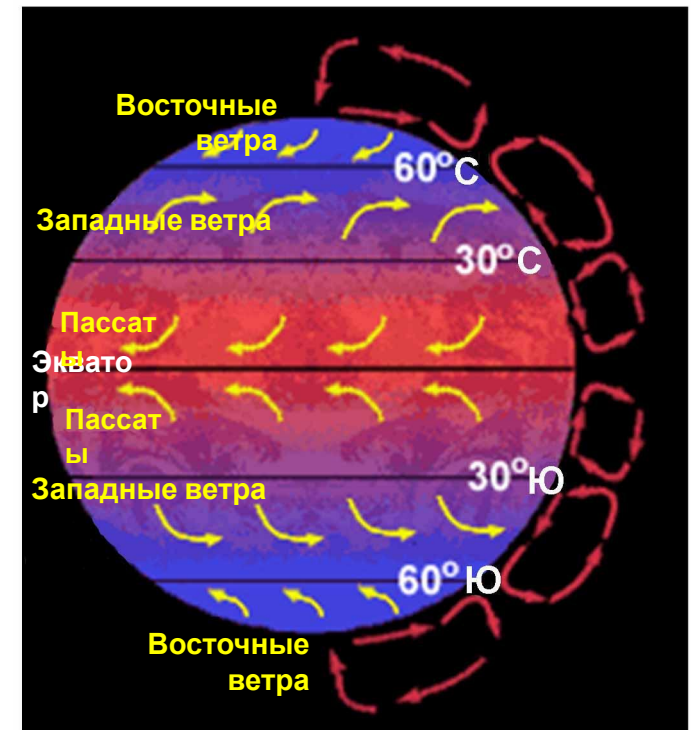


На поверхности ветры имеют тенденцию циркулировать против часовой стрелки и к центру низкого давления (B) в депрессии, в то время как они циркулируют по часовой стрелке и от центра высокого давления (H) в антициклоне.



## Большие ветровые системы

- Воздух, покидающий полюса, отклоняется силой Кориолиса вправо в Северном полушарии и влево в Южном полушарии. Это порождает **полярные восточные ветры**.
- Воздух, движущийся от 30° широты к 60° широте, отклоняется вправо в Северном полушарии и влево в Южном полушарии для создания **западных ветров**.
- Воздух, движущийся от 30° широты к экватору, отклоняется в сторону. Это приводит к появлению у почвы ветров, называемых **пассатами**, которые встречаются на экваторе.



# ВЕТЕР???

Три состояния воды



## Водный цикл



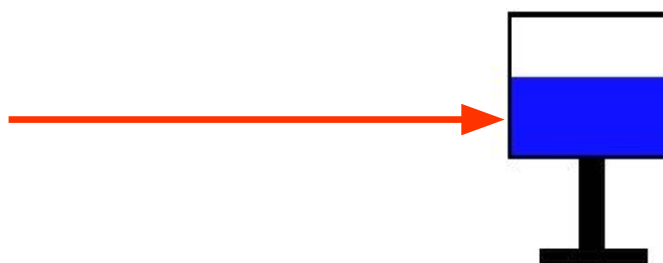
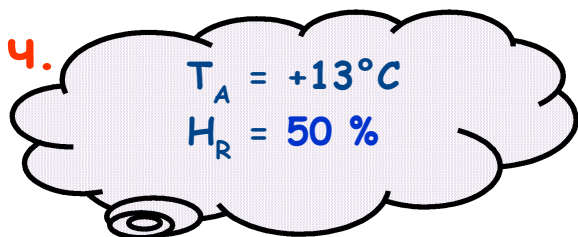
## Относительная влажность

- Количество воды представлено в воздухе относительно количества насыщения при данной температуре.
- Пример: если  $H_r = 50\%$ , это означает, что воздух содержит половину максимального количества водяного пара, которое он может содержать.
- Воздух насыщен, когда  $H_r = 100\%$ .
- При одинаковом количестве водяного пара в воздухе относительная влажность будет выше, если температура низкая.

СРЕДНЕЕ расстояние между молекулами в теплом воздухе больше, чем в холодном воздухе. Поэтому холодный воздух имеет «меньше места» для хранения молекул воды, следовательно, удельная влажность низкая.

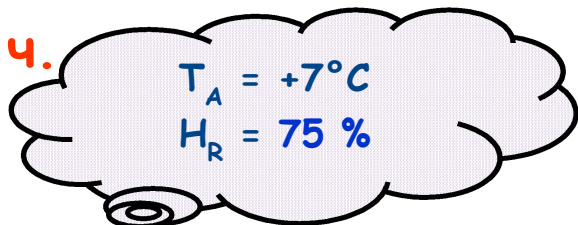
## Относительная влажность

16 ч.



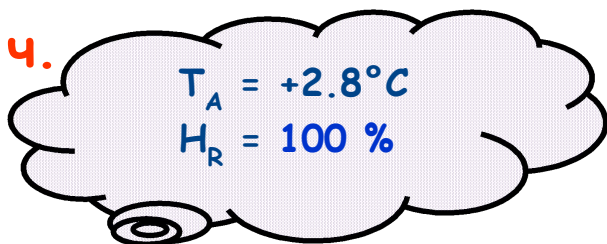
5,6 г водяного  
пара на  $\text{м}^3$  воздуха

21 ч.



5,6 г водяного  
пара на  $\text{м}^3$  воздуха

04 ч.



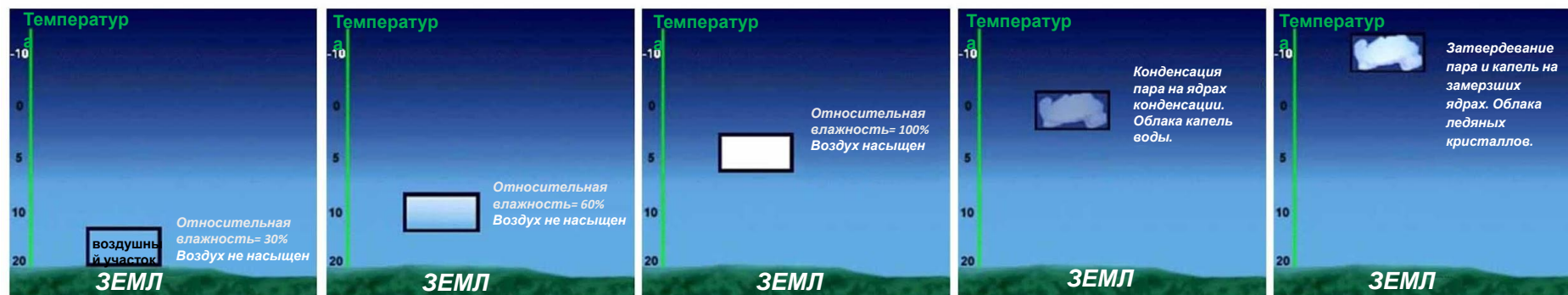
5,6 г водяного  
пара на  $\text{м}^3$  воздуха

# ОБЛАКА

## Процесс образования

Масса воздуха, содержащая поднявшийся водяной пар

Водяной пар сжимается.



На высоте  $T_c$  уменьшается, а  $H_r$  увеличивается до насыщения.

Формирование капель  
или кристаллов



# ОБЛАКА

## Подъем воздуха

- Конвекция
  - объем или «воздушный участок», расширяющийся путем повышения  $T_c$  (воздушный шар)

- Орографический подъем
  - преодоление препятствия (гора)



- Конвергенция ветров
  - в центре низкого давления  
конвергентная воздушная масса вынуждена подниматься

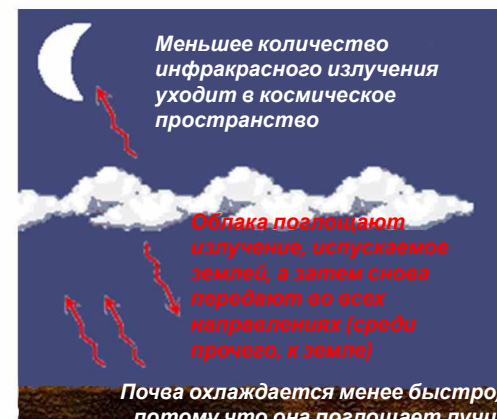


## Облака и температура (облачность)

- День



- Ночь



# ОБЛАКА

## Различные облака

- Выше 5000 м



Перистые облака



Перисто-кучевые облака



Перисто-слоистые облака

- Между 2000 м и 5000 м



Высококучевые облака



Высокослоистое облако

# ОБЛАКА

- До 2000 м



Слоисто-кучевые облака



Слоистые облака

- Вертикальное развитие  
(от 3000 м до 6000 м)



Кучевые облака



Слоисто-дождевые

облака

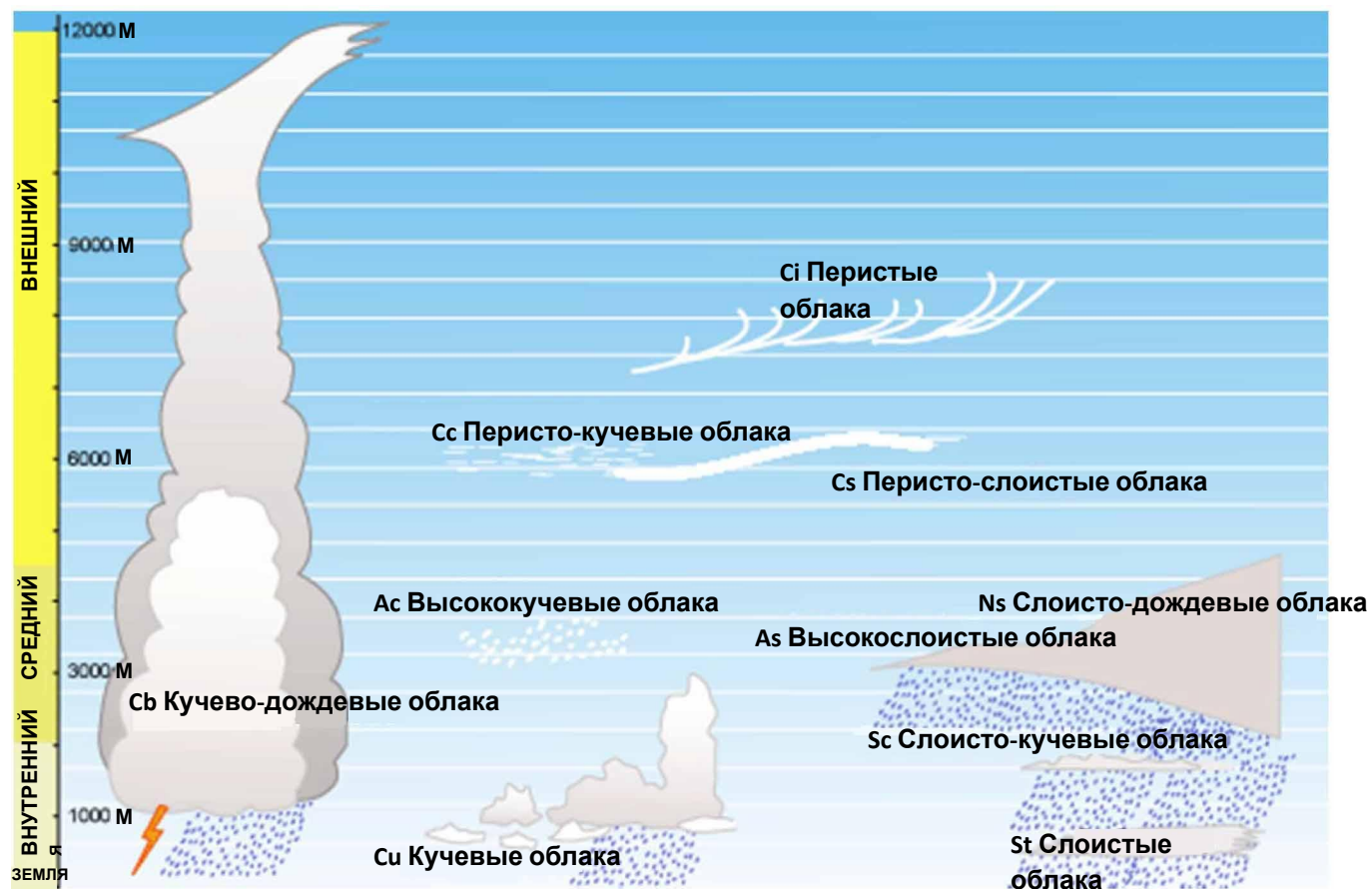
- Большое вертикальное развитие (от 3000 м до более 6000 м)



Кучево-дождевые облака

# ОБЛАКА

## Различные облака





# ОСАДКИ

## Дождь

- В форме капель жидкой воды диаметром от 0,2 до 10 мм
- Количество дождя измеряется в мм (1 мм = 1 л/м<sup>2</sup>)

## Снег (NF Р 99-320)

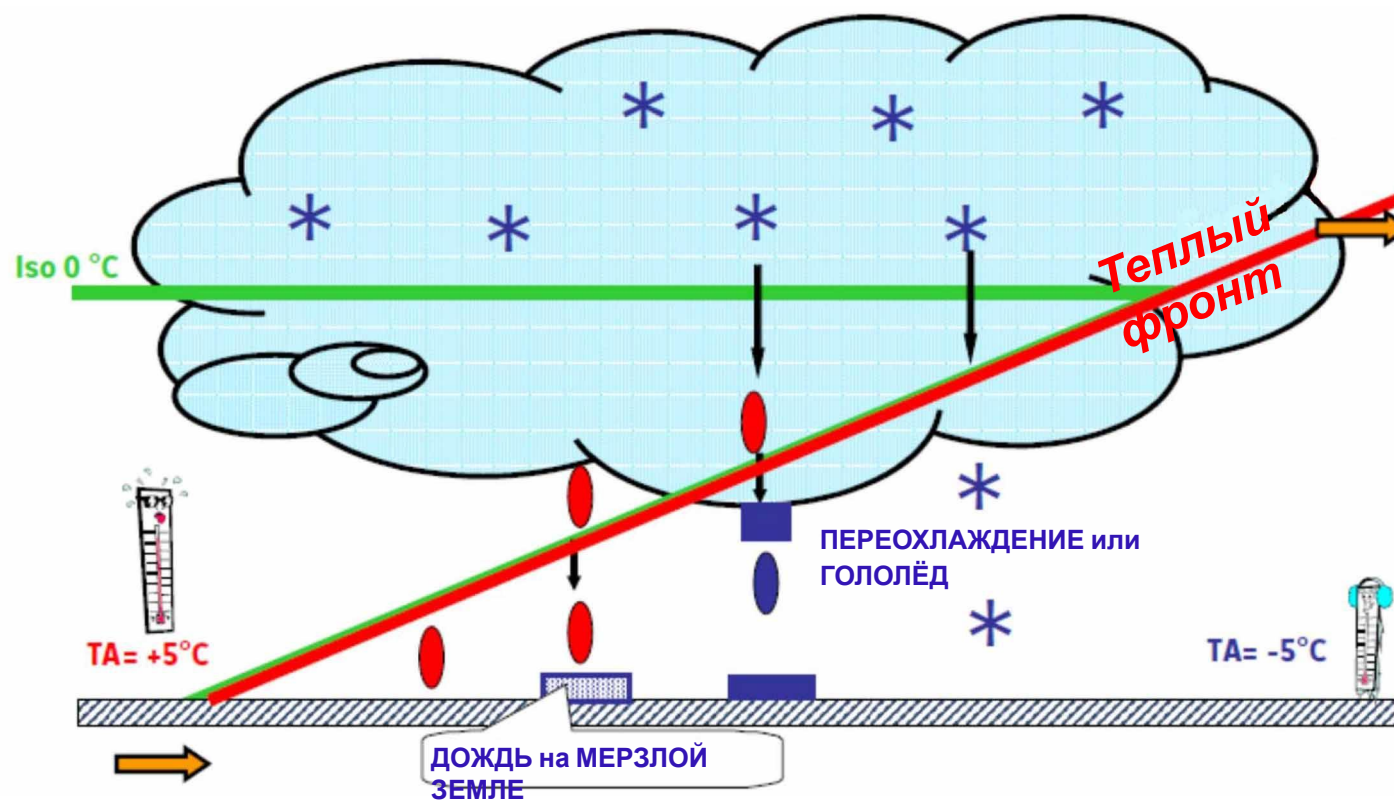
- Сухой
  - Снег с низким содержанием жидкой воды (<1%), легкий и мелкий,  $\rho$  от 50 до 150 кг/м<sup>3</sup>
- Влажный
  - Снег со средним содержанием жидкой воды (от 1% до 10%), средние и крупные хлопья, быстрое падение,  $\rho$  от 150 до 300 кг /м<sup>3</sup>
- Мокрый
  - Снег с высоким содержанием жидкой воды (> 10%), крупные хлопья, быстрое падение > 300 кг/м<sup>3</sup>

**Примечание: количество осадков: 1 мм дождя равняется 10 мм снега (влажного)**

# ОСАДКИ

Холодный дождь, способствующий образованию наледи

- Дождь на мерзлой земле
- Переохлажденный дождь



## Метеостанция

- Преимущественно на плоской местности
- Примерно в 1 м 20 см от земли
- Анемометр должен быть расположен в 10 м от земли
- С растительным покровом
- Пространство, расположенное не менее в 10 м от зданий и деревьев

Миниатюрное укрытие

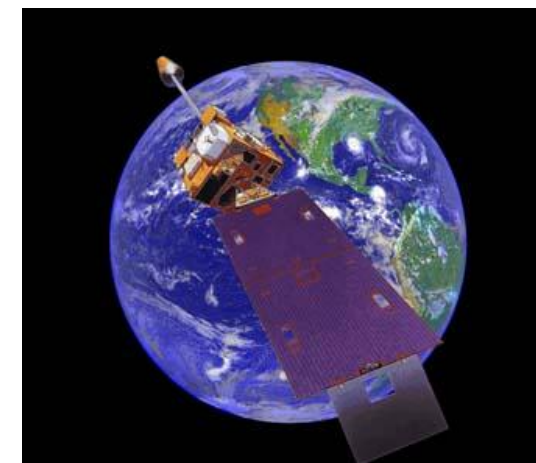


Стандартное укрытие



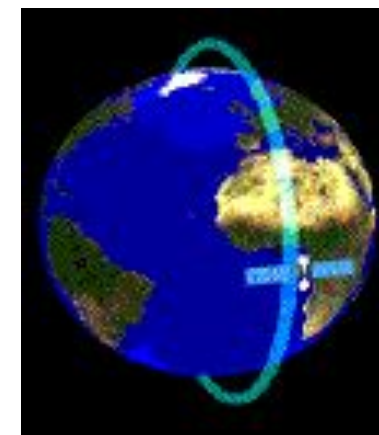
## Геостационарные спутники

- Позволяют постоянно наблюдать за одной и той же зоной на Земле;
- Вращаются с той же скоростью, что и Земля, а, следовательно, кажутся неподвижными, если смотреть на них;
- Расположены на расстоянии 36 000 км от Земли;
- Покрывают приблизительно 1/3 планеты;
- Вращение вокруг себя 100 оборотов в минуту.



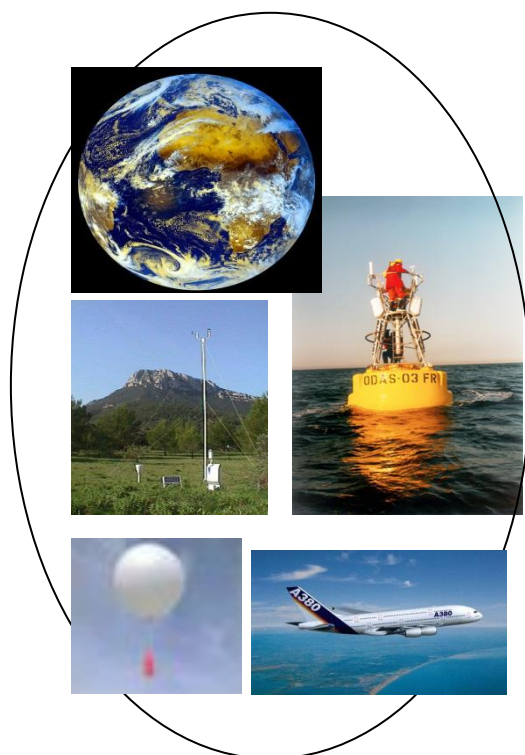
## Полярные спутники

- Позволяют наблюдать за всеми зонами Земли;
- Вращаются вокруг Земли от одного полюса к другому;
- Расположены на расстоянии от 600 до 900 км над земной поверхностью;
- Хороши для приполярных территорий;
- Проходят дважды в день по каждой точке планеты.



# ПРОГНОЗ «МЕТЕО ФРАНС»

Основа процесса: цифровое прогнозирование



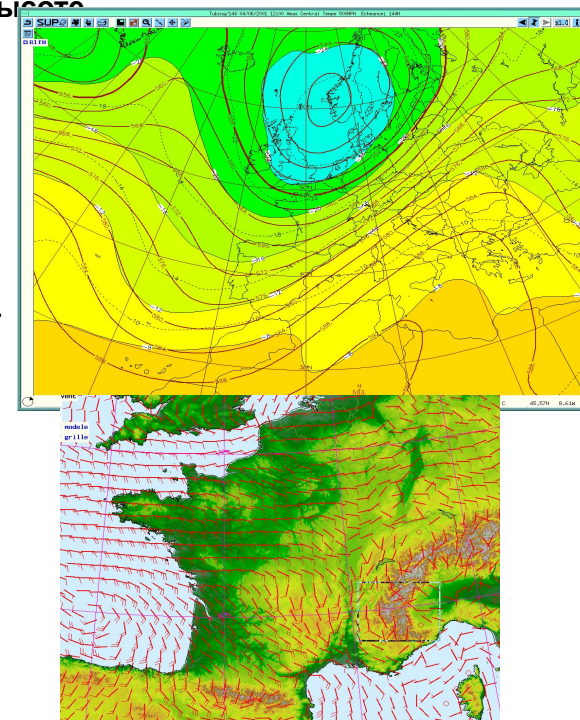
Данные наблюдений по всему  
земному шару

Супер ЭВМ NEC  
28 миллиардов  
операций в секунду



Программа расчета  
эволюционных уравнений  
по законам физики

Температуры, ветры, давление,  
ожидаемые на равнине и на большой  
высоте



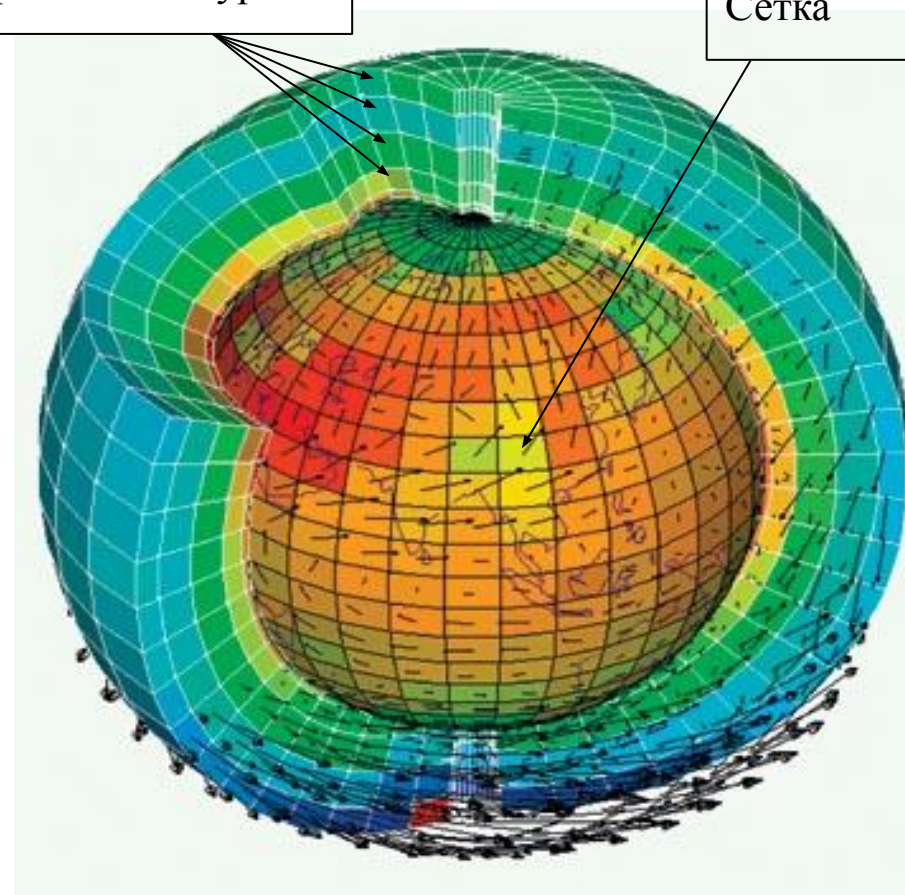


Эволюционные уравнения для:

- горизонтального ветра,
- температуры воздуха,
- влажности,
- поверхностного давления.

Вертикальные уровни

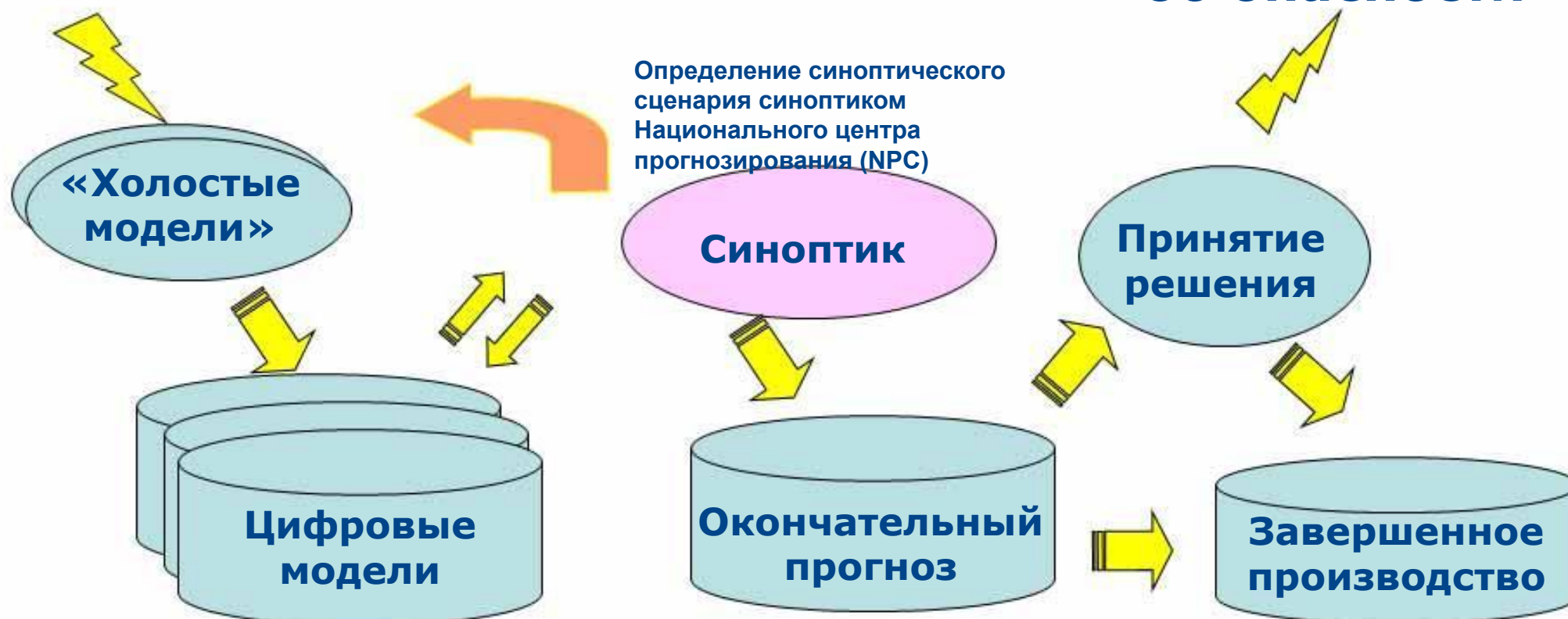
Сетка





От расчета до производства

## Предупреждение об опасности



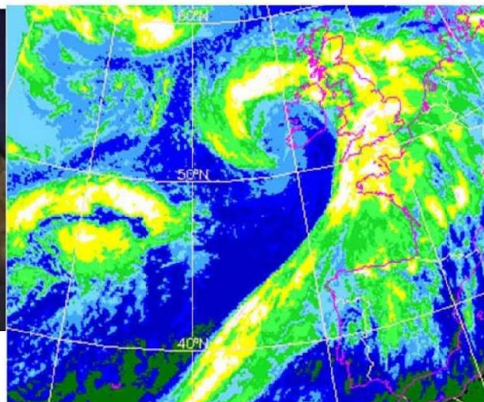
# ПРОГНОЗ «МЕТЕО ФРАНС»

Для какого прогноза какой период?

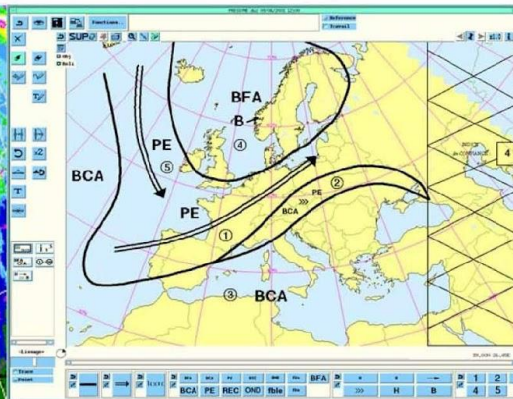


Грозы, линии ливней,  
град – 50 КМ

1-4 часа

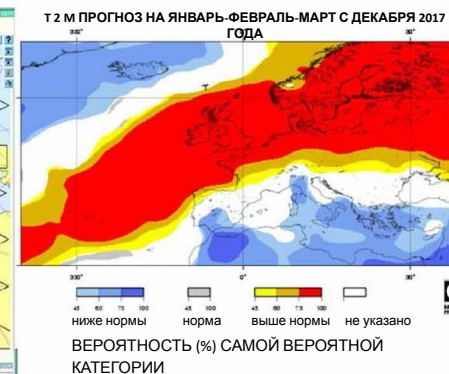


Буря - 2000 км  
От 2 до 4 дней



Тип циркуляции, тип погоды,  
тенденция 7000 км

8-10 дней



определенным  
параметрам, таким как  
температура до 2  
недель

□ Возможное определение явлений и погоды до 3-4 дней в зависимости от атмосферных условий

□ От 4 до 10 дней, вероятностные прогнозы (индексы доверия)

# ПРОГНОЗ «МЕТЕО ФРАНС»



То, что легко контролировать:

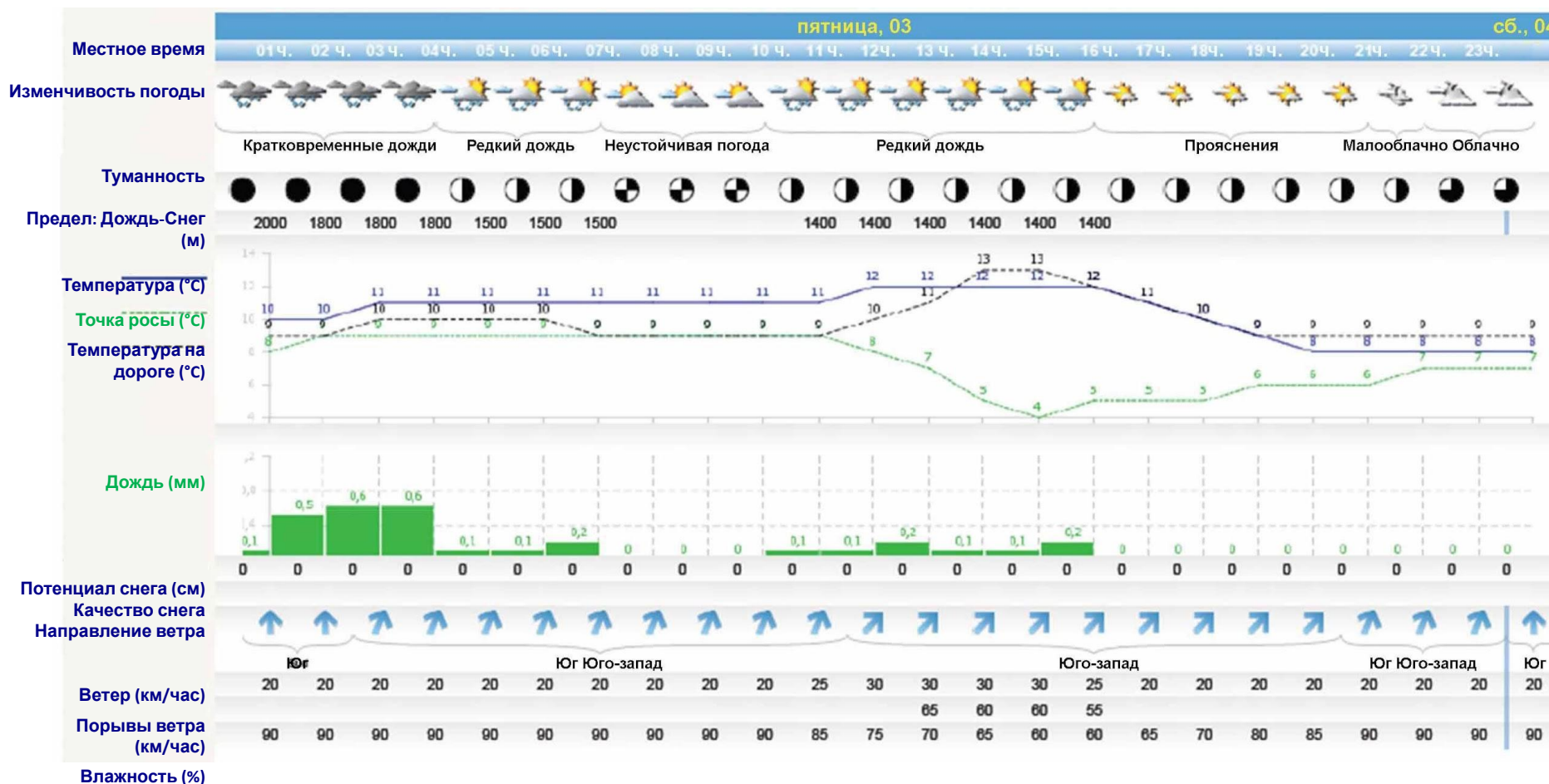
- Ветер, температуру и влажность
  - Автоматический контроль

То, что сложнее контролировать:

- Осадки: дождь, снег, град
  - Облачность, туман
    - Не автоматический контроль, подлежит интерпретации
- изменчивость погоды

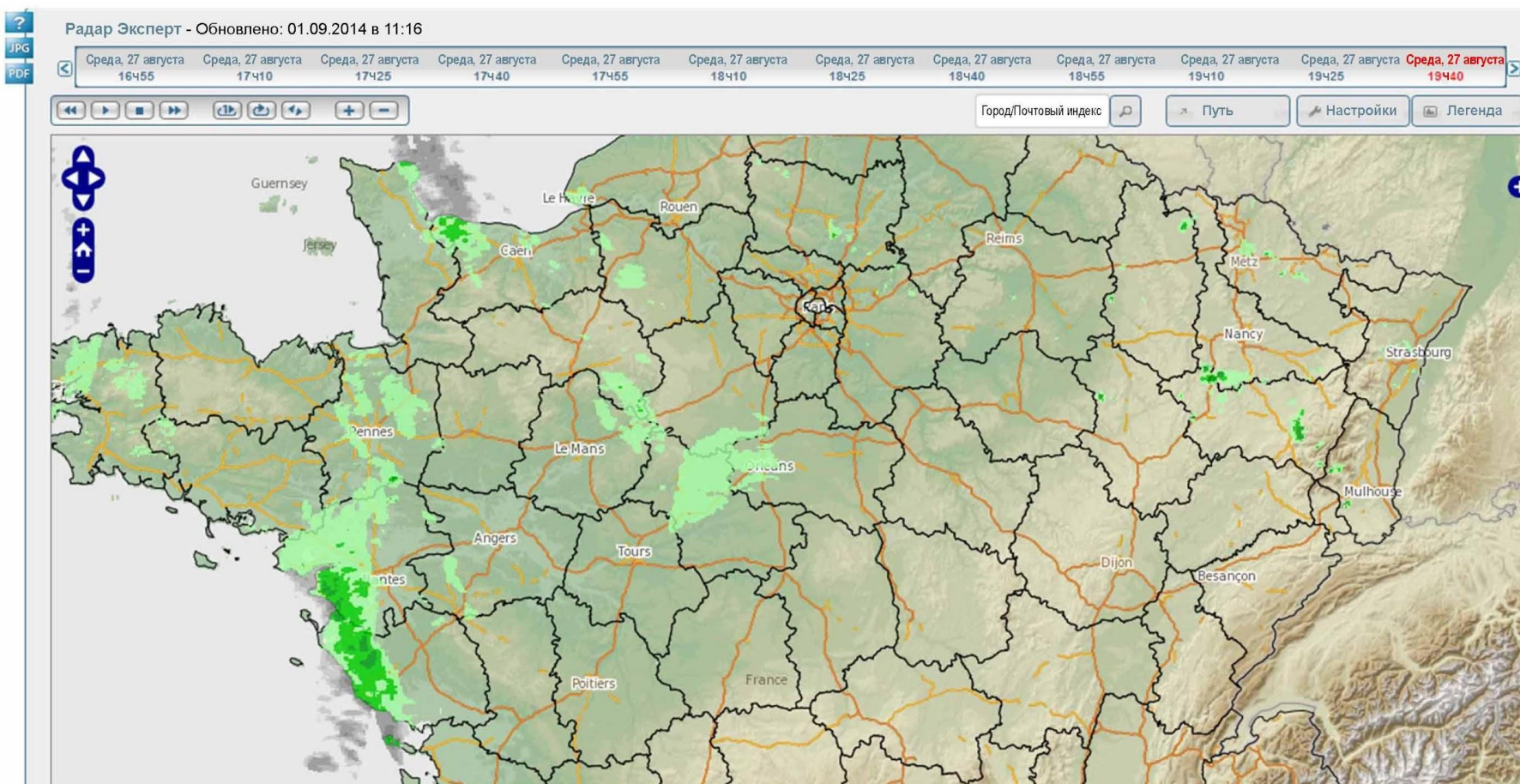
# ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОГНОЗА

## Таблица прогноза или атмограмма





## Радар Эксперт



# Спасибо



**United Toll Systems LLC**

Пресненская наб., 6, корпус 2, этаж 13,  
123112, Москва, Россия

Телефон: +7 (495) 988 47 26 Электронная почта: [info@unitoll.ru](mailto:info@unitoll.ru)

UTS-M11-S06-QHS-PRE-U0011-2018-10-30-DKO-DKO

[www.unitoll.ru](http://www.unitoll.ru)