

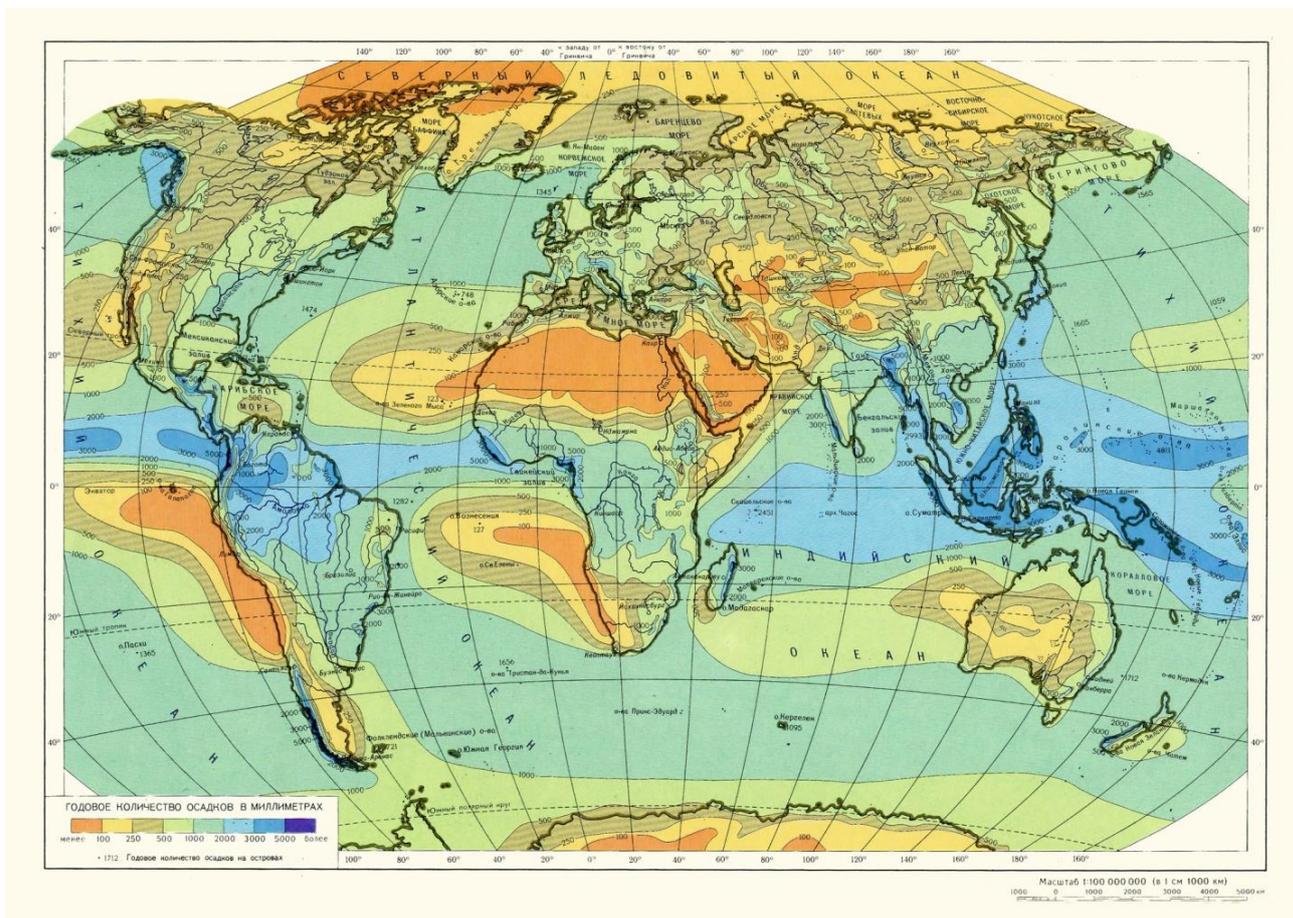
## Лекция 4

### Атмосферная циркуляция как фактор планетарного и регионального ландшафтообразования

#### 4.1. Типы воздушных масс и их широтная циркуляция (пассаты)

Мы уже выяснили, что тепло и влажность это главные факторы ландшафтообразования. Тепло дает солнце, но атмосферные течения перераспределяют не только его, но и водяной пар, который образуется при нагреве водной поверхности. Механизм возникновения воздушных течений, а в некоторых случаях и водных – тепловой и обусловлен тем, что молекулы воздуха при нагреве приобретают дополнительную подвижность, расстояние между ними увеличивается и это приводит к уменьшению плотности. Как более легкий он устремляется вверх. Так образуется восходящий поток. Внизу соответственно будет снижение давления, что будет компенсировано подтоком сюда холодного воздуха. Вот так и образуется циркуляционная ячейка воздушных течений. Но она может иметь не только локальный характер, но и глобальный. Неодинаковый нагрев земной поверхности в связи с наклоном оси вращения Земли определяет широтную зональность распределения осадков, которая выглядит так: три максимума (главный - на экваторе и два второстепенных в умеренных широтах) и четыре минимума (в двух полярных и двух в тропических широтах). По температуре и влагоемкости выделяют четыре глобальных зонального типа воздушных масс:

- 1) экваториальные (теплые и влажные),
- 2) тропические (теплые и сухие),
- 3) бореальные – прохладные и влажные массы умеренных широт,
- 4) арктические и антарктические (холодные и относительно сухие).



Реальное распределение осадков

Неодинаковый нагрев и вследствие этого различная плотность воздушных масс (разное атмосферное давление) вызывают нарушение термодинамического равновесия в тропосфере и перемещение (циркуляцию). Если бы Земля не вращалась вокруг оси, воздушные потоки в атмосфере имели бы очень простой характер: от нагретых приэкваториальных широт воздух поднимался бы вверх и затем, охлаждаясь, растекался к полюсам, а оттуда возвращался бы к экватору, но уже в приземных слоях тропосферы. Следовательно, без влияния осевого вращения циркуляция должна была иметь меридиональный характер и у земной поверхности в северном полушарии постоянно дули бы северные низовые ветры, а в южном – южные низовые.

На ориентировку воздушных течений оказывает влияние осевое вращение Земли. Но вращения Земли вызывает отклоняющее действие. В

результате в тропосфере в каждом полушарии образуются семь циркуляционных систем потоков. Четыре из них имеют следующие характеристики:

1. Экваториальная, общая для северного и южного полушарий (низкое давление, штили, восходящие потоки воздуха),
2. Тропическая (высокое давление, восточные ветры).
3. Умеренная (пониженное давление, западные ветры).
4. Полярная (пониженное давление, восточные ветры).

Кроме того, образуются по три переходные зоны сезонного характера - субарктическую, субтропическую и субэкваториальную, в которых типы циркуляции и воздушных масс сменяются по сезонам вследствие того, что летом (для соответствующего полушария) вся система циркуляции атмосферы смещается к «своему» полюсу, а зимой - к экватору.

Глобальная широтно-зональная циркуляция атмосферы (низовая) в экваториально-тропической зоне называется пассатной.



Циркуляция атмосферы имеет огромное экологическое значение – это главный механизм сглаживания контрастного перераспределения тепла и влаги на планете.

Зональность выражается не только в среднем годовом количестве тепла и влаги, но и в их режиме, т. е. во внутригодовых изменениях. Разнообразны зональные типы режима осадков: в экваториальной зоне осадки выпадают более или менее равномерно, но с двумя максимумами, в субэкваториальных широтах резко выражен летний максимум, в средиземноморской зоне зимний максимум, для умеренных широт характерно равномерное распределение с летним максимумом и т. д.

#### *Климатическая зональность*

Находит отражение во всех других географических явлениях - в процессах стока и гидрологического режима, в процессах заболачивания и формирования грунтовых вод, образования коры выветривания и почв, в миграции химических элементов. Климатическая зональность находит весьма наглядное выражение в органическом мире. Не случайно ландшафтные зоны получили свои названия большей частью по характерным типам растительности.

Зональность отчетливо проявляется не только на суше, но и в поверхностной толще океана.

Однородный химический состав и большая подвижность воздуха атмосферы способствуют сглаживанию зональных различий в тропосфере по высоте, но свойства всей тропосферы в целом можно считать зональными, поскольку они формируются под воздействием нагретой подстилающей поверхности суши и океанов. Что касается верхних слоев атмосферы, расположенных за пределами тропосферы, то они формируются уже по другому механизму – в результате непосредственного взаимодействия потока солнечной радиации с газами атмосферы. Поэтому здесь в отличие от тропосферы температура с высотой не понижается, а повышается.

Основных причин отклонения климата от широтной зональности две это рельеф и разные физические свойства суши и воды.

#### **4.2. Континентальность и мористость климата**

Вода и горные породы значительно отличаются между собой по альбедо и теплоемкости, поэтому распределение площадей суши и морей вносит существенные поправки к факторам широтной зональности. В соответствии с большей материковостью северного полушария (площадь материков больше) ландшафтные зоны суши выражены в нем полнее и типичнее, чем в южном. Водная толща это своеобразный термостат, который поглощает тепло в жаркий период и отдает его в холодный. Поэтому морской климат по сравнению с континентальным более мягкий во все сезоны. Положение территории в системе континентально-океанической циркуляции атмосферы становится одним из важных факторов ландшафтной дифференциации. По мере удаления от океана в глубь материка, как правило, уменьшается влияние влажных морских воздушных масс, возрастает континентальность климата (сезонная контрастность температур), уменьшается количество осадков. Именно поэтому изменяются направления господствующих ветров. Например, Европейская Россия и западные районы Сибири находятся под воздействием постоянных западных ветров. С ними поступают морские умеренные воздушные массы, которые формируются над Атлантикой (см. рис. 3).



Рис. 3. Движение морских умеренных воздушных масс

Когда ослабевает западный перенос с теплой атлантики, с северными ветрами приходят холодные арктические воздушные массы. Она приносит

резкое похолодание, ранние осенние и поздние весенние заморозки (см. рис. 4).



Рис. 4. Движение Арктической воздушной массы

Континентальный воздух на территорию азиатской части нашей страны приходит из Средней Азии или из Северного Китая, а в европейскую часть приходит с полуострова Малая Азия или даже с Северной Африки, но чаще такой воздух формируется на территории Средней Азии и Казахстана, Прикаспийской низменности. Хотя эти территории лежат в умеренном климатическом поясе, воздух над ними летом очень сильно прогревается и приобретает свойства тропической воздушной массы (теплый и сухой). Континентальная умеренная воздушная масса круглый год преобладает в западных районах Сибири, поэтому зима здесь ясная и морозная, а лето достаточно тёплое.

Зимой в Восточной Сибири формируется область сильного охлаждения и соответственно область высокого давления – *Сибирский антициклон*. Его центр располагается в районах Забайкалья, республике Тува и Северной Монголии. Отсюда очень холодный континентальный воздух растекается в разные стороны и распространяет свое влияние на огромные территории. Одно его направление - это северо-восток вплоть до Чукотского побережья, второе - на запад через Северный Казахстан и юг Русской (Восточно-Евро-

пейской) равнины примерно до 50°с.ш. Устанавливается ясная и морозная погода с небольшим количеством снега.

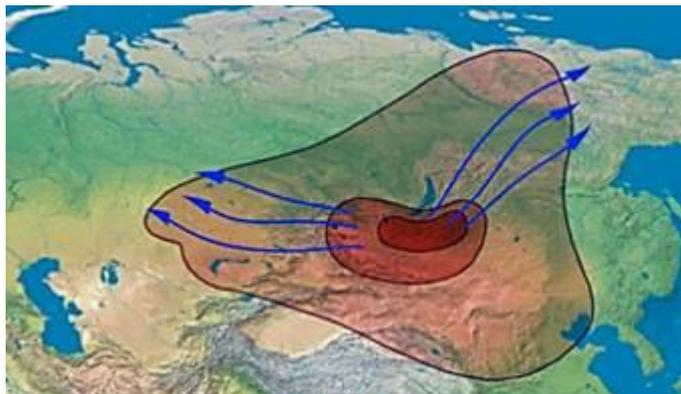


Рис. 5. Сибирский антициклон

Сибирский антициклон образуется в результате выхолаживания территории в условиях континента огромных размеров и котловинного типа рельефа. В центральной части максимума (над Монголией и Южной Сибирью) давление в январе иногда достигает 800 мм рт. ст. Это самое высокое зафиксированное на Земле давление. Сибирский антициклон особенно устойчивый с ноября по март. Зима здесь совсем безветренная.. Морозы уже с октября достигают  $-20... -30^{\circ}\text{C}$ , а в январе же нередко доходят до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура за месяц опускается до  $-43^{\circ}$ , особенно холодно в низинах, где застаивается холодный тяжёлый воздух. Летом из-за прогревания азиатский максимум (Сибирский антициклон) разрушается и устанавливается пониженное давление.

Важно понимать, что, за время своего пути воздушные массы могут изменяться в зависимости от свойства подстилающей поверхности. Этот процесс называется **трансформацией воздушных масс**. Например, арктическая воздушная масса, будучи первоначально сухой и холодной, проходя по территории Русской равнины, нагревается и в районе Прикаспийской низменности становится уже очень сухой и жаркой, что является причиной возникновения суховеев.

Существуют различные способы количественного выражения континентальности климата. Наиболее удачный показатель предложил Н. Н. Иванов в 1959 г. Его эмпирический показатель рассчитывается по формуле

$$K_{\%} = \frac{A_{\Gamma} + A_{\Sigma} + 0,25 D_{\text{до}}}{0,36q + 14} \cdot 100$$

где  $K$  - континентальность в процентах от средней планетарной величины (принята за 100 %);  $A_{\Gamma}$  - среднегодовая амплитуда температуры воздуха;  $A_{\Sigma}$  - средняя суточная амплитуда температуры воздуха;  $D_{\text{до}}$  - дефицит относительной влажности воздуха в самый сухой месяц;  $q$  - широта пункта. Определенный диапазон значений этого показателя соответствует следующей градации климата:

$K_{\%}$

1. Крайне океаннческнй	менее 48
2. Океаннческнй	48-56
3. Умеренно-океаннческнй	57-68
4. Морской	69-82
5. Слабо-морской	83-100
6. Слабо-контннентальнй	100-121
7. Умеренно-контннентальнй	121-146
8. Контннентальнй	147-177
9. Резко континентальнй	178-214
10. Крайне континентальнй	более 214

### 4.3. Муссоны

В силу различия физических свойств между сушей и водной поверхностью океана нагрев воздуха над ними и соответственно восходящие потоки по сезонам происходит в разной степени, отсюда возникает разность давлений и как следствие переменное направление течений воздушных масс то с океана, то наоборот. Такие мощные устойчивые воздушные течения называют муссонами - летом они как более прохладные устремляются с

океана на более нагретую (с меньшим давлением) сушу, а зимой - в обратном направлении. Эти течения накладываеся на общую широтно-зональную (пассатную) циркуляцию атмосферы и сильно усложняют динамику атмосферы, а главное распределение осадков по сезонам, например в Индии, как показано на этой картинке.



Рис.1 Распределение осадков по сезонам в Индии

Муссоны хорошо выражены и у нас на Дальнем Востоке.



Рис.2 Схема муссонов на Дальнем Востоке

#### 4.4. Морские течения, как фактор регионального ландшафтообразования

Дополнительным фактором перераспределения тепла на планете также являются морские течения, вызванные как общей циркуляцией атмосферы, так и расположением материков и их конфигурацией. Эти течения носят вихревой или конвективный характер, то есть происходят не только на поверхности океана, но и захватывают всю его толщу. Поэтому на одной и той же широте возникают конвективные замкнутые ячейки течений. Там, где к поверхности поднимаются холодные течения, океан ежегодно теряет до 2500 мДж/м<sup>2</sup> тепла, что вызывает также уменьшения влагооборота и как следствие аридизацию климата прилегающей территории материка. Это особенно ярко выражено в сферах влияния Перуанского, Бенгельского, Калифорнийского течений. И наоборот теплые течения согревают и увлажняют сушу. Например, теплый Гольфстрим существенно смягчает климат северной Европы.

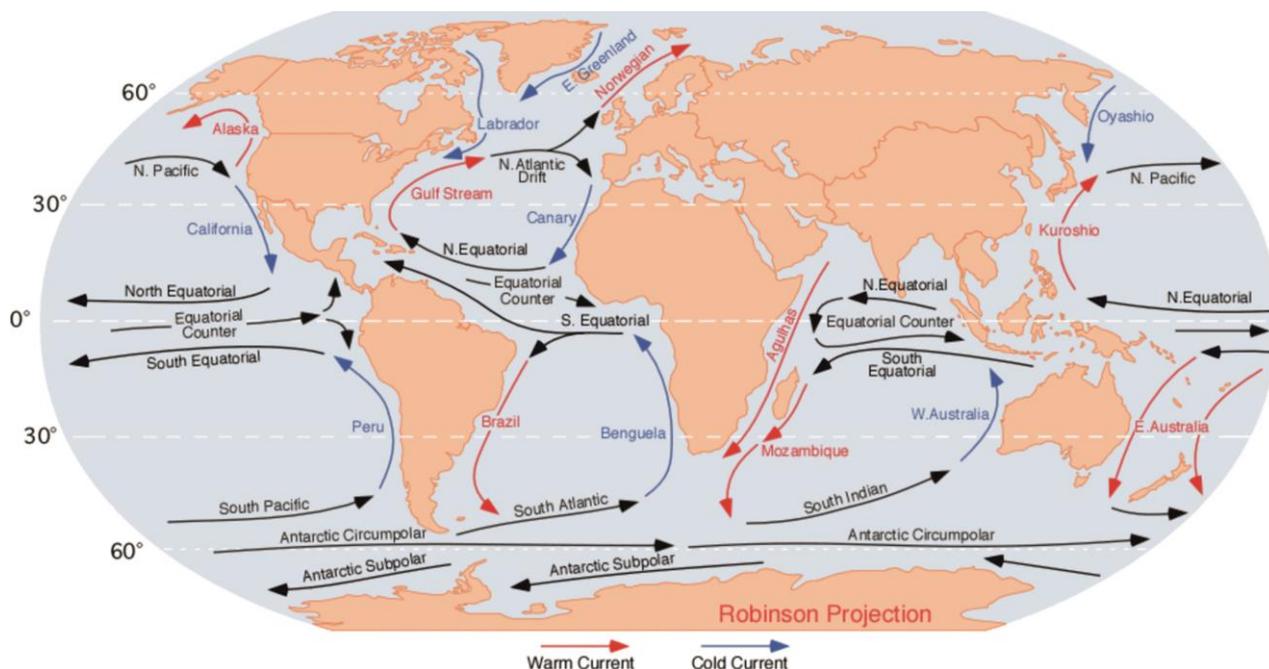


Рис.3 Ячейчатое распределение морских течений в Мировом океане