

# Лекция

## Роль подстилающей поверхности

### Локальный климат



# Локальный климат

- климат , характерный для отдельных территорий, районов, водных бассейнов и т.п.
- Местные особенности климата, обусловленные неоднородностью строения подстилающей поверхности и существенно меняющиеся на небольших расстояниях, называют микроклиматом:
- В географическом районе с одним и тем же типом климата могут наблюдаться различные варианты микроклимата: леса, поляны, холмов, долин, озер, болот, города.

# “микроклимат” и “мезоклимат”

- Наряду с понятием “микроклимат” существует понятие “мезоклимат” как промежуточное звено между макроклиматом и микроклиматом.
  - Мезоклиматические особенности формируются под действием как
- макромасштабных (горный рельеф, океаны, моря, вечная мерзлота, снег, лед), так и
  - мезомасштабных неоднородностей (холмистый рельеф, реки, озера, пестроты почвенно-растительного покрова, большие города) достаточно большой площади.

# Критерии распределения мезо-, микро- и нано- климата

Неоднородности подстилающей поверхности		Масштаб возмущений	
Тип	Характеристика	горизонтальны й	вертикальны й
<b><i>Мезоклимат</i></b>			
Горный рельеф Холмистый рельеф	Система гор Массивы площадью > 100 км <sup>2</sup>	< 100 км	< 1000 м
Реки	Ширина > 1 км		
Озера, моря, океаны	Площадь зеркала 50-100 км <sup>2</sup>		
Почвенно-растительный покров Большой город	Массивы площадью > 100 км <sup>2</sup> Районы города		
<b><i>Микроклимат</i></b>			
Горный рельеф Холмистый рельеф	Отдельные участки Отдельно стоящие холмы или группа холмов	<10км	100-200 м
Реки	Ширина < 1 км		
Озера, пруды	Площадь зеркала < 50 км <sup>2</sup>		
Почвенно-растительный покров	Массивы площадью < 100 км <sup>2</sup>		
Город, поселок	Элементы застройки, отдельные здания, улицы		
<b><i>Наноклимат</i></b>			
Микровозвышения и микропонижения (бугры, кочки, гребни, борозды)	Отдельные неровности с перепадом высот, измеряемым единицами и десятками сантиметров	1-3 м	< 0,5 м

# Подстилаящая поверхность как климатообразующий фактор

Подстилающая поверхность  
-роль заключается в том, что ее  
характер определяет физические  
свойства ВМ,  
находящихся/приходящих на эту  
поверхность

# Основной фактор-это количественное соотношение поверхности континентов и Мирового океана

Площадь поверхности Земли 510  
млн кв.км

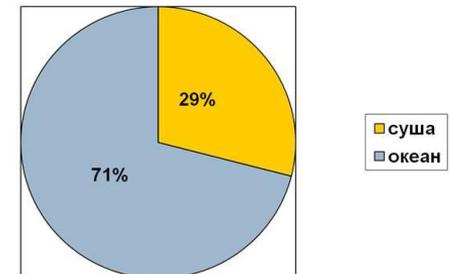
Воды Мирового океана 361,3 млн кв.  
км =71 % Земной поверхности

Суша 149 млн кв.км =29%  
поверхности Земли

Северное полушарие: суша 100 млн  
кв.км =39%

Южное полушарие: суша 49 млн кв.  
км =19%

Соотношение суши и океана



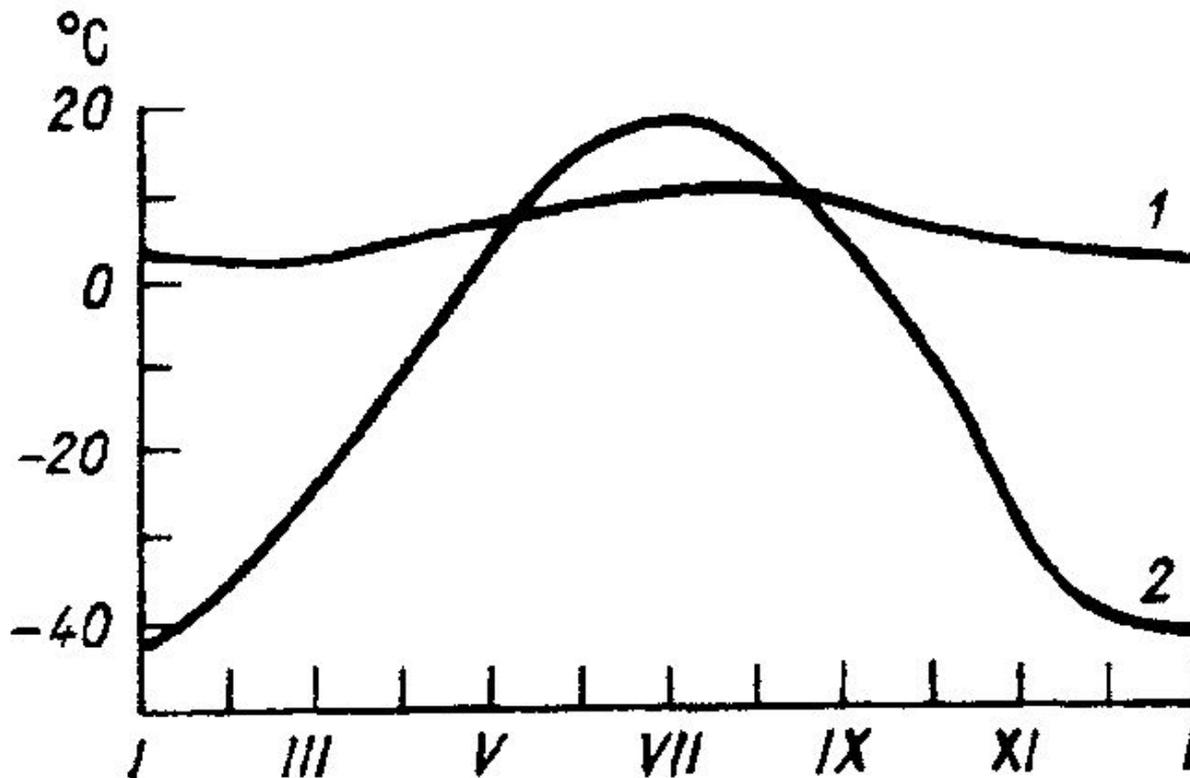
# Континентальность климата

- Континентальность климата - совокупность характерных особенностей климата, определяемых воздействиями материка на процессы климатообразования.
- В климате над морем (морской климат) наблюдаются малые годовые амплитуды температуры воздуха по сравнению с континентальным климатом над сушей с большими годовыми амплитудами температуры.

Годовой ход температуры воздуха на широте  $62^{\circ}$  с.ш.:  
на Фарерских островах и Якутске отражает  
географическое положение этих пунктов: в первом  
случае - у западных берегов Европы,  
во втором - в восточной части Азии



Средняя годовая амплитуда в Торсхавне  $8^{\circ}$ , в Якутске  $62^{\circ}\text{C}$ .



На континенте Евразия наблюдается возрастание годовой амплитуды в направлении с запада на восток.

# ИНДЕКС КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ

- это числовая характеристика континентальности климата.

- Существует ряд вариантов И К, в основу которых положена та или иная функция **годовой амплитуды температуры воздуха А:**
- по Горчинскому, по Конраду, по Ценкеру, по Хромову
- Есть индексы, построенные на других основаниях.
- Например, предложено в качестве И. К. отношение повторяемости континентальных воздушных масс к повторяемости морских воздушных масс.
- Л. Г. Полозова предложила характеризовать континентальность по отдельности для января и июля по отношению к наибольшей континентальности на данной широте; эта последняя определяется по изаномалам температуры.
- Н. Н. Иванов предложил И. К. в виде функции от широты, годовой и суточной амплитуд температуры и от дефицита влажности в самый сухой месяц.

# ИНДЕКС КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ

- Величина годовой амплитуды температуры воздуха зависит от географической широты.
- В низких широтах годовые амплитуды температуры меньше по сравнению с высокими широтами. Это положение приводит к необходимости исключения влияния широты на годовую амплитуду.
- Для этого предложены различные показатели континентальности климата, представленные функцией годовой амплитуды температуры и широты места.

Формула Л. Горчинского

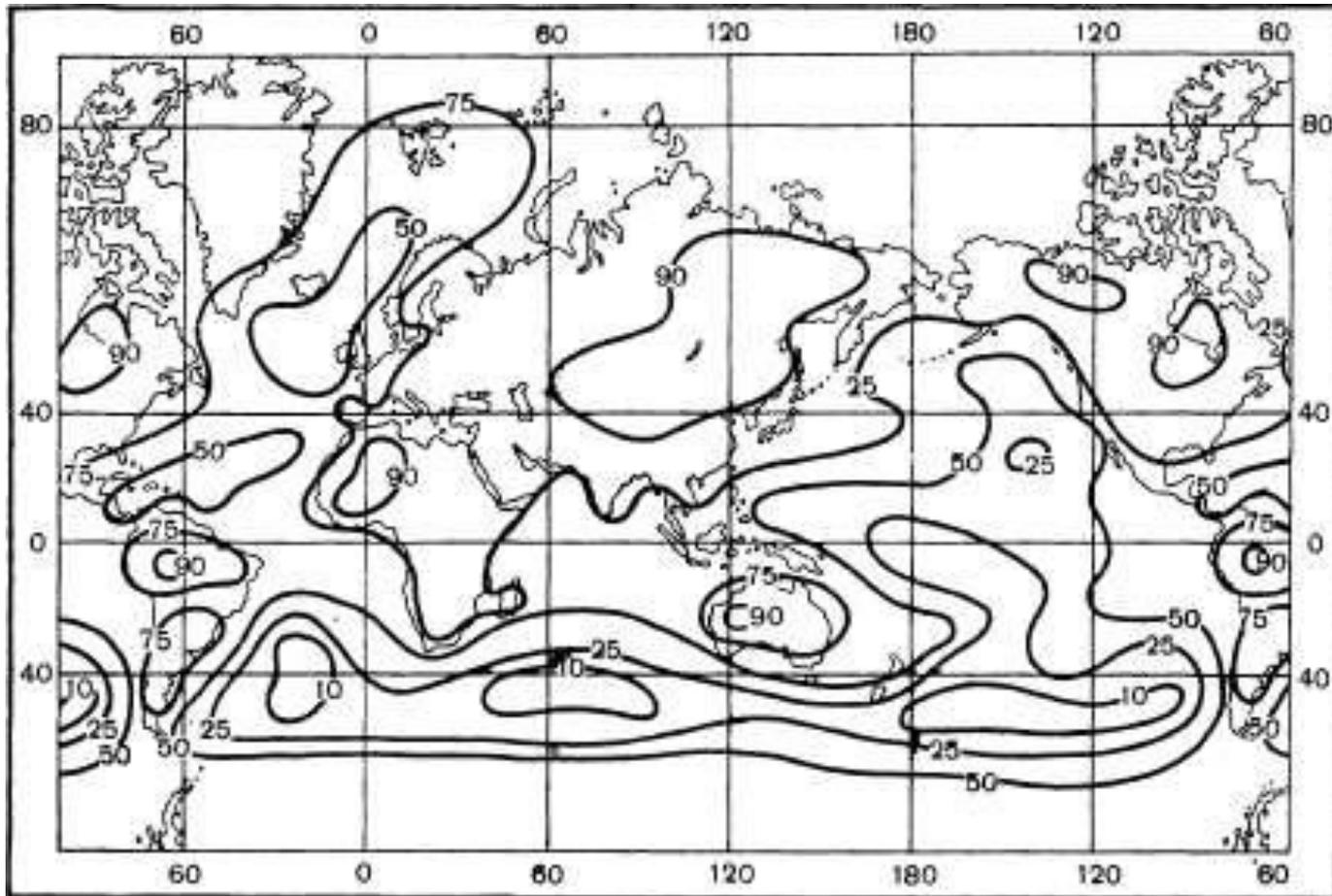
$$K_{Гр} = \frac{1,7 A_{зок}}{\sin\varphi} - 20,4$$

где  $A$  - годовая амплитуда температуры.

Средняя континентальность над океаном равна нулю, а для Верхоянска равна 100.

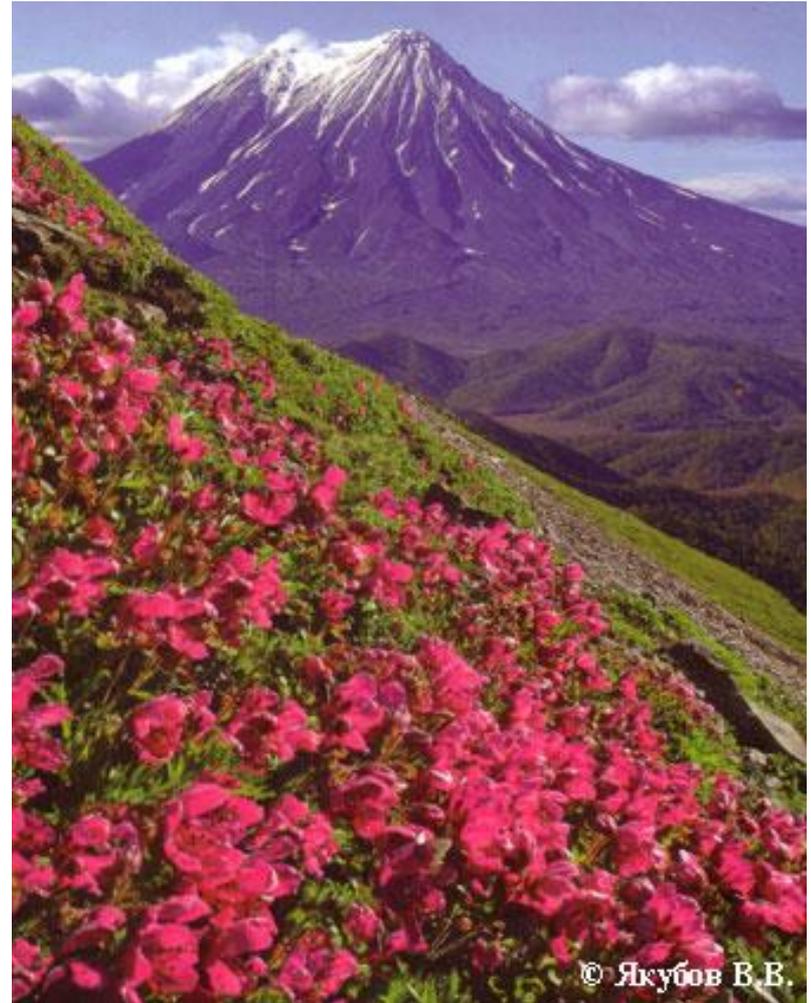
# ИНДЕКС КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ по Хромову

$$\kappa = (A - 5,4 \sin \psi) / A$$



# Роль рельефа в формировании климата

- Крупные формы рельефа – горы – горный климат
- На климатические условия в горах влияет
  1. высота местности над уровнем моря,
  2. высота и направление горных хребтов,
  3. экспозиция склонов,
  4. направление преобладающих ветров,
  5. ширина долин,
  6. крутизна склонов.



# Орография и климат

- Воздушные течения могут задерживаться и отклоняться хребтами, скорость воздушных течений меняется.
- В горах возникают местные системы циркуляции - горно-долинные и ледниковые ветры.
- Над склонами, по-разному экспонированными, создается различный режим температуры: изменяется суточный ход температуры.
- Задерживая перенос масс холодного или теплого воздуха, осадков, горы создают резкие разделы в распределении температуры на больших географических пространствах.

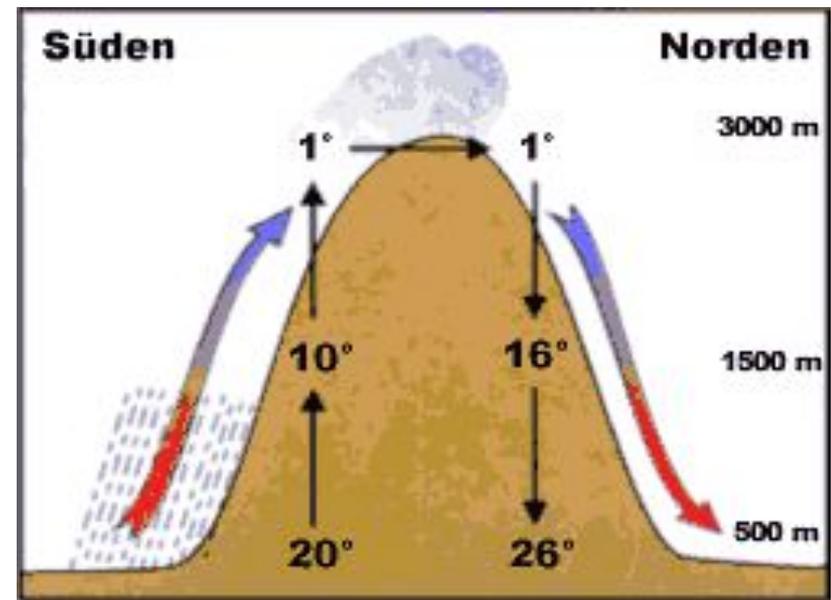
При перетекании воздушных течений через хребты на наветренных склонах гор увеличиваются облачность и осадки.

На подветренных склонах возникают фены с повышением температуры и уменьшением влажности.

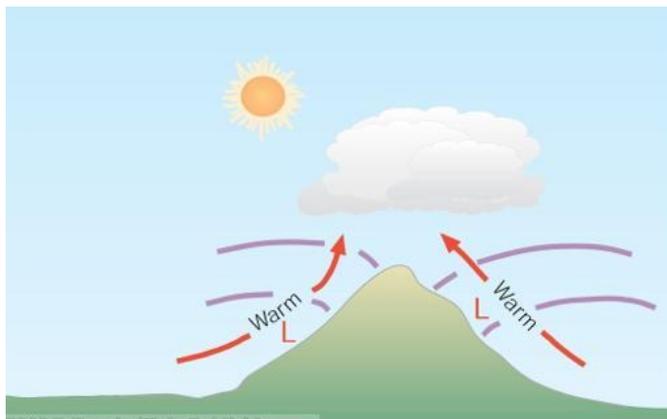
Над горами возникают волновые возмущения воздушных течений и особые формы облаков.

Над нагретыми склонами гор также увеличивается конвекция и, следовательно, облакообразование. Все это отражается в многолетнем режиме климата горных районов.

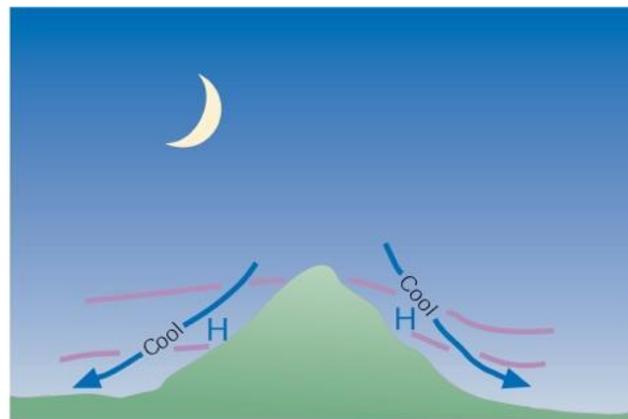
# Фен



# Горно-долинные ветры



Valley Breeze



Mountain Breeze

**склоны нагреваются сильнее (давление низкое), чем долины.  
сила барического градиента, направлена вверх  
Двигаясь вверх воздух создает облака на склонах**

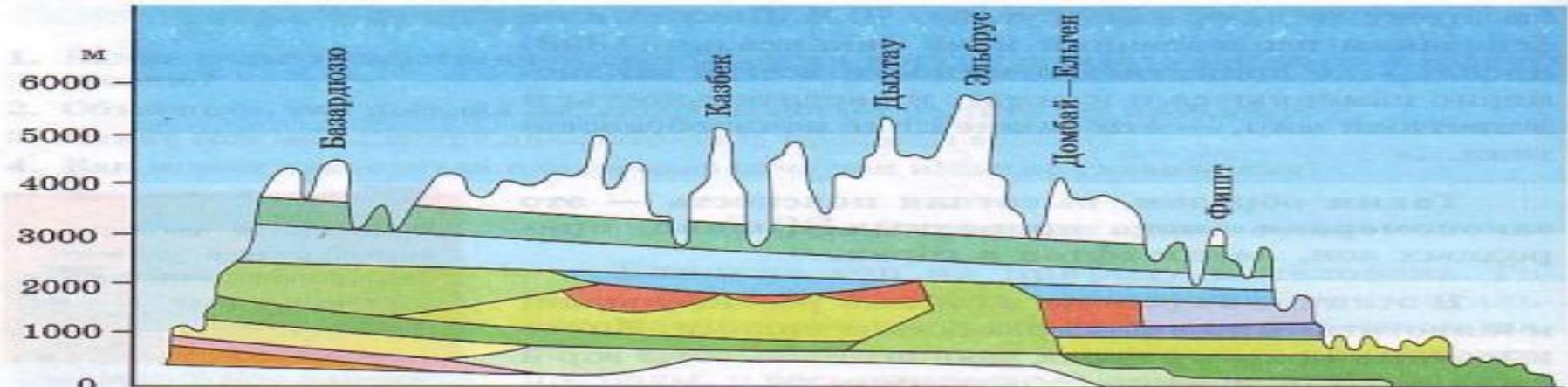
**Горные ветры возникают потому, что вечером склоны  
охлаждаются быстрее**

**Быстрее охлаждается воздух над склоном, и становясь более  
тяжелым, скатывается в долину  
Вытесняя долинный воздух вверх, горный воздух часто вызывает  
вечером в долине дожди и грозы.**

# Высотная поясность

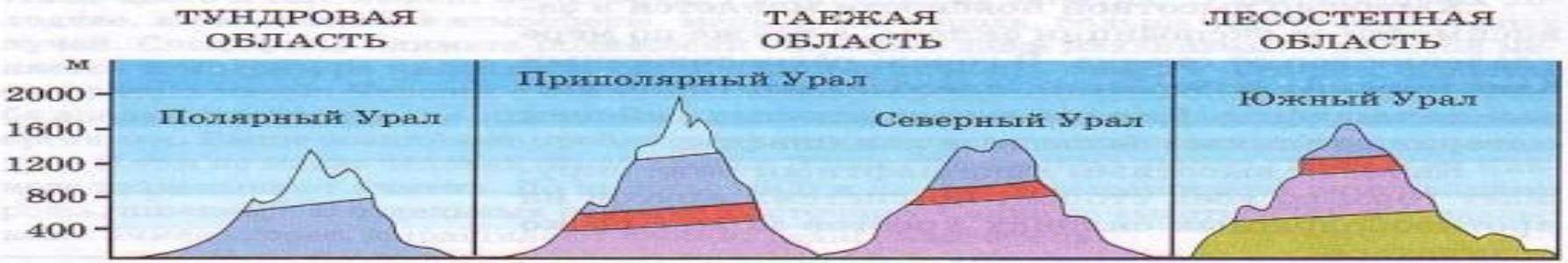


# Высотная поясность в горах Урала и Кавказа



ЮВ Северный склон (при взгляде с севера) СЗ

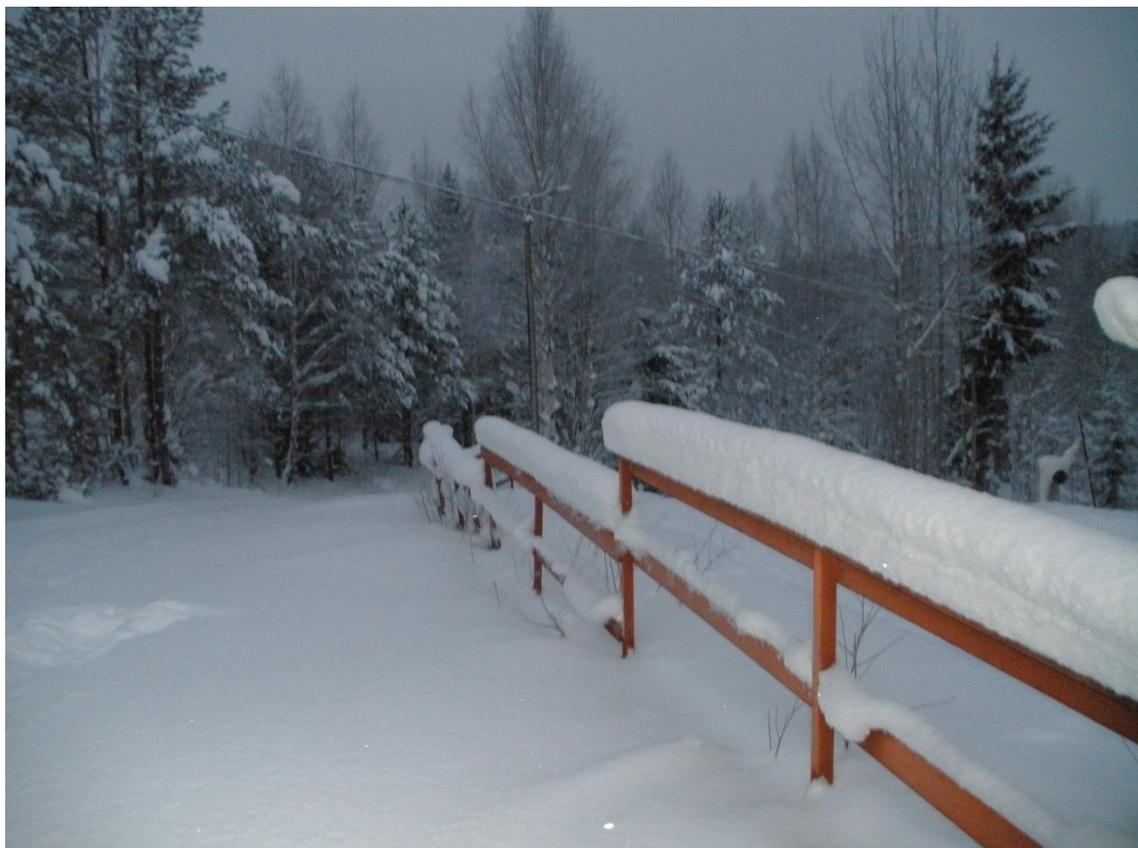
- |   |                                    |  |
|---|------------------------------------|--|
| Зона нивальных ландшафтов                   | Пояс шибляка                       | Пояс широколиственных лесов (дуб, граб, каштан и т.д.) |
| Альпийский пояс                             | Пояс хвойно-широколиственных лесов | Пояс темнохвойных лесов                                |
| Субальпийский пояс                          | Пояс буковых лесов                 | Пояс сухих степей и аридного редколесья                |
| Пояс субальпийского криволесья и редколесья | Зона горно-степных ландшафтов      | Зона полупустынных ландшафтов                          |
| Пояс сосновых лесов                         | Зона ландшафтов луговых степей     |  |

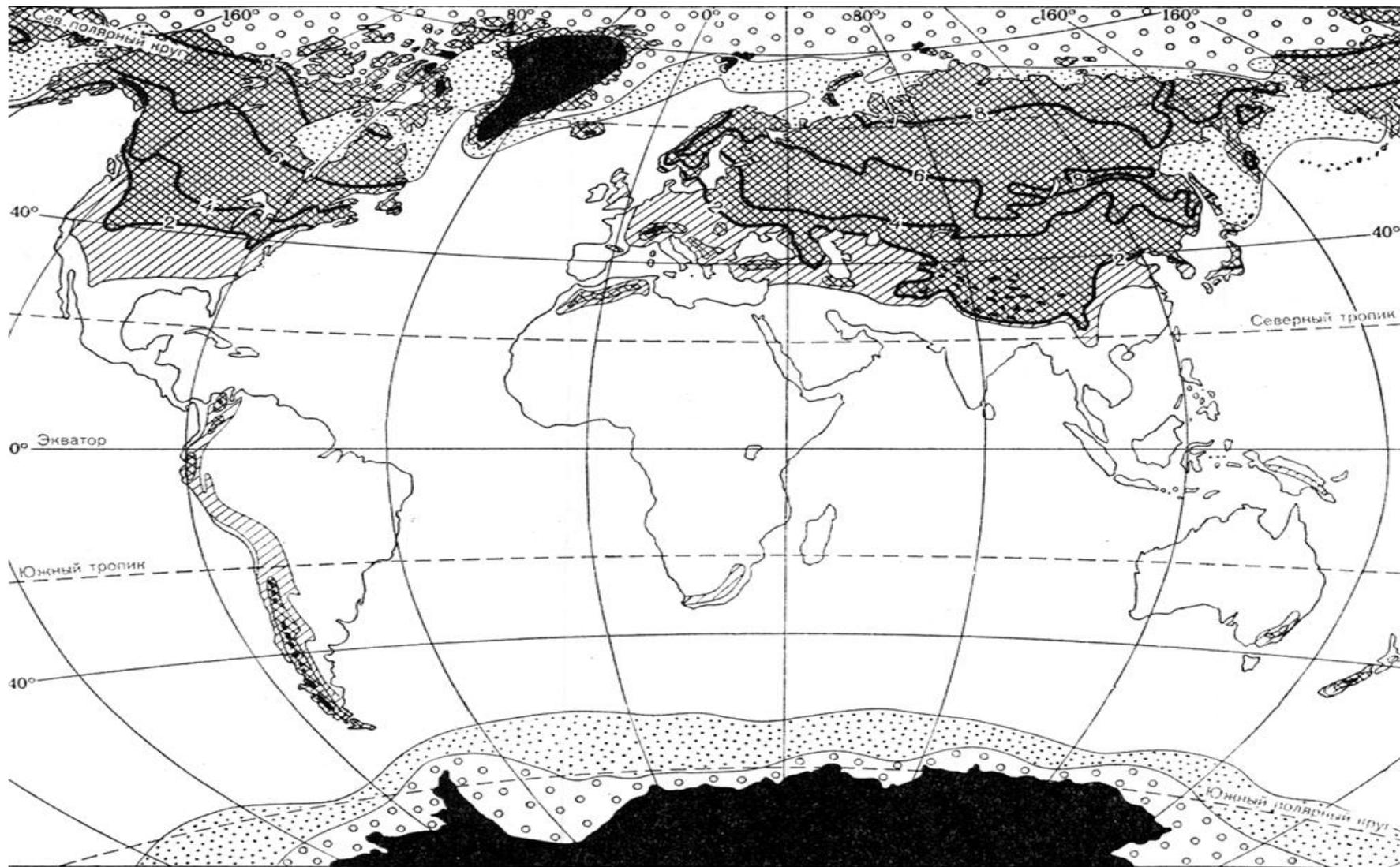


Высотные ландшафтные пояса

- |                |                              |  |
|----------------|------------------------------|--|
| горных пустынь | подгольцовый (лесо-луговой)  | горной лесостепи и горных лиственных лесов |
| горных тундр   | горной тайги (хвойных лесов) |  |

# Влияние снежного покрова на климат





### СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ

2200 0 2200 4400 км

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|  | Территории, постоянно покрытые снегом и льдом  |  | Территории, где снежный покров не образуется           |
|  | Территории, где ежегодно образуется устойчивый снежный покров с различной продолжительностью залегания |  | Продолжительность залегания снежного покрова в месяцах |
|  | Территории с неустойчивым снежным покровом   |  | Снежный покров на постоянных морских льдах             |
|   |  |  | Снежный покров на сезонных морских льдах               |

# Снежный покров

ежегодно покрывает на Земле от 100 до 126 млн. км<sup>2</sup>.

Из этой площади около  $\frac{2}{3}$  приходится на сушу,  $\frac{1}{3}$  — на морские льды.

Максимальную площадь на суше снежный покров занимает к концу зимы северного полушария (96 млн. км кв.), минимальную — к концу зимы южного полушария (44 млн. км кв.).

# Роль снежного покрова

1. Снежный (ледяной) покров уменьшает потерю тепла почвой и колебания ее температуры.
2. Промерзание почвы, режим многолетней мерзлоты обусловлены высотой снежного покрова.
3. Поверхность снега отражает солнечную радиацию днем и охлаждается излучением ночью, поэтому она понижает температуру приземного слоя воздуха.

Весной на таяние снежного покрова тратится большое количество тепла, которое берется из атмосферы: температура воздуха над тающим снежным покровом остается близкой к нулю.

**Снежный покров предохраняет почву зимой от потери тепла.**

**Излучение идет с поверхности самого снежного покрова, а почва под ним остается более теплой, чем обнаженная почва.**

**При этом суточная амплитуда температуры на поверхности почвы под снегом резко уменьшается.**

**В средней полосе Европейской территории России при снежном покрове 50 см температура поверхности почвы под ним на 6—7° выше, чем температура обнаженной почвы, и на 10° выше, чем температура на поверхности самого снежного покрова. Зимнее промерзание почвы под снегом достигает глубин порядка 40 см, а без снега может распространяться до глубин более 100 см.**

# Альбедо до 90%

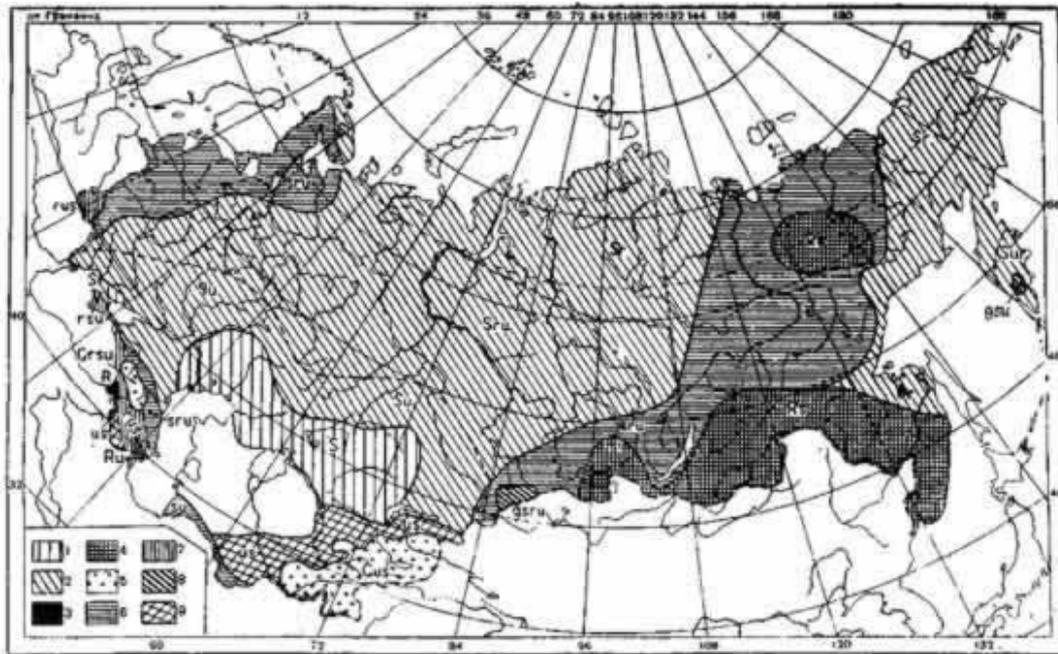
10 3 2013

**Над снежным покровом наблюдаются инверсии температуры: зимой - связанные с радиационным выхолаживанием, весной - с таянием снега.**

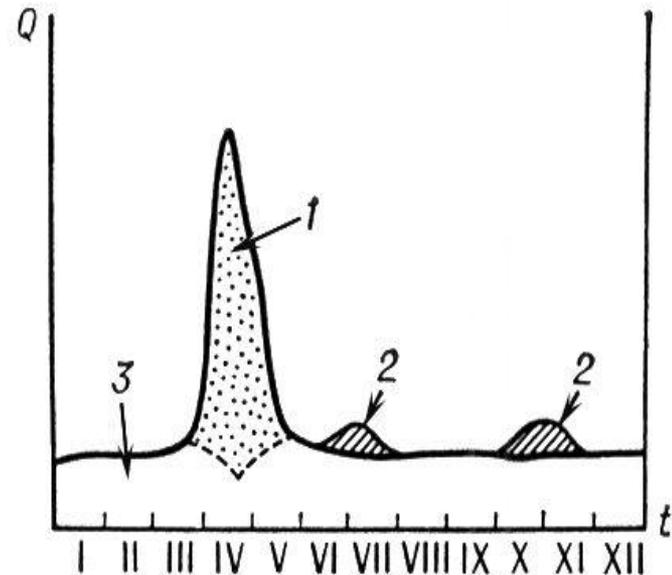
**Над постоянным снежным покровом полярных областей даже летом отмечаются инверсии или изотермии.**

**Таяние снежного покрова обогащает почву влагой и имеет большое значение для климатического режима теплого времени года. Большое альбедо снежного покрова приводит к усилению рассеянной радиации и увеличению суммарной радиации и освещенности.**

# Реки - продукт климата



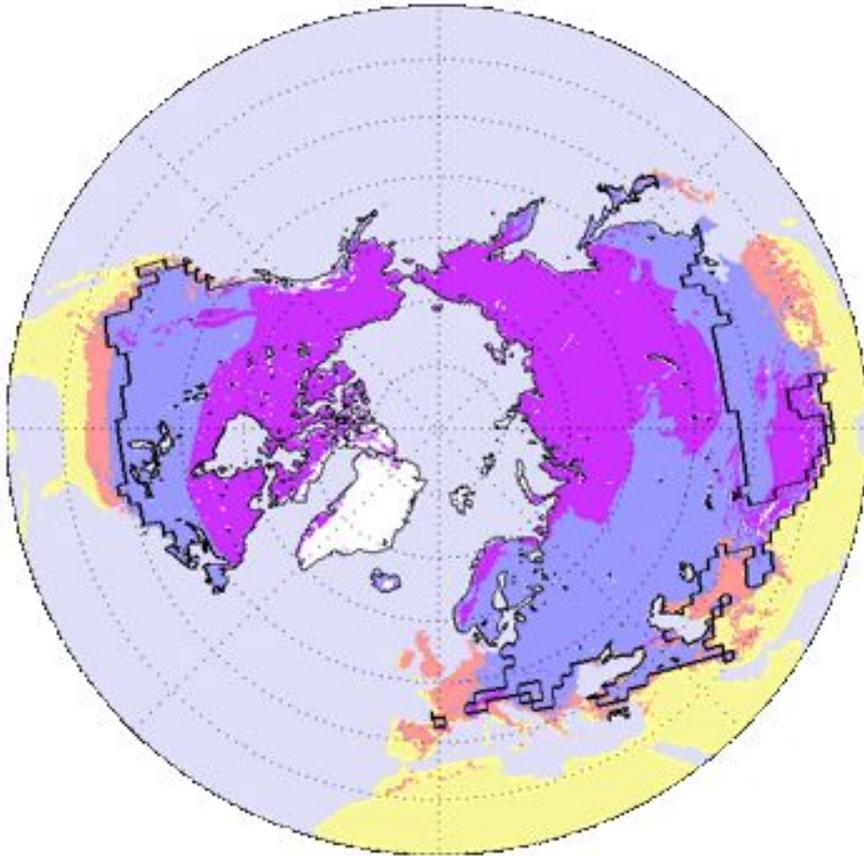
- Талые воды составляют для рек России один из важнейших источников питания. Более половины территории России относится к районам, где реки имеют преимущественно снеговое питание, т.е. доля этого вида питания составляет от 50 до 80 %.
- В целом же для земного шара на долю снегового питания приходится около 30 % стока рек
- Запасы воды в снеге и характер его таяния оказывают огромное влияние на влагосодержание почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.



# «Многолетняя мерзлота»

- Круглогодичное промерзание почвы, протаивание на несколько см только летом.
- Общая площадь 35, 6 млн км<sup>2</sup> - 11,2 в Евразии и столько же в Сев. Америке и 13,2- Антарктиде.
- Распространение — север Аляски, Канады, Европы, Азии, острова Северного Ледовитого океана.

# Многолетняя (вечная) мерзлота



- **фиолетовый** - районы многолетней мерзлоты в северном полушарии,  
**синий** — районы промерзания почвы более чем на 15 суток в году,  
**красный** — районы промерзания почвы менее чем на 15 суток в году,  
**сплошная линия** — граница области сезонного с.п.

# Влияние растительного покрова на температуру поверхности почвы

Растительный покров уменьшает охлаждение почвы ночью.

Ночное излучение происходит при этом преимущественно с поверхности самой растительности, которая и будет наиболее охлаждаться.

Почва же под растительным покровом сохраняет более высокую температуру.

Однако днем растительность препятствует радиационному нагреванию почвы.

Суточная амплитуда температуры под растительным покровом, таким образом, уменьшена, а средняя суточная температура понижена.

# **Итак, растительный покров в общем охлаждает почву.**

**В Ленинградской области поверхность почвы под культурами может оказаться в дневные часы на 15°С холоднее, чем почва под паром (земли, где нет посадок с/х растений).**

**В среднем же за сутки она холоднее обнаженной почвы на 6°С, и даже на глубине 5—10 см остается разница в 3—4°С.**

# Роль растительности и снежного покрова

1. растительный покров летом снижает температуру на поверхности почвы,
2. снежный покров зимой, напротив, ее повышает.

**Совместное действие растительного покрова летом и снежного зимой уменьшает годовую амплитуду температуры на поверхности почвы; это уменьшение — порядка  $10^{\circ}\text{C}$  в сравнении с обнаженной почвой.**

# лес

- Более сложное влияние на климат имеет лес, который может увеличивать над собой количество осадков, вследствие шероховатости подстилающей поверхности.
- Однако влияние растительного покрова имеет в основном мезо и микроклиматическое значение, распространяясь преимущественно на приземный слой воздуха и на небольших площадях.

# **ФИТОКЛИМАТ** (от греч. phyton — растение и климат (наклон))

- разновидность местного, локального или микроклимата;
- Это метеорологические условия, создающиеся среди растительности (в травостое, кронах деревьев и т. д.).

**В зависимости от вида и возраста растительности, густоты посева (насаждения) и способа посева (посадки) изменяются освещённость, сила ветра, температура и влажность воздуха и почвы, существенно отличающиеся от аналогичных показателей на открытом месте.**

**В развитом посеве высокостебельных культур (кукуруза, сахарный тростник,) освещённость у поверхности почвы может быть в 5 — 10 раз меньше, чем над посевом,**

**температура воздуха в жаркий полдень на 4 — 5 °С ниже, а температура поверхности почвы на 15 — 20 °С ниже, чем на незатенённом участке.**

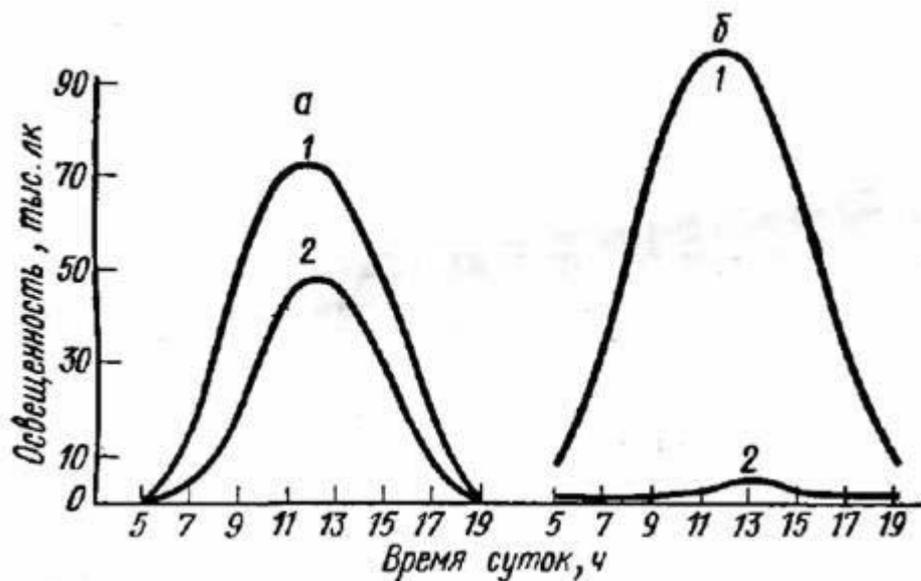


Фитоклимат изучают для более точной оценки условий произрастания с.-х. и лесных культур и обоснования технологии их возделывания

# Мезоклимат леса

- Под пологом леса создается свой микроклимат или местный климат, существенно отличный от условий в окружающей открытой местности.
- Сквозь кроны леса солнечная радиация проникает в ослабленной степени; в густом лесу вся или почти вся радиация будет рассеянной, а интенсивность ее — малой. Соответственно убывает и освещенность под пологом леса.
- Роль деятельной поверхности в лесу переходит к кронам.
- Температура днем будет максимальной непосредственно над кронами леса, где она значительно выше, чем на том же уровне в открытой местности.
- Внутри леса днем (в летнее время) температура значительно ниже, чем над кронами.
- Ночью кроны сильно охлаждаются излучением, потому максимум температуры по вертикали наблюдается в это время на высоте 1—2 м над ними, а минимум температуры не на уровне крон, а внутри леса, так как холодный воздух стекает с высоты крон вниз.

- Дневной ход освещенности на открытой территории (1) и под пологом дубового леса (2); а — весной, б — летом (по Горышиной, 1969)



- Как радиационный, так и тепловой режим в лесу зависит от возраста и сомкнутости леса, от пород деревьев и прочих биологических факторов.
- Летом в лесу днем холоднее, чем в поле, ночью — теплее.
- Зимой условия сложнее, но, в общем, разность температуры между лесом и полем почти отсутствует.
- ***В среднем годовом - лес несколько холоднее, чем поле.***
- Годовые амплитуды температуры в лесу меньше.
- **Относительная влажность воздуха** в лесу выше, чем в поле, на несколько процентов:
- Летом эта разница наибольшая, зимой она почти отсутствует. Как относительная, так и абсолютная влажность летом наибольшая в кронах деревьев.
-

# Ветер в лесу

- При встрече ветрового потока с лесом воздух в большей части обтекает лес сверху. Поэтому над кронами скорость ветра сильнее, чем на той же высоте в открытой местности. Внутри леса по мере удаления от опушки скорость ветра уменьшается. В вертикальном направлении скорость ветра особенно сильно убывает в пределах крон. Под кронами ветер равномерно слабый, а в пределах нижнего метра над земной поверхностью скорость ветра убывает до нуля.

# Испарение

- Лес испаряет не сильнее, а по-видимому, слабее, чем хорошо развитая луговая растительность или полевые культуры. Однако испарение с крон леса происходит более длительное время.
- Непосредственное испарение с почвы в лесу невелико.
- Главную роль играет транспирация крон, а также испарение осадков, задержанных кронами.
- Важно, что лес испаряет воду, полученную кронами деревьев с достаточно глубоких горизонтов, поэтому верхний слой почвы в лесу более влажный, чем в поле.

# осадки

- лес задерживает до 25% (лиственный )и до 40% (хвойный), осадков кронами деревьев.
- кроме того, увеличивая шероховатость подстилающей поверхности, лес вызывает подъем воздуха, увеличивает турбулентность, а тем самым усиливает и конденсацию.
- По некоторым расчетам, увеличение осадков лесом может составлять десятки миллиметров за год.

# СНЕГ

- Снег распределяется в лесу равномернее, чем в открытом месте, и плотность его в лесу меньше вследствие ослабления ветра.
- В густых хвойных лесах много снега остается на кронах деревьев, а затем испаряется с них или сносится ветром. Таяние снега в лесу замедлено, а почва под высоким и рыхлым снежным покровом промерзает на меньшую глубину, чем в поле.

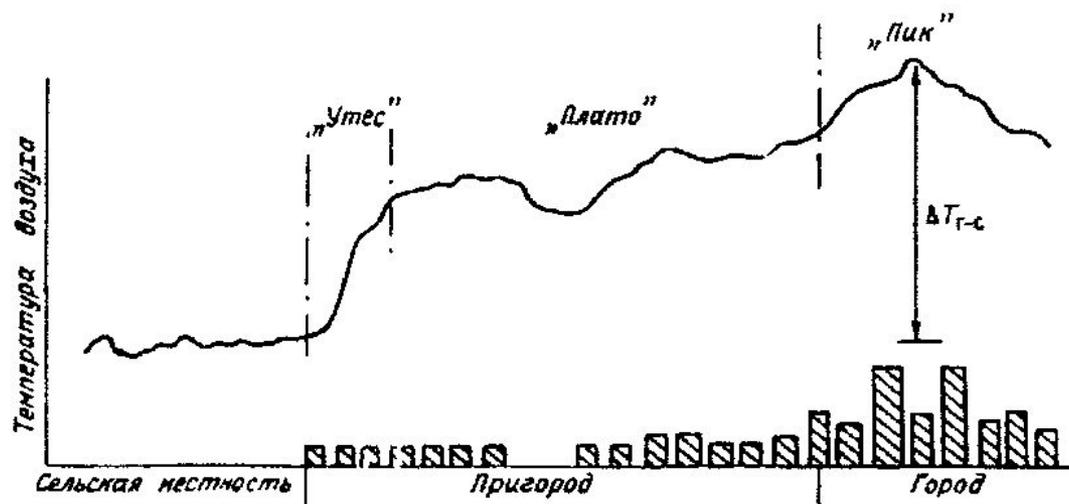
# Местный климат большого города

- его особенности по сравнению с загородной местностью определяются самим существованием города, т. е. застройкой, покрытием улиц, промышленными предприятиями, транспортом и пр.
- К таким особенностям относятся:
- повышенные средние температуры в центральных районах города (городской остров тепла),
- уменьшенное испарение,
- нарушения в атмосферной циркуляции, в том числе так называемый городской бриз,
- большое загрязнение воздуха
- уменьшение притока прямой радиации,
- усиление конвекции
- увеличение облачности,
- повторяемости и количества осадков в теплый период,
- увеличение повторяемости и интенсивности туманов в холодный период

# Остров тепла

- Изменение радиационного баланса, дополнительное поступление тепла за счет отопления, нагрева зданий и т.д. и малый расход тепла на испарение приводят к более высоким температурам внутри города по сравнению с окрестностями.

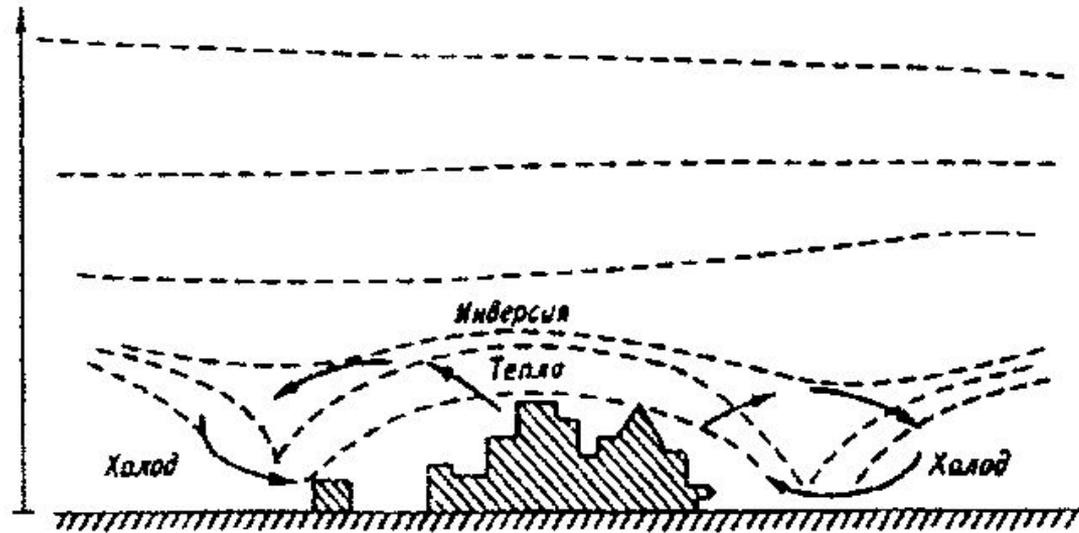
- В городе существует "остров тепла". Интенсивность и размеры острова тепла изменяются во времени и пространстве под влиянием фоновых метеорологических условий и местных особенностей города. Наиболее характерные закономерности изменения температуры воздуха при переходе от сельской местности к центральной части города – это то, что на границе город - сельская местность возникает значительный горизонтальный градиент температур, который может достигать  $4^{\circ}\text{C}/\text{км}$ .



## Разности температуры между городом и пригородом в различных физико-географических районах:

- Для Москвы и С.Петербурга разность температуры город-пригород в среднем за год составляет около  $1^{\circ}\text{C}$  - температура в городе выше.
- по высоте тепловое влияние городов четко проявляется в пределах 100-500 м.
- Большая шероховатость подстилающей поверхности и остров тепла обуславливают особенности ветрового режима в условиях города.

## Городская циркуляция, развивающаяся при слабых ветрах



При слабых ветрах (1-3 м/с) может возникнуть городская циркуляция. У поверхности Земли течения направлены к центру, где располагается остров тепла, а наверху наблюдается отток воздуха к окраинам города.

- Солнечная радиация в условиях больших промышленных городов оказывается пониженной вследствие уменьшения прозрачности из-за аэрозолей (дыма и пыли).
- За счет увеличения мутности атмосферы в среднем может теряться до 20% солнечной радиации, особенно сильно ослабляется приход ультрафиолетовой радиации. Одновременно в городе к рассеянной радиации добавляется отраженная стенами и мостовыми.
- На территории города вследствие загрязнения воздушного бассейна снижено эффективное излучение и ночное выхолаживание.

# Ветер и влажность

- **Ветровой** режим крупных городов характеризуется снижением скорости ветра в городе по сравнению с пригородом. В некоторых случаях в городе возможно усиление скорости ветра: при направлениях ветра, совпадающих с направлением улицы, ограниченной многоэтажными зданиями.
- **Влажность воздуха** в крупных городах ниже, чем в окрестностях, что связано с повышением температуры и общим понижением влаги в атмосфере над городом вследствие уменьшения испарения. Различия в абсолютной влажности могут достигать 2,0-2,5 гПа и относительной влажности 11-20 %.

# Влажность воздуха

- Контрасты влажности город - окрестности в годовом ходе имеют максимальные значения в летний период, а в суточном ходе - в вечерние часы.
- В умеренном и полярном климате по Кеппену (кл. тайги и тундры по Бергу) с сезонным или постоянным снежным покровом, или где почва (поверхность) замерзает, воздух в большом городе может быть более влажным и днем, за счет антропогенных источников, обеспечивающих значительное поступление водяного пара в атмосферу.

- **ОСАДКИ:**

- При рассмотрении влияния города на осадки необходимо отдельно рассматривать твердые и жидкие осадки, поскольку влияние города на каждый из названных видов будет различным.
- В зимний период года различия в суммах осадков обычно незначительны.
- В летнее время наибольшие суммы осадков выпадают над городом, но не в центральной его части, а на окраинах. Если влажность воздуха достаточно высокая, то повышенная конвективная неустойчивость и загрязненность воздуха над городом способствуют образованию облачности.

# Микроклиматы внутри города

- Внутри города, как типа местного климата (мезоклимата) наблюдается большое число типов микроклимата, в зависимости от топографии, ширины улиц, наличия площадей, замкнутых дворов, зеленых насаждений, высоты и характера застройки, размещения промышленных предприятий.