

# КЛИМАТИЧЕСКИЕ показатели



# Вода в атмосфере



# Круговорот воды в природе



# Вода в атмосфере

В атмосфере содержится **14000 м<sup>3</sup>** воды в жидком, твердом и газообразном состоянии.

Влага попадает в атмосферу при **испарении** с поверхности океанов, морей, озёр, рек, ледников, болот, почвы, растений.

**Испарение** – поступление водяного пара в атмосферу в единицу времени (фактическое количество испарившейся воды).

**Испаряемость** – максимально возможное испарение, неограниченное запасами влаги.

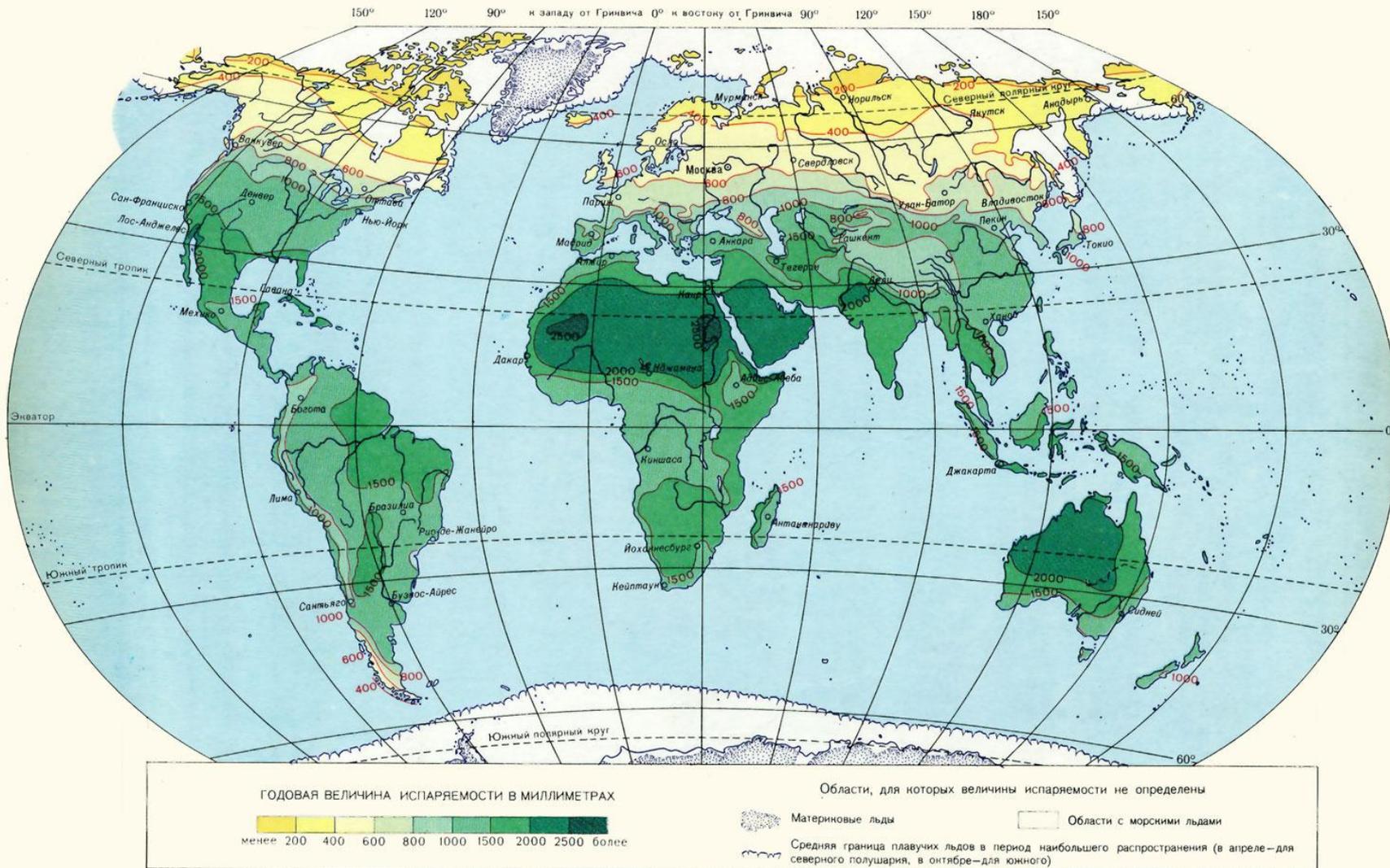
**Интенсивность испарения** определяется количеством воды в граммах, испаряющимся с 1 см<sup>2</sup> поверхности в 1 с.

Зависимость испарения от комплекса метеорологических условий выражается формулой Дальтона

$$W = \frac{a(E - e)}{p}$$

где  $W$  – скорость испарения, г/(см<sup>2</sup> • с);  
 $a$  – коэффициент, зависящий от скорости ветра;  
( $E - e$ ) – дефицит влажности;  
 $p$  – давление.

# Испаряемость



Масштаб 1:150 000 000 (в 1 см 1500 км)

1500 0 1500 3000 4500 6000 7500 км

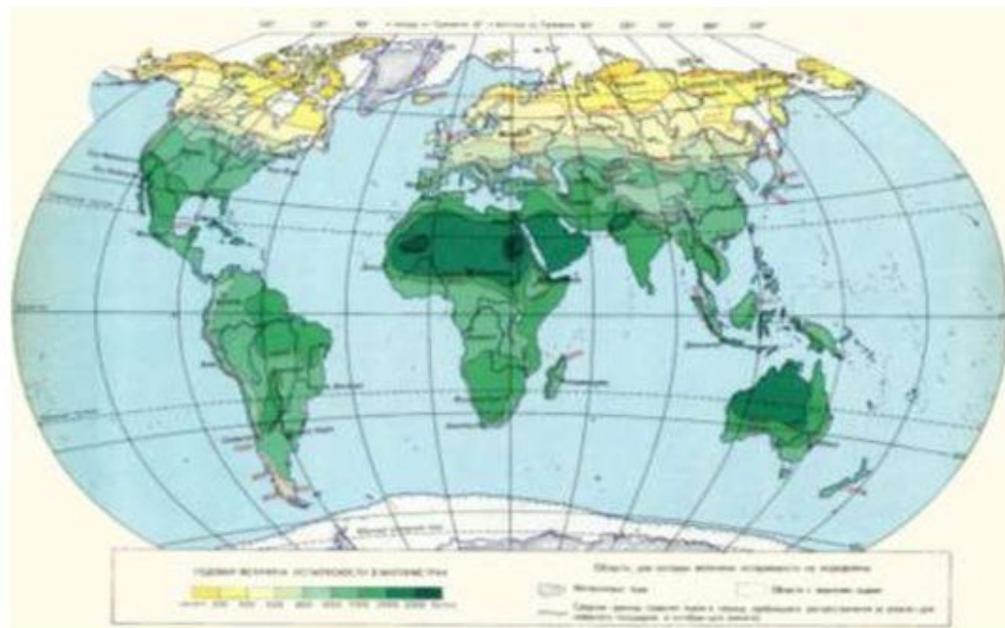
# Географическое распределение испарения и испаряемости

## Испарение

- **На суше:** максимум – экваториальные широты (800 – 1000 мм), минимум – тропические и полярные широты (менее 200 мм); умеренные широты: 300 – 600 мм
- **Над океаном:** максимум – субэкваториальные и тропические широты (1800 – 2000 мм), минимум – полярные широты (менее 500 мм); экваториальные широты: 1000 – 1200 мм, умеренные широты: 600 – 1000 мм.

## Испаряемость

- **На суше:** максимум – тропические пустыни (более 2000 мм), минимум – полярные широты (менее 200 мм);
- **Над океаном:** так же, как испарение



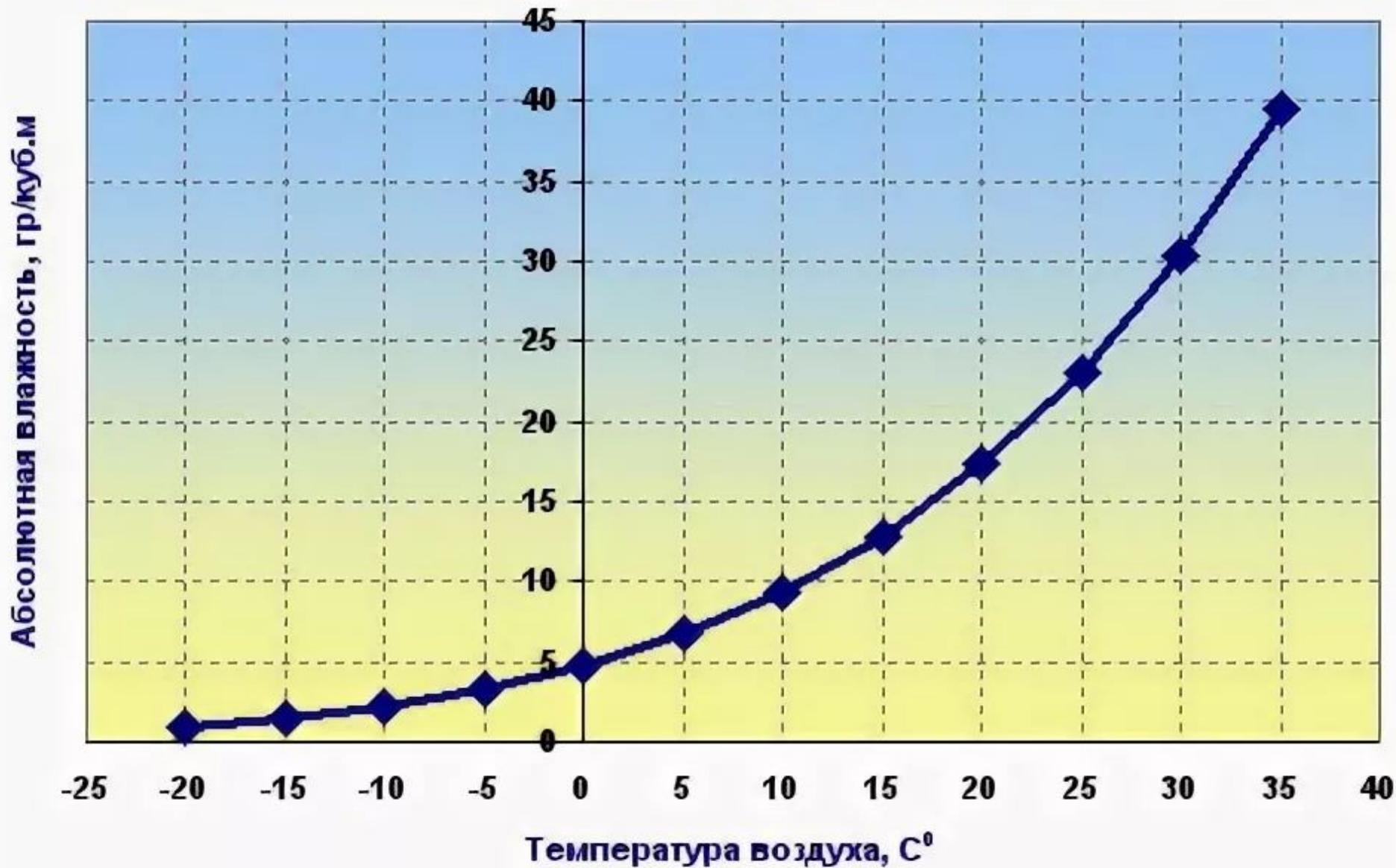
# Влажность воздуха

— свойство воздуха, определяемое содержанием в нем водяного пара.

## Основные характеристики влажности воздуха:

- **Фактическая упругость (парциальное давление)** водяного пара – часть атмосферного давления, создаваемая содержащимся в воздухе водяным паром ( $e$ ).
- **Максимальная упругость** водяного пара – максимально возможное парциальное давление водяного пара при данной температуре ( $E$ ). **Воздух, в котором фактическое содержание водяного пара достигает максимально возможного при данной температуре, называется насыщенным.**
- **Абсолютная влажность воздуха** – масса водяного пара, содержащегося в единице объема воздуха ( $a$ ).
- **Относительная влажность** – процентное отношение фактической упругости водяного пара к максимально возможной при данной температуре ( $f, \%$ )
- **Дефицит влажности** – разность между максимально возможной при данной температуре упругостью водяного пара и фактической упругостью водяного пара ( $d$ )
- **Точка росы** – температура, при которой воздух с данным содержанием водяного пара достигает состояния насыщения ( $td, ^\circ\text{C}$ ).

## Максимальное значение абсолютной влажности в зависимости от температуры воздуха



# Точка росы

- Точка росы - температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нем водяной пар достиг насыщения .



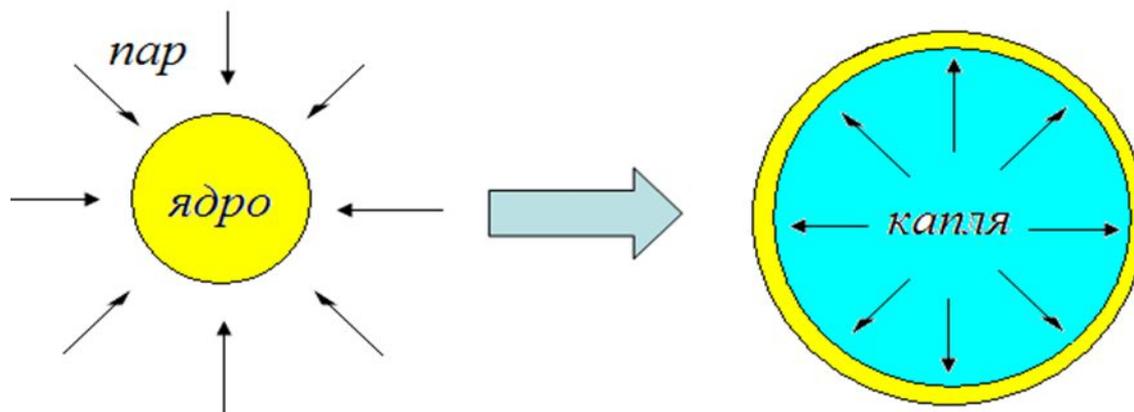
# Определение точки росы

Температура в помещении, °C	Точка росы при относительной влажности воздуха						
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
+18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1
+19	1	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1
+20	1,9	4,1	6	7,7	9,3	10,7	12
+21	2,8	5	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9
+22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9
+23	4,5	6,7	8,7	10,4	12	13,5	14,8
+24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8
+25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7

# Процессы влагооборота

- **Конденсация** – переход вещества из газообразного в жидкое состояние.
- **Сублимация** – переход из газообразного в твердое состояние (для воды – при  $-40^{\circ}\text{C}$ ).
- Образование капель происходит на **ядрах конденсации** - аэрозольных примесях, содержащихся в воздухе (пыль и т.п.).
- В результате конденсации и сублимации образуются облака, туман и наземные гидрометеоры.

**Ядра конденсации – мельчайшие частички растворимых и нерастворимых в воде веществ. Они являются центрами, вокруг которых происходит процесс конденсации.**



# Атмосферные осадки

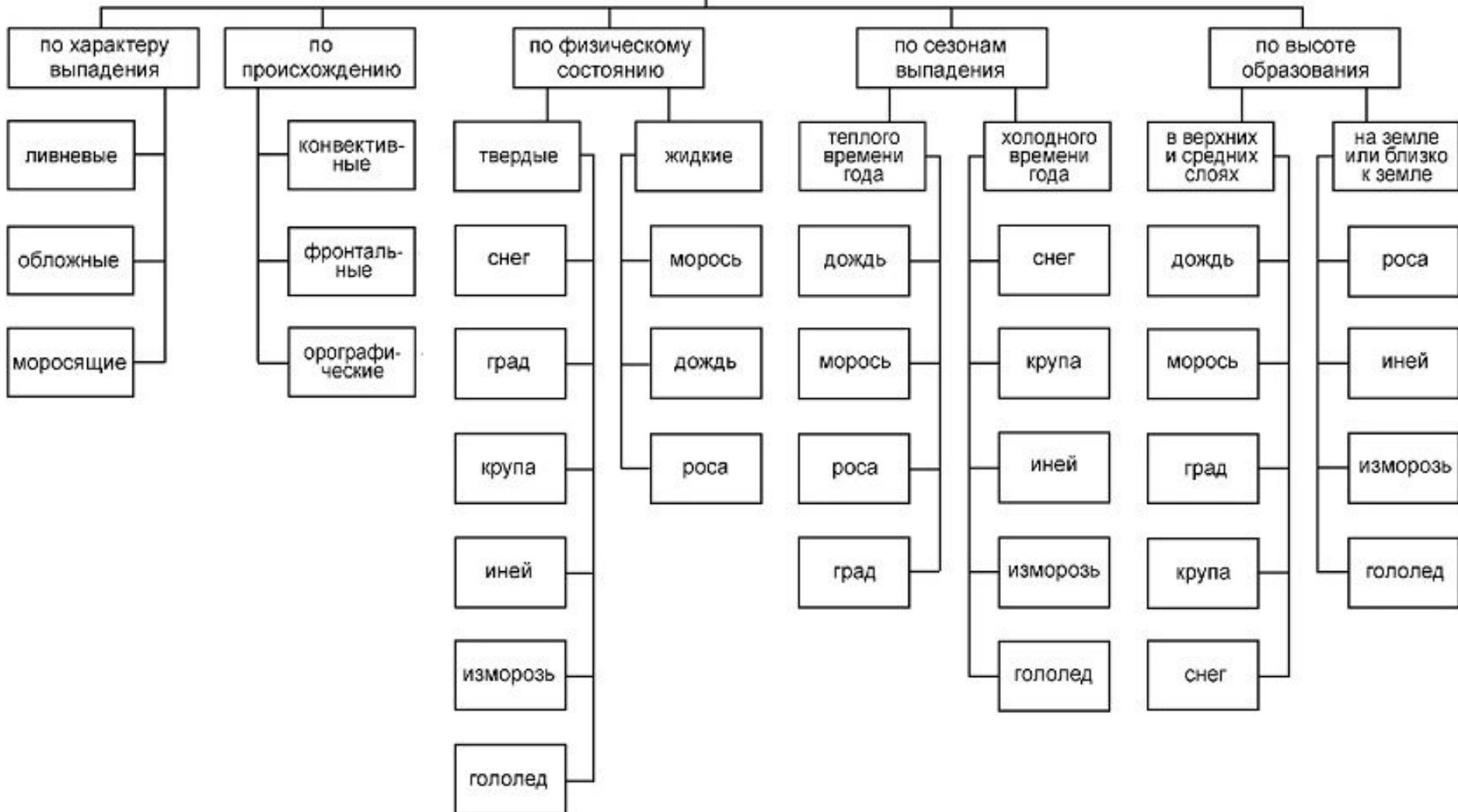
- Это вся влага в жидком или твердом состоянии, выпавшая из атмосферы.



# Виды осадков



# Виды атмосферных осадков





# Гололед – осадки?

**Гололёд** - это слой льда, которым при морозе покрываются различные объекты: растения, провода, стёкла.

Водяной пар или водяные капли, представленные в виде осадков (дождь, мокрый снег) просто оседают на переохлаждённых поверхностях, а после замерзают на них.



# А когда замерзает?

**Гололёдица** — слой бугристого льда — слой бугристого льда (ледяная корка) или обледеневшего снега, образующийся на поверхности земли вследствие замерзания талой воды, когда после оттепели происходит понижение температуры воздуха и почвы.



# И в помещении осадки?



# При каком условии образуется туман?

При высокой  
влажности  
воздуха

При сильном  
понижении  
температуры

При снижении температуры воздуха ниже той, при которой содержащийся в нем пар становится насыщенным

Туман- скопление в приземном слое атмосферы взвешенных в воздухе мельчайших капель воды или ледяных кристаллов, образующихся в результате:

- конденсации водяного пара при охлаждении воздуха ниже точки росы (туманы охлаждения);

или

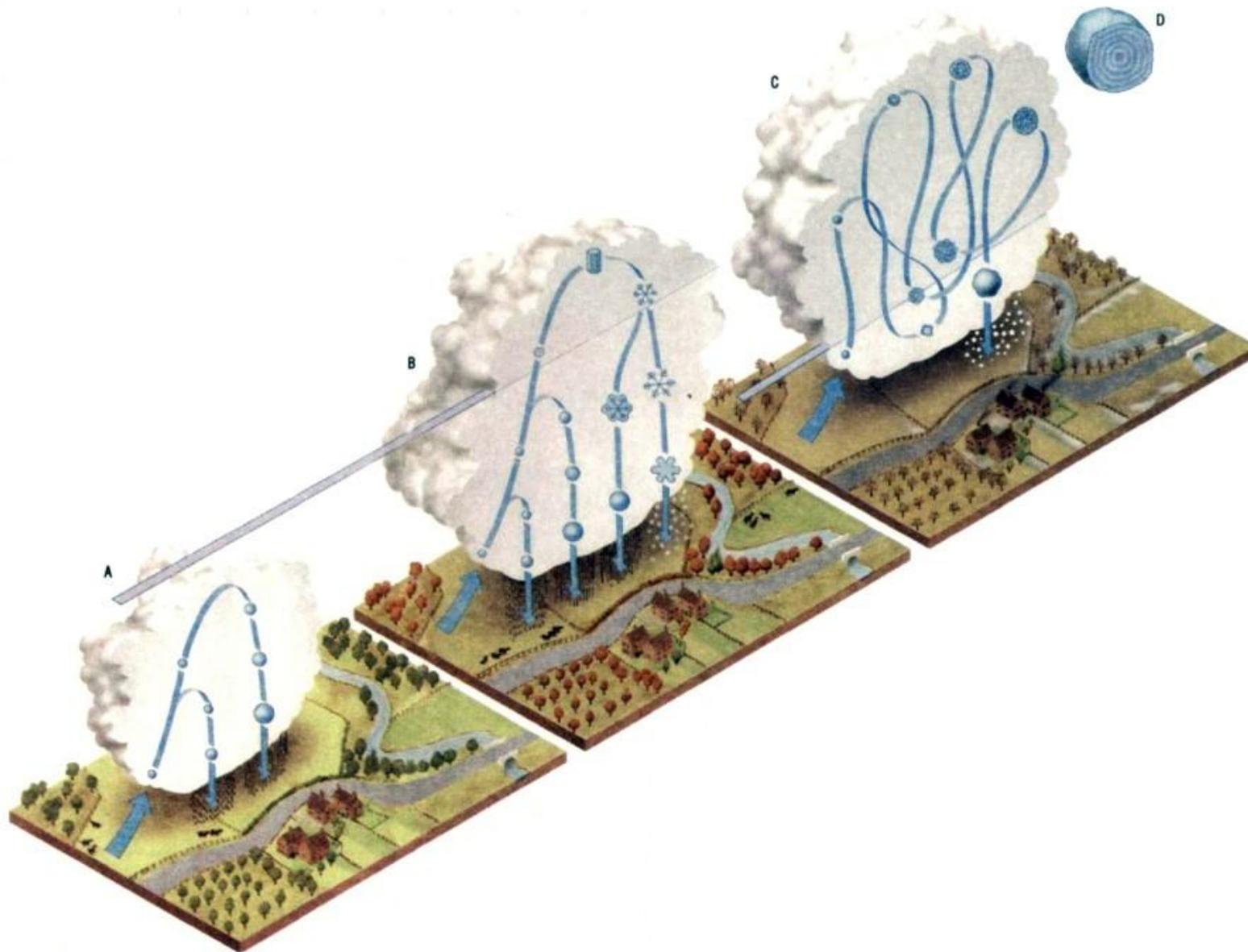
- испарения с более теплой испаряющей поверхности в холодный воздух над водоемами и влажными участками суши (туманы испарения) .



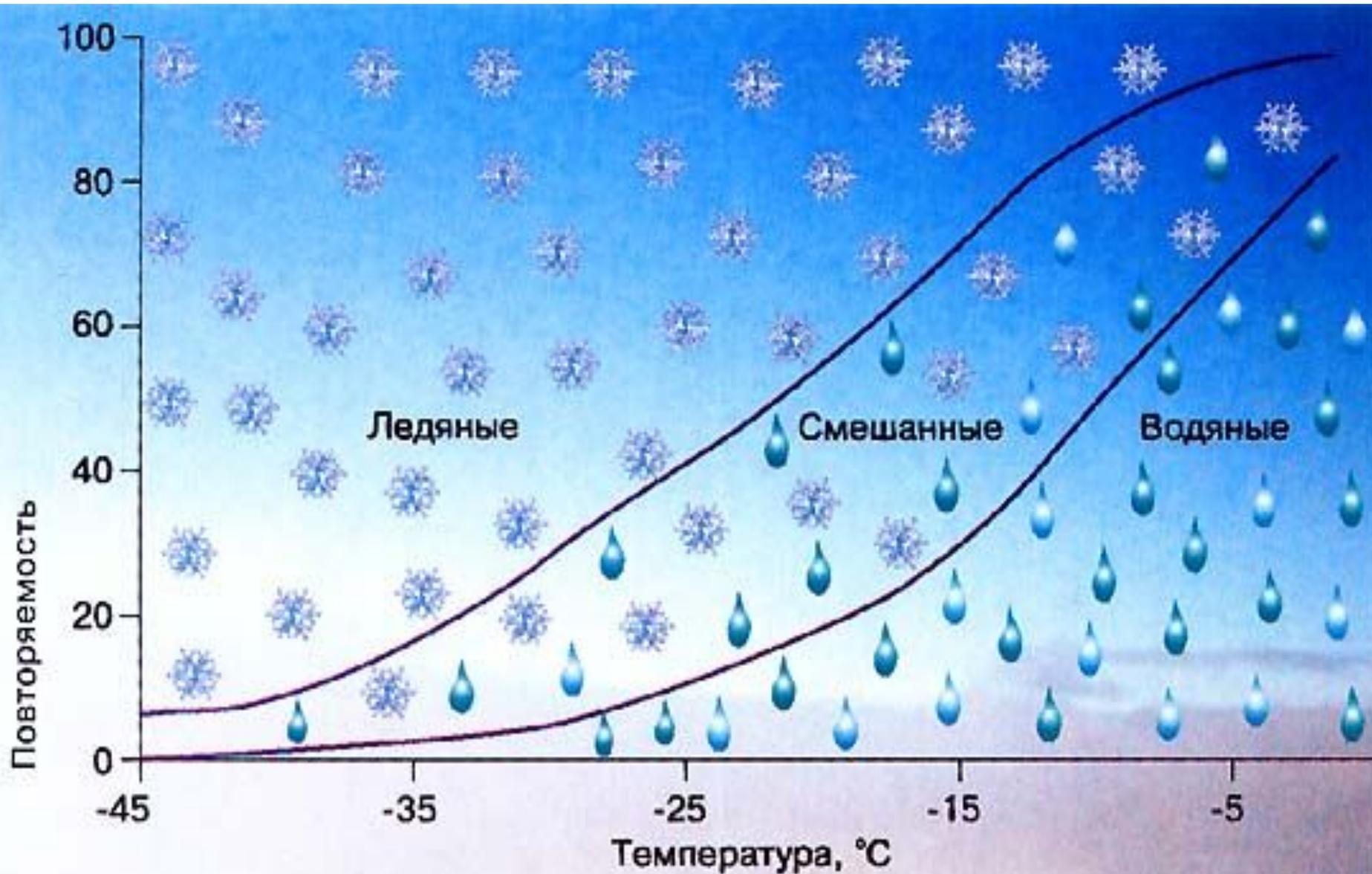


**Посмотреть как образуется туман можно и дома. Когда кипит чайник, вода превращается в горячий пар, он попадает в более прохладный воздух и образуется туман. Еще один способ образования тумана – это открыть форточку в морозный день. Теплый комнатный воздух соприкоснется с холодным уличным и превратится в туман.**

# Формирование облаков



# Состав облаков



# Облачные ярусы



# Международная классификация облаков

(выделяются 10 родов облаков, в основе классификации)  
**Облака верхнего яруса (выше 6 км, ледяные облака,)**

1. Перистые – Cirrus (Ci)
2. Перисто-кучевые – Cirrocumulus (Cc)
3. Перисто-слоистые – Cirrostratus (Cs)



**Облака среднего яруса (2 – 6 км, смешанные)**

4. Высококучевые – Altocumulus (Ac)
5. Высокослоистые – Altostratus (As)



**Облака нижнего яруса (до высоты 2 км, водяные или смешанные)**

6. Слоисто-дождевые – Nimbostratus (Ns)
7. Слоисто-кучевые – Stratocumulus (Sc)
8. Слоистые – Stratus (St)



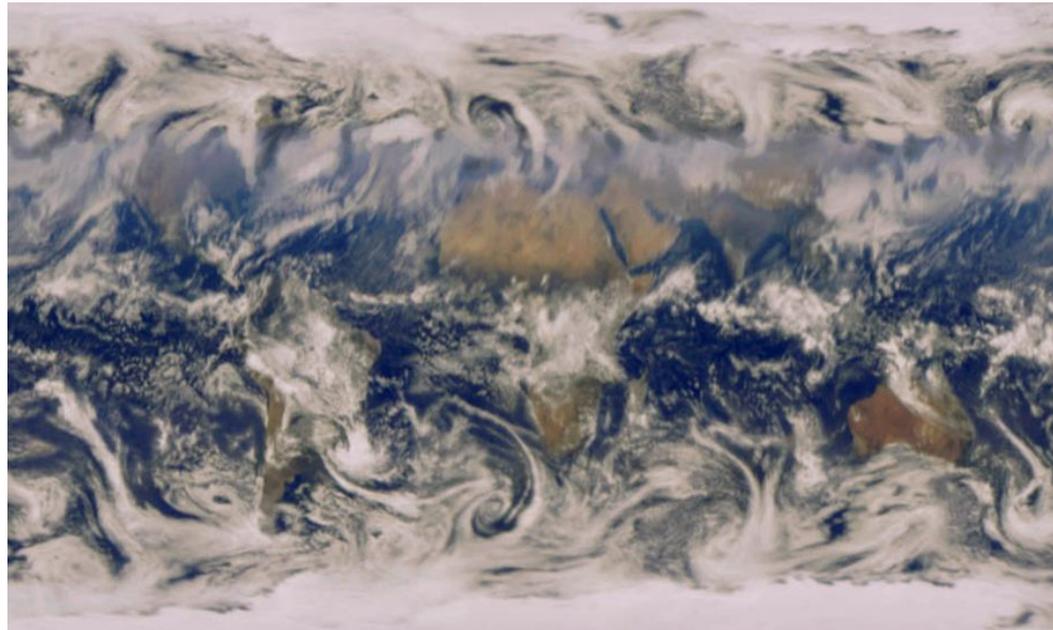
**Облака вертикального развития (смешанные, занимают нижние два или все три яруса)**

9. Кучевые – Cumulus (Cu)
10. Кучево-дождевые – Cumulonimbus (Cb)



# Географическое распределение облачности

- **Средняя облачность Земли** – 5,4 балла (5,8 – над океаном, 4,9 – над сушей);
- **Максимальная облачность** (6 – 7 баллов) – субполярные широты, особенно над океанами (причина – большая циклоническая активность с фронтальной облачностью);
- **Минимум облачности** (до 2 баллов) – тропические пустыни (причина – господство антициклонов с инверсионной стратификацией атмосферы);
- Тропические океаны – 3 – 5 баллов (развитие кучевых облаков под слоем инверсии в тропических антициклонах);
- На экваторе – 5 – 6 баллов (за счет активного развития облаков тепловой конвекции).



# ВИДЫ атмосферных осадков





# Виды дождя

Моросящие

1 мин – 1 м<sup>2</sup>

наперсток

Обложные

1 мин – 1 м<sup>2</sup>

¼ стакана

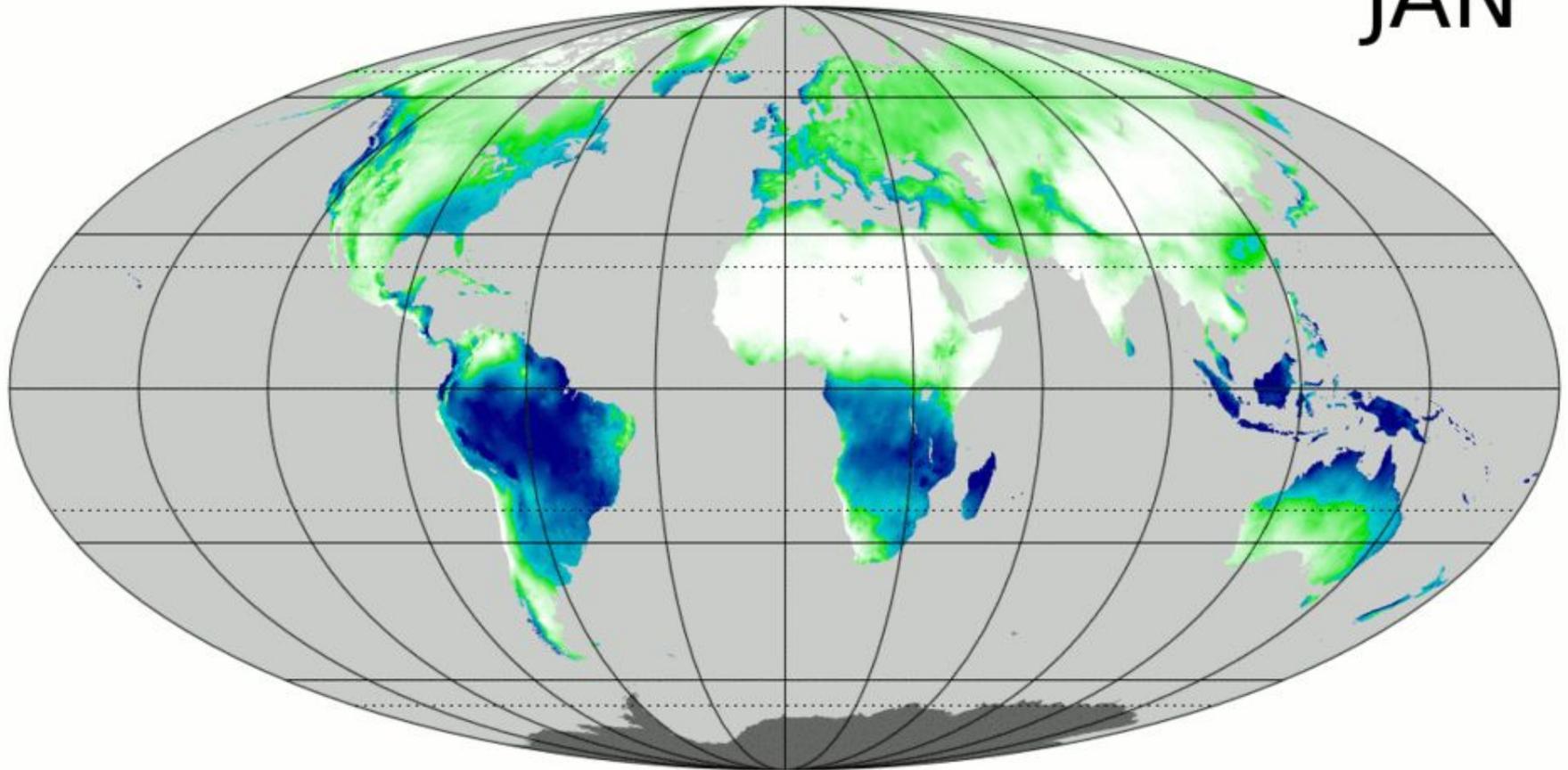
Ливневые

1 мин – 1 м<sup>2</sup>

2-3 литра

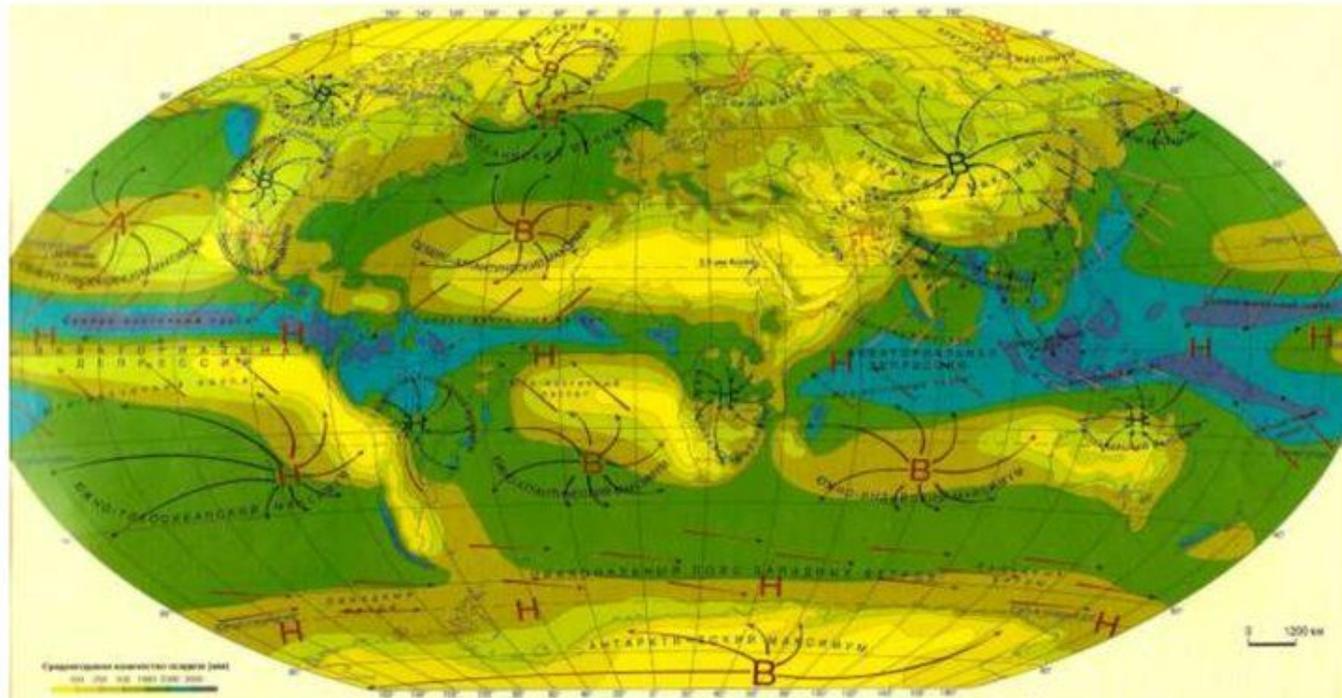
# Годовой ход осадков

JAN

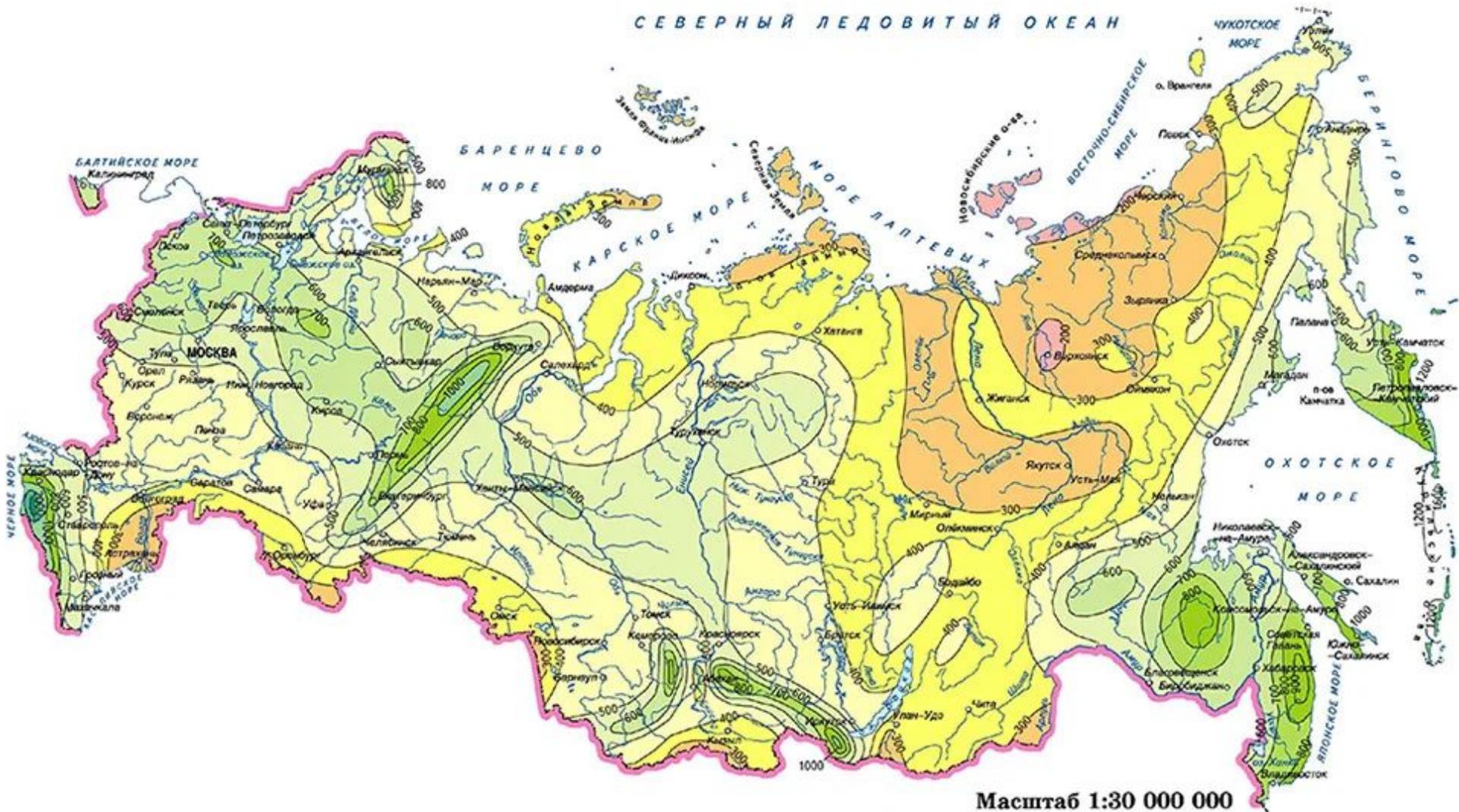


# Географическое распределение атмосферных осадков

- Вследствие влияния теплых морских течений в умеренных широтах наибольшее количество осадков выпадает на западных окраинах материков; в тропических широтах – наоборот – западным побережьям, которые омываются холодными течениями, соответствуют приморские пустыни (Атакама, Намиб и др.), тогда как на восточных окраинах материков количество осадков увеличивается.
- Вследствие преграждающего влияния рельефа на движущиеся влажные воздушные массы на юго-западных склонах Гималаев, западных склонах Берегового хребта Кордильер, Южных Анд и Западных Гатов выпадает более 3000 мм осадков. Абсолютный максимум на Земле – пос. Черрапунджи (субэкваториальный климат, Индия) – до 23 000 мм в год.

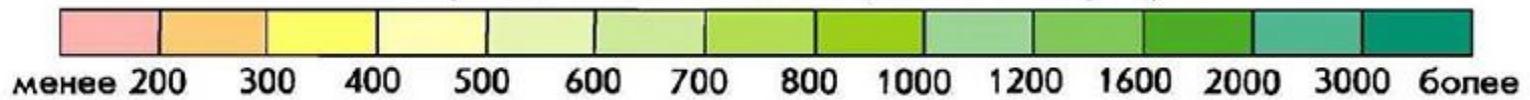


СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН



Масштаб 1:30 000 000

Годовое количество осадков  
с поправкой на смачивание (в миллиметрах)

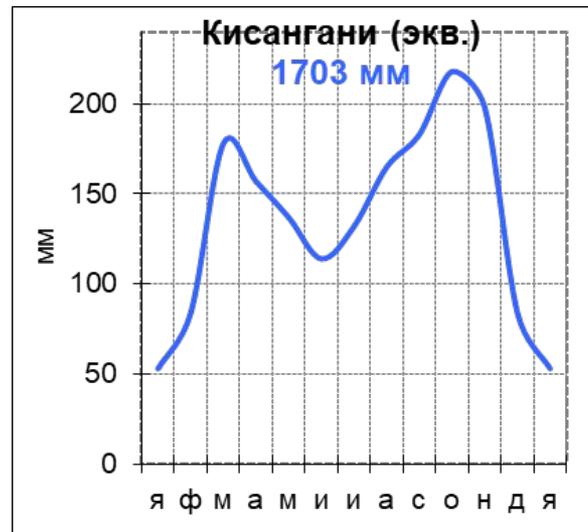
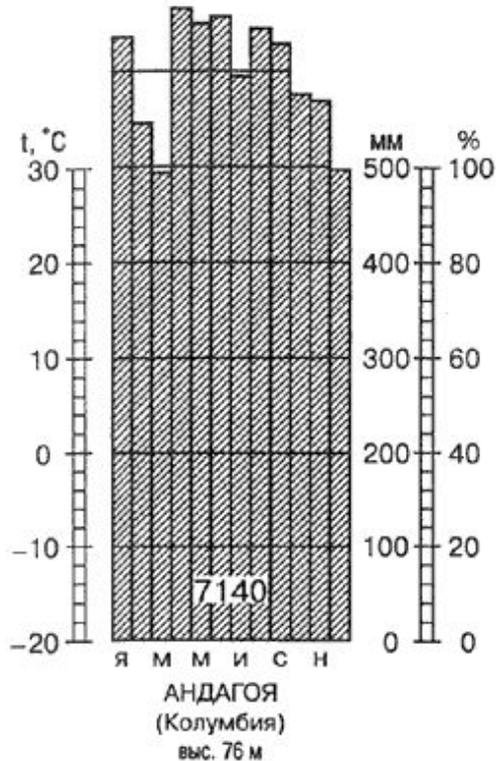


## **Типы годового хода осадков:**

- **экваториальный** (много осадков, выпадают равномерно в течение года);
- **тропический** (4 месяца летом обильные дожди, потом – сухой сезон);
- **мусонный** (максимум осадков – летом, минимум – зимой);
- **средиземноморский** (максимум осадков – зимой, минимум – летом);
- **морской** (осадки выпадают равномерно в течение года, чуть больше осенью-зимой);
- **континентальный** (летом осадков больше (в 2-3 раза), чем зимой).

# Типы годового хода осадков

## Экваториальный

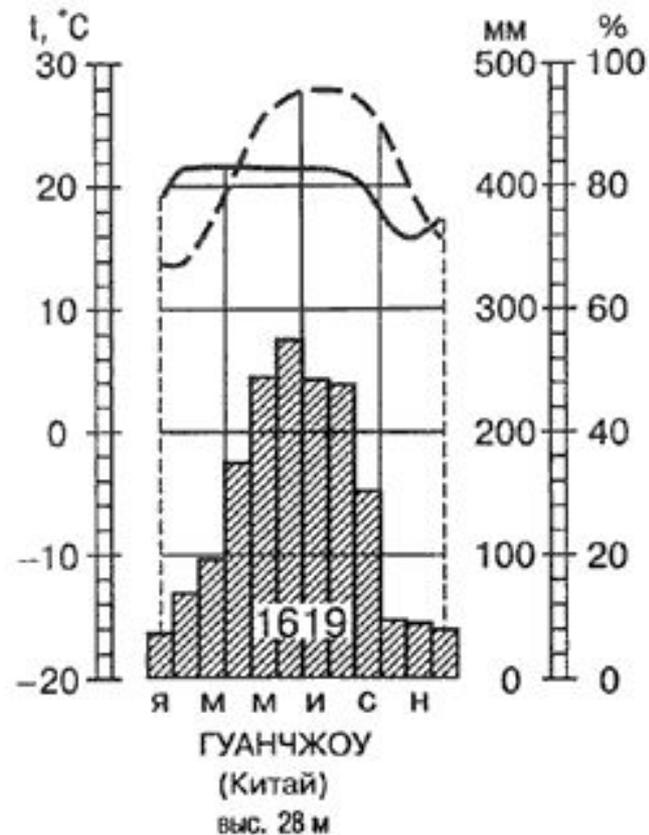
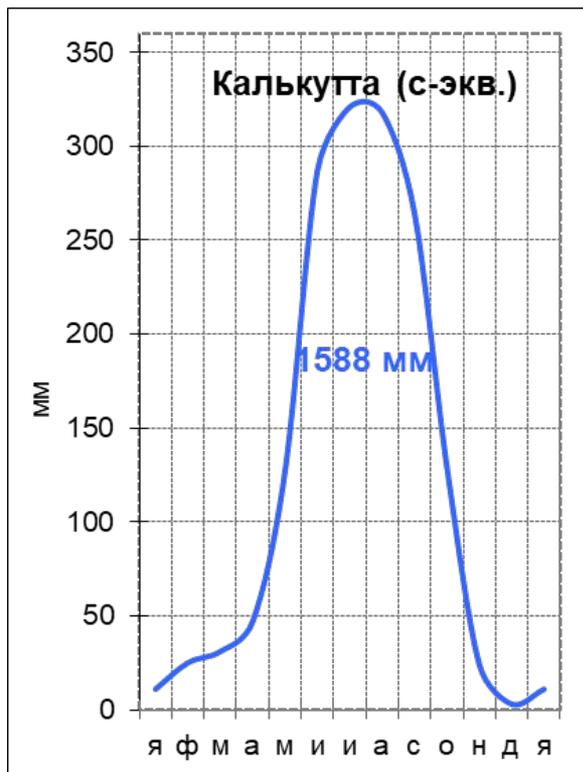


- более 2000 мм в год, избыточное увлажнение в течение всего года; причины: высокая влажность воздуха, низкое атмосферное давление, активная конвекция (до 18 км в высоту);
- два максимума осадков: весной и осенью (когда

# Типы годового хода осадков

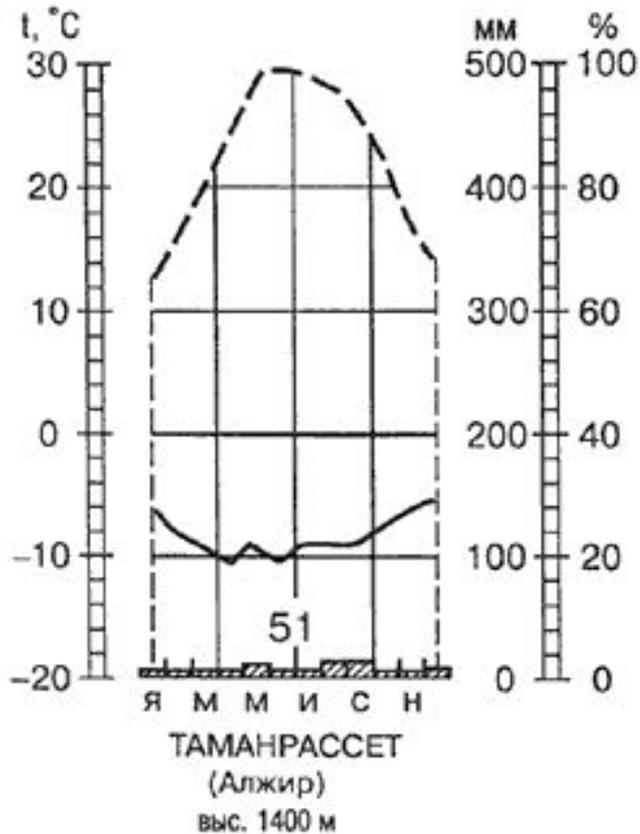
- год четко делится на летний сезон дождей и зимний сезон засухи;
- причина: сезонная смена тропических муссонов (летом несут влажный экваториальный воздух, зимой – сухой тропический континентальный).

## Муссонный

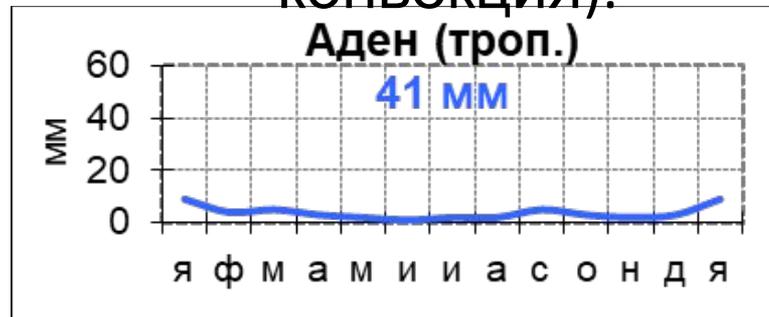


# Типы годового хода осадков

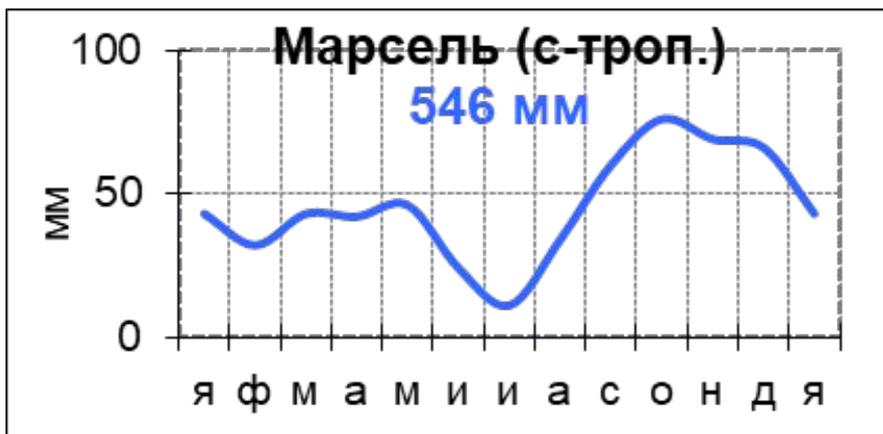
## Тропический



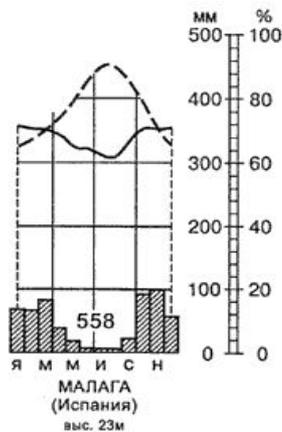
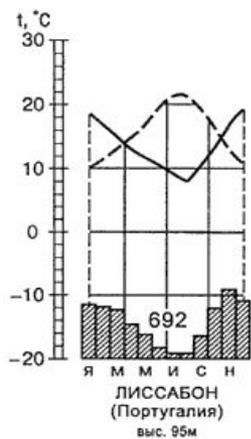
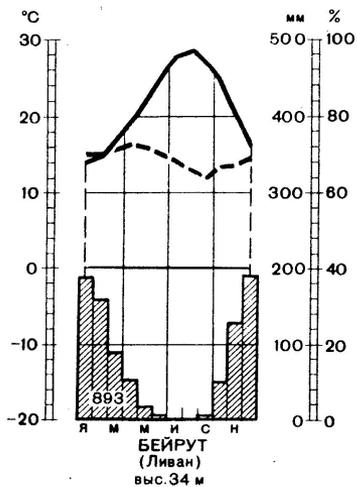
- 600 – 800 мм над океаном, менее 300 мм внутри материков, большую часть года увлажнение недостаточное;
- причина: господство антициклонов и пассатов; максимум осадков – в летние месяцы (в это время активизируется конвекция).



# Типы годового хода осадков Средиземноморский



- 300 – 800 мм, характерна летняя засуха из-за господства антициклонов и тропического сухого воздуха;
- зимой преобладают умеренные воздушные массы, высока циклоническая активность, и количество осадков избыточно.

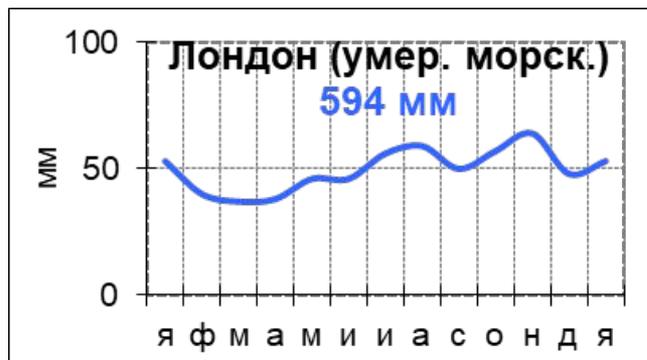
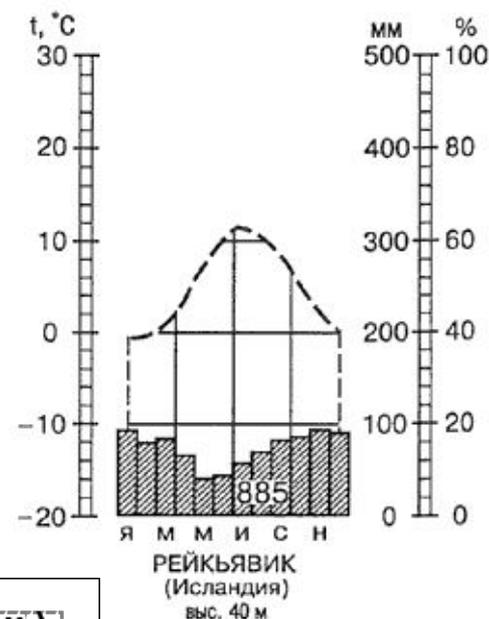


Годовой ход температур, осадков и относительной влажности на восточном побережье Средиземного моря

# Типы годового хода осадков

## Морской умеренных широт

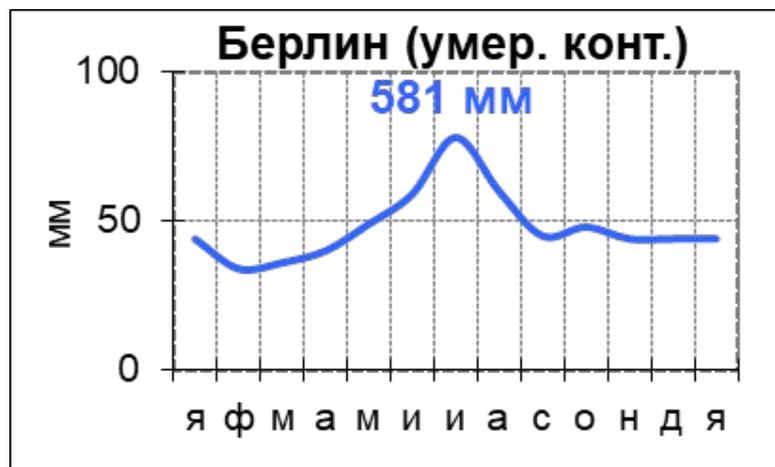
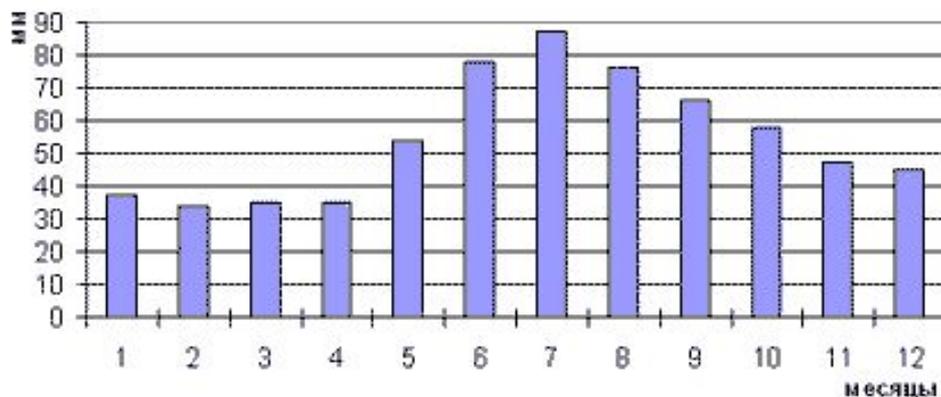
- 600 – 900 мм в год, равномерное избыточное увлажнение в течение всего года;
- причины: господство циклонов, фронтальная облачность;
- иногда выражен небольшой зимний максимум.



# Типы годового хода осадков

## Континентальный умеренных широт

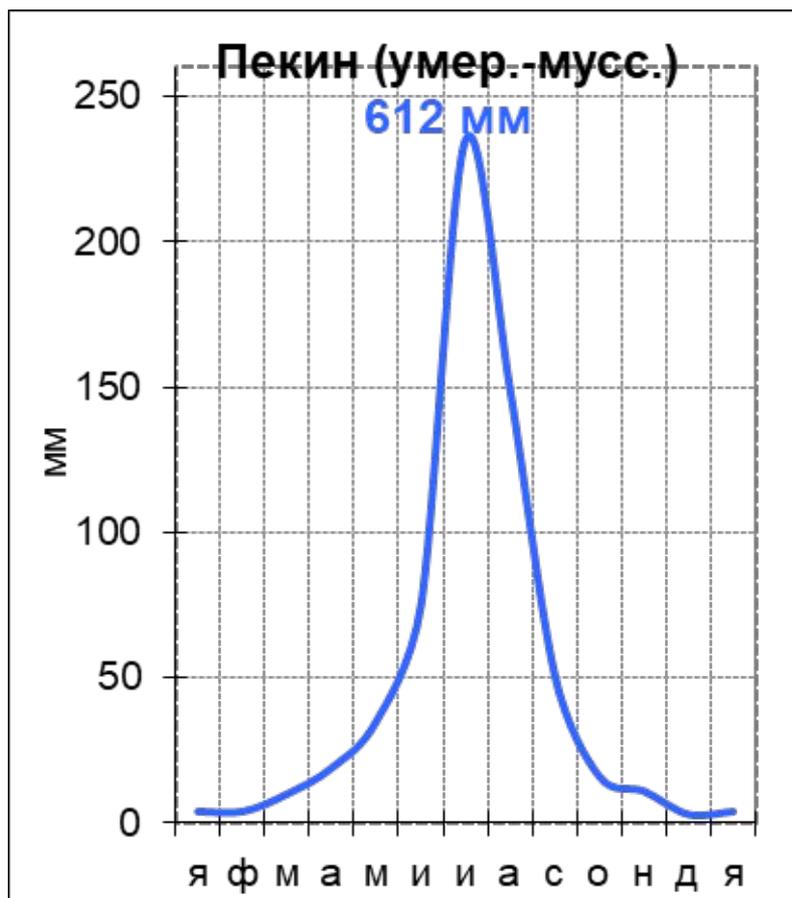
Годовой ход осадков



- 300 – 600 мм, хорошо выражен летний максимум, что связано с повышенной активностью циклонов;
- зимой часто устанавливается морозная и сухая антициклоническая погода;
- летом из-за высокой температуры возможно появление непродолжительного сезона засухи.

# Типы годового хода осадков

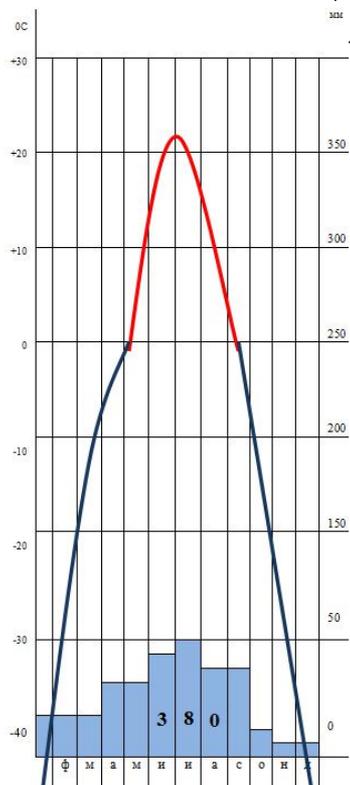
## Умеренный муссонный тип



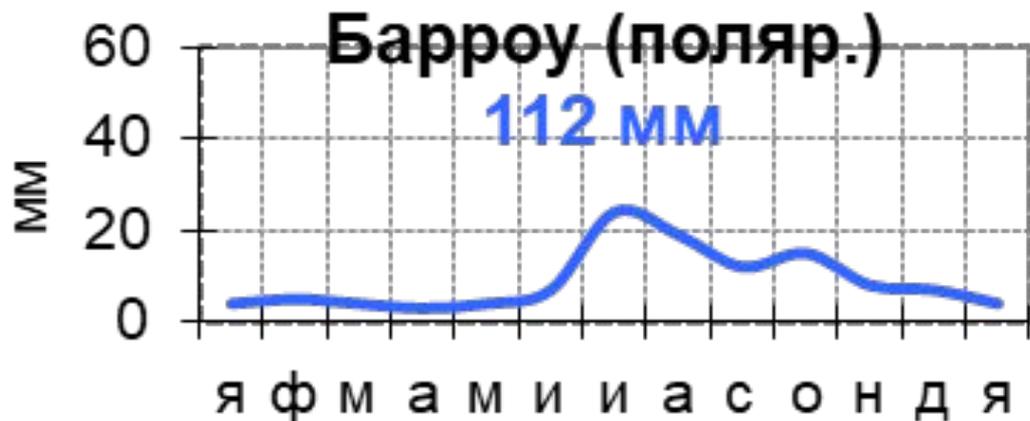
- 600 – 900 мм, четко выражен летний максимум осадков, связанный с приходом океанического муссона.
- Зимой господствует сухая морозная погода.

# Типы годового хода осадков

## Полярный тип



- менее 300 мм, причина – низкая температура и малое влагосодержание воздуха; хорошо выражен летний максимум, связанный с активизацией процесса испарения и циклонической активности.



# Влияние морей и океанов



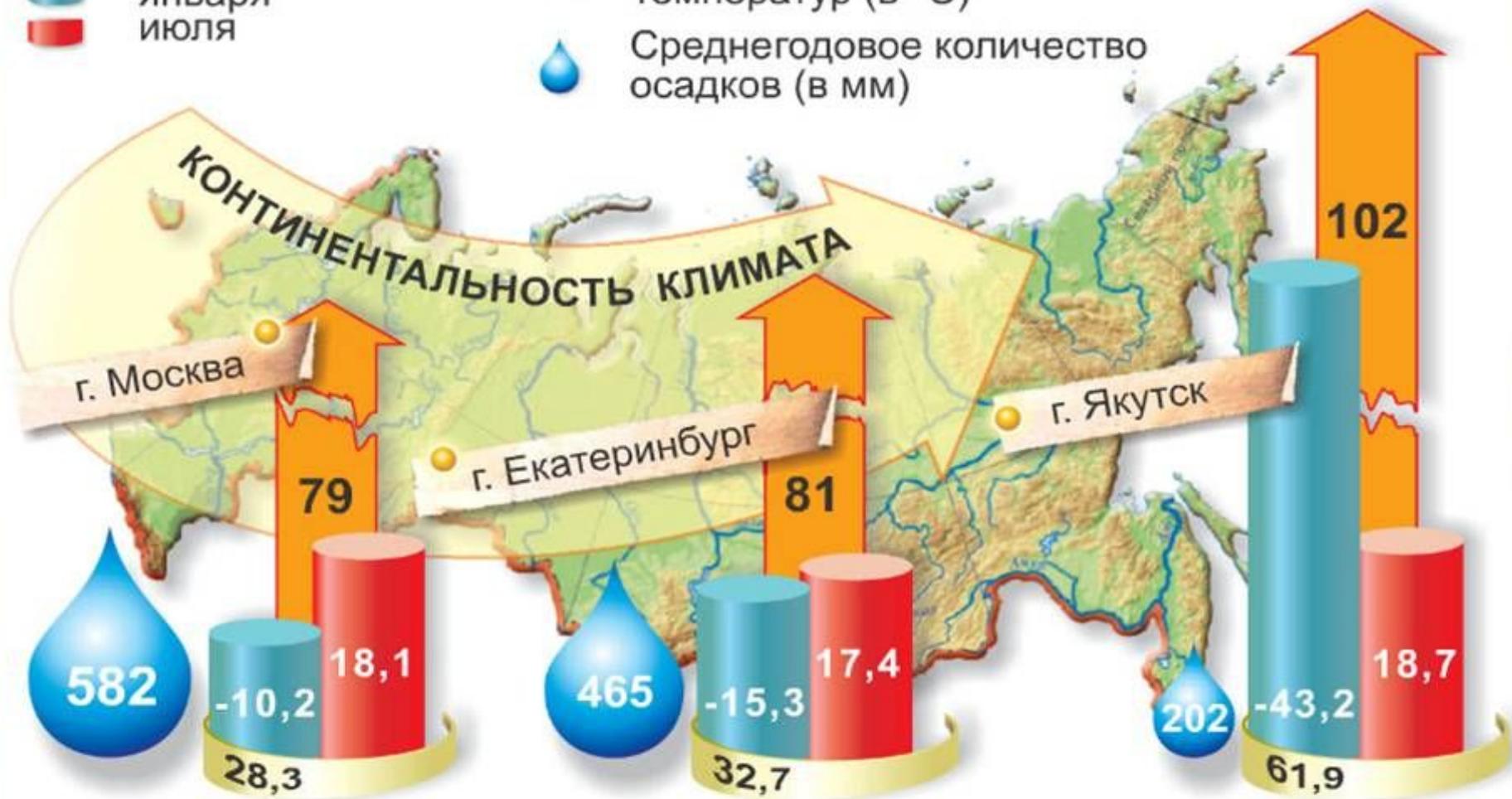
Средняя температура  
воздуха (в °С)

января  
июля

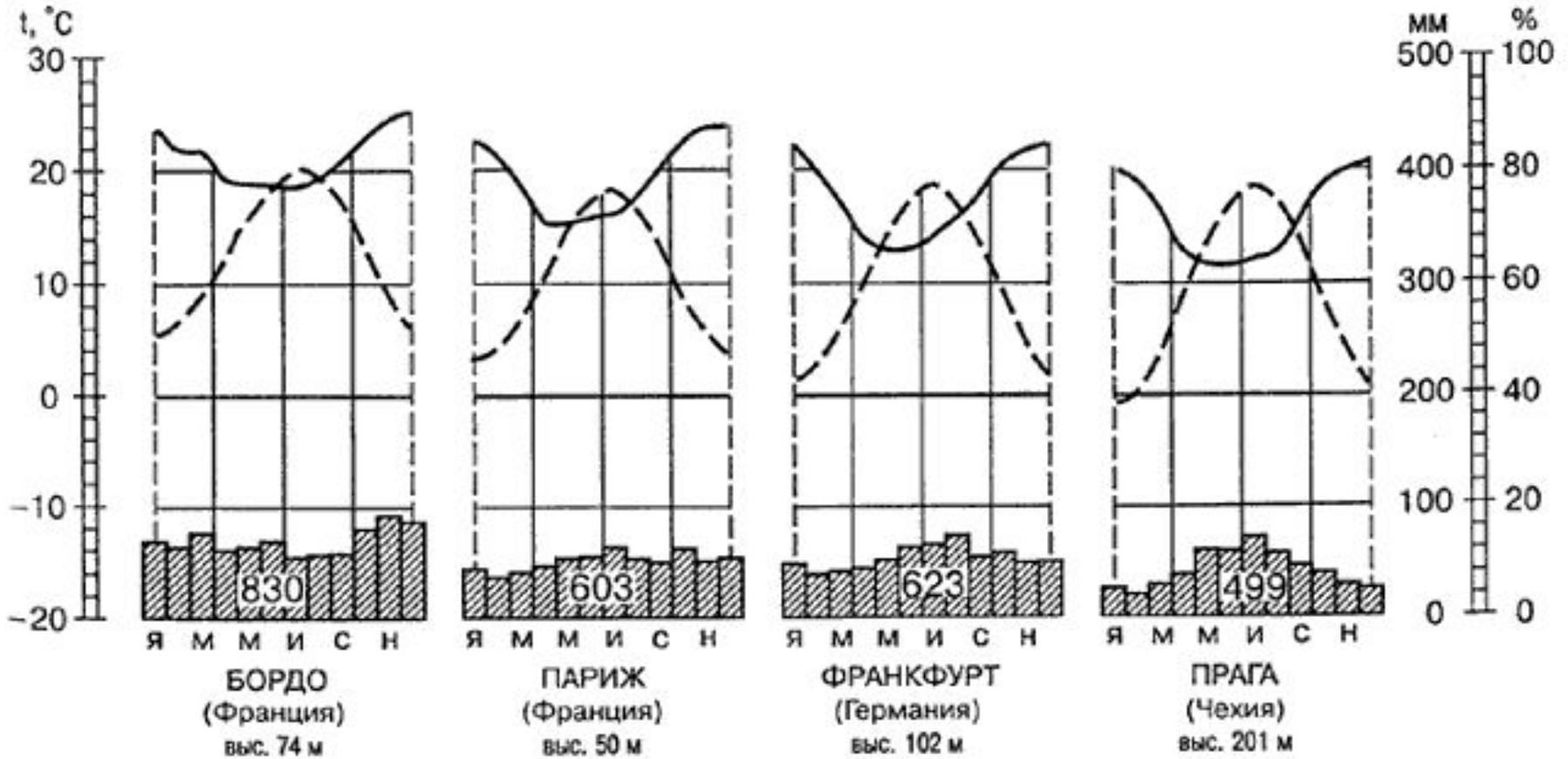
Годовая амплитуда температур (в °С)

Амплитуда экстремальных  
температур (в °С)

Среднегодовое количество  
осадков (в мм)



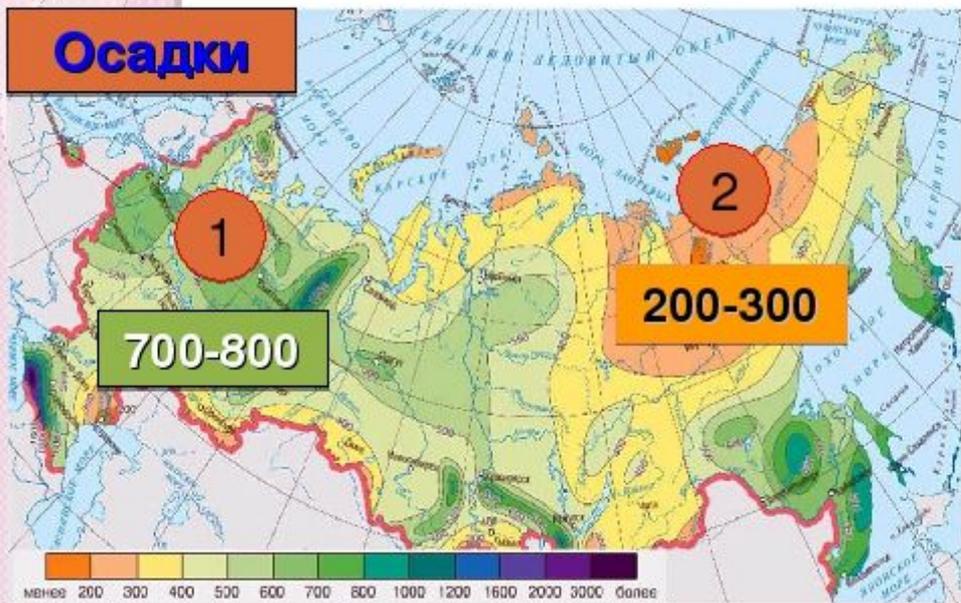
# Увеличение континентальности



# Коэффициент увлажнения

- **Коэффициент увлажнения** – соотношение между количеством осадков и их испаряемостью за один и тот же период времени:  $k=r/E$  ( $r$ -количество осадков,  $E$ -испаряемость).
- Если  $k < 1$ : увлажнение недостаточное.
- Если  $k = 1$ : увлажнение достаточное.
- Если  $k > 1$ : увлажнение избыточное.

## Осадки



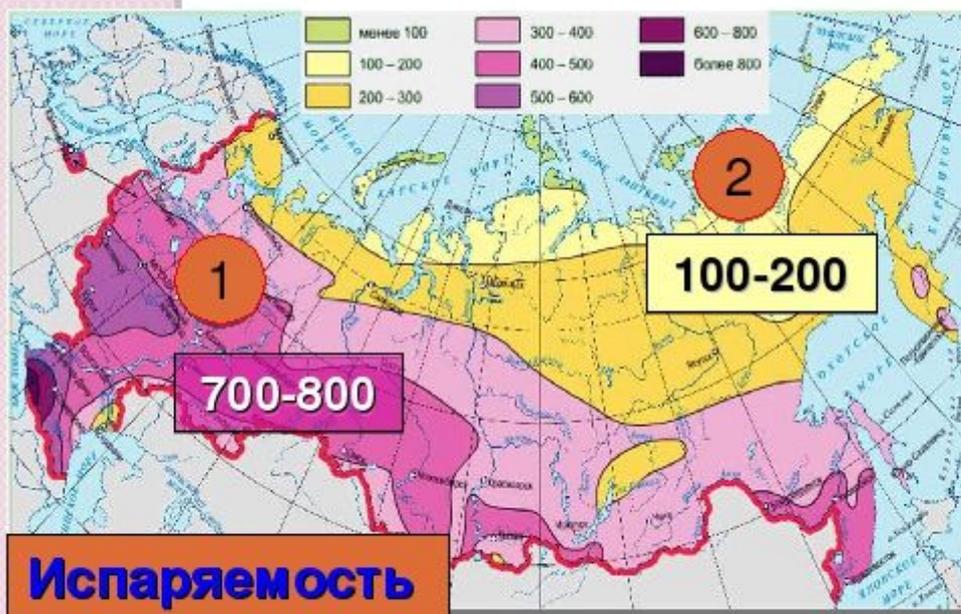
**Коэффициент увлажнения** -  
отношение годового  
количества осадков к  
годовой величине  
испаряемости

$$K = \frac{O}{И}$$

*Осадки*  
*Испаряемость*

Если:

- $K > 1$  увлажнение избыточное
- $K = 1$  увлажнение достаточное
- $K < 1$  увлажнение недостаточное  
(0,5-1 слабозасушливое, 0,3-0,5  
засушливое, 0,3 и менее - сухое)



## Испаряемость

$$1 \quad K = \frac{700-800}{700-800} = 1$$

$$2 \quad K = \frac{200-300}{100-200} > 1$$



## ИСПАРЯЕМОСТЬ



## ЗОНЫ УВЛАЖНЕНИЯ

