

- **5. ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ АТМОСФЕРЫ**

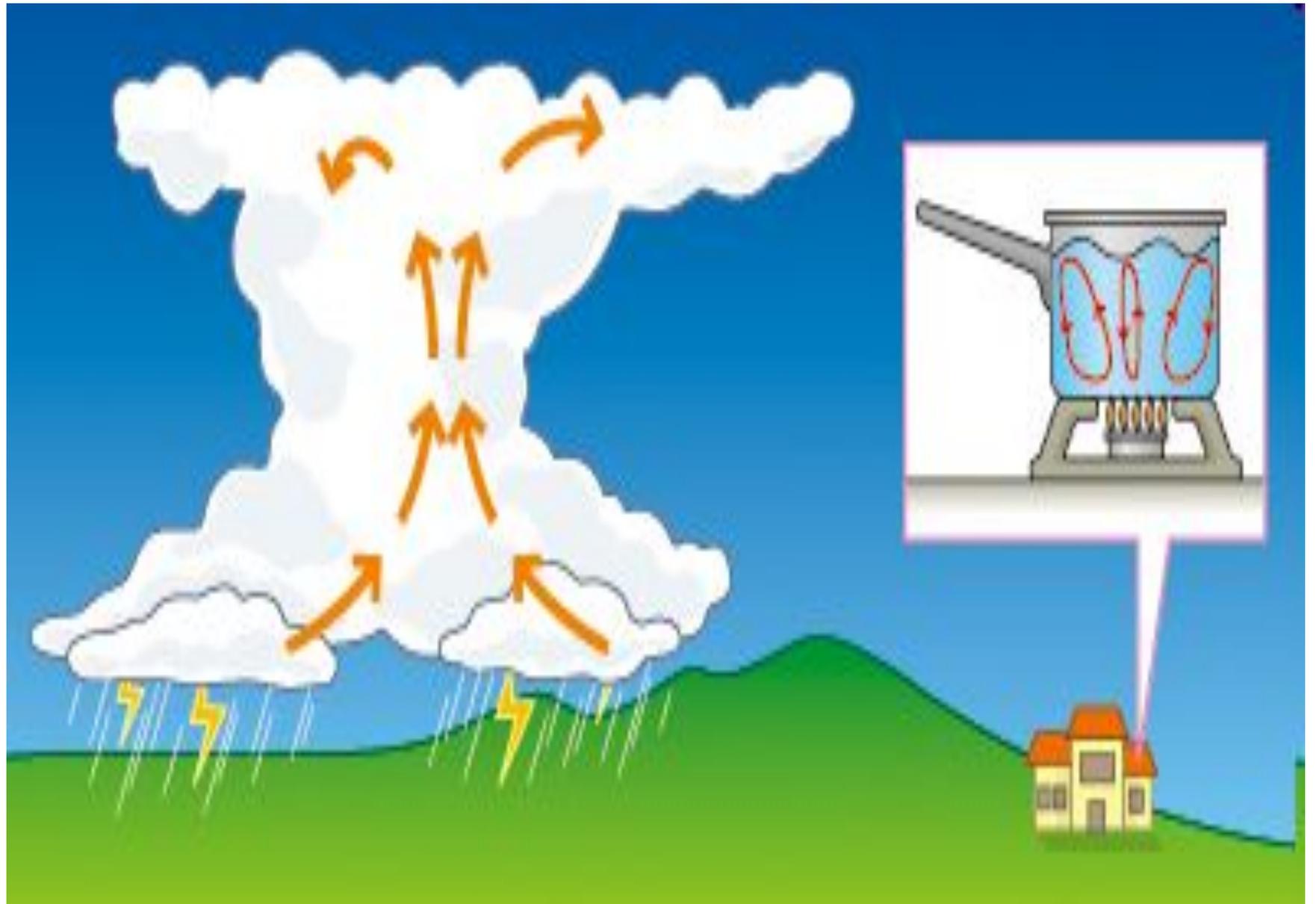
- **1. Тепловой режим нижнего слоя атмосферы.**
- **2. Распределение температуры воздуха у подстилающей поверхности.**
- **3. Тепловые пояса.**

- **1. Тепловой режим нижнего слоя атмосферы.**
- Воздух нагревается в основном не солнечными лучами непосредственно, а за счет передачи ему тепла от подстилающей поверхности. Важнейшую роль в переносе тепла от поверхности в атмосферу играют турбулентный (бурный, беспорядочный) теплообмен и передача скрытой теплоты парообразования.
- Беспорядочное движение частиц воздуха, вызванное его нагреванием от неравномерно нагретой подстилающей поверхности, называют термической турбулентностью или **термической конвекцией**.

Естественная конвекция.

- При такой конвекции нижние слои вещества нагреваются, становятся легче и всплывают, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и опускаются вниз, после чего процесс повторяется снова и снова. Естественной конвекции обязаны многие атмосферные явления, в том числе, образование облаков.





- Нагревающийся от поверхности воздух устремляется вверх, перенося тепло. Термическая конвекция может развиваться только до тех пор, пока воздух имеет температуру выше температуры того слоя, куда он поднимается. Если же температура воздуха станет ниже температуры вышележащего слоя, то он будет опускаться. При турбулентном движении воздуха все новые частицы вовлекаются в процесс подъема и опускания, перенося тепло в выше и ниже лежащие слои воздуха.
- Тепло переносится от поверхности в атмосферу вместе с испарившейся водой, а затем выделяется при процессе конденсации. Каждый грамм водяного пара содержит 60 кал скрытой теплоты парообразования.

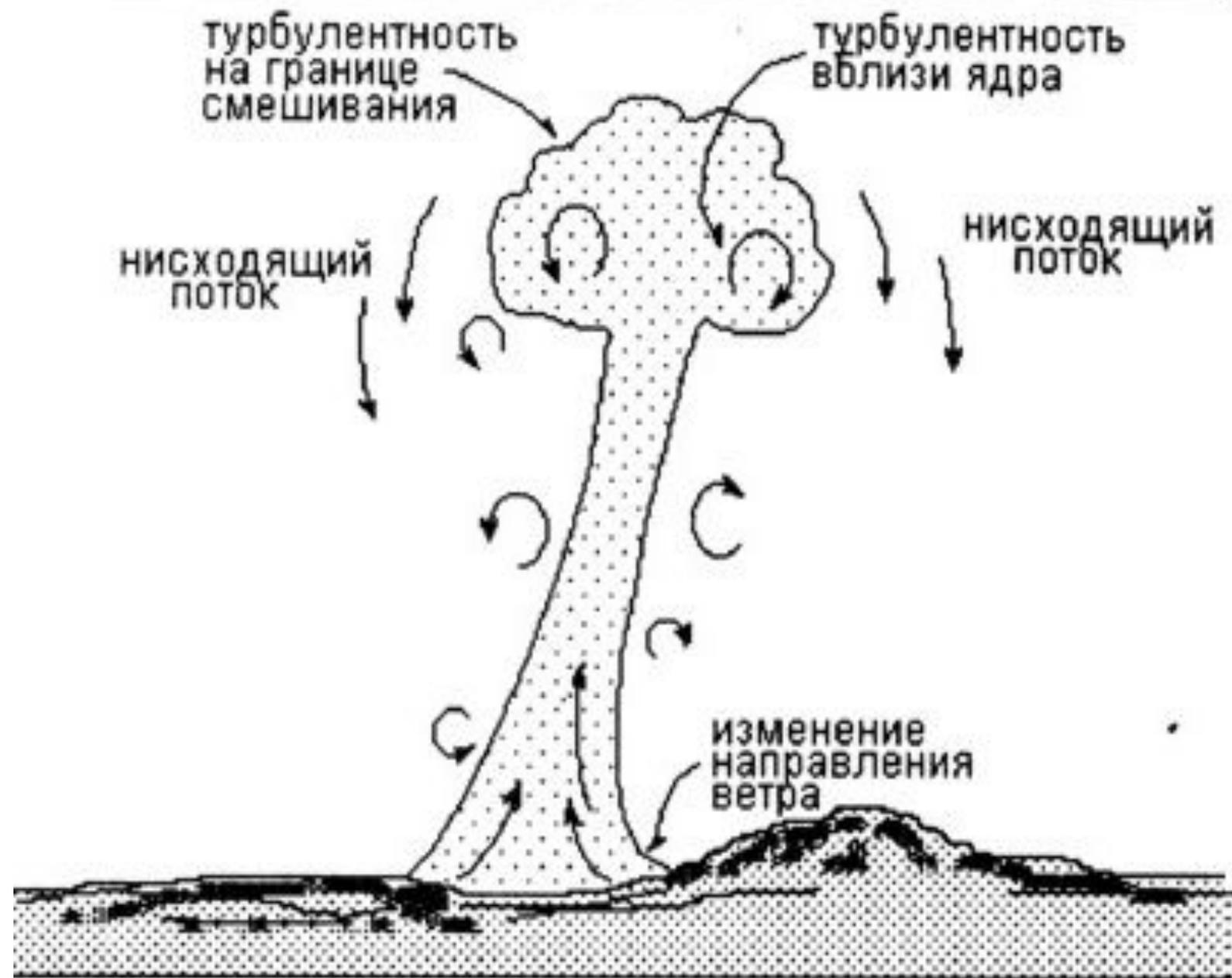
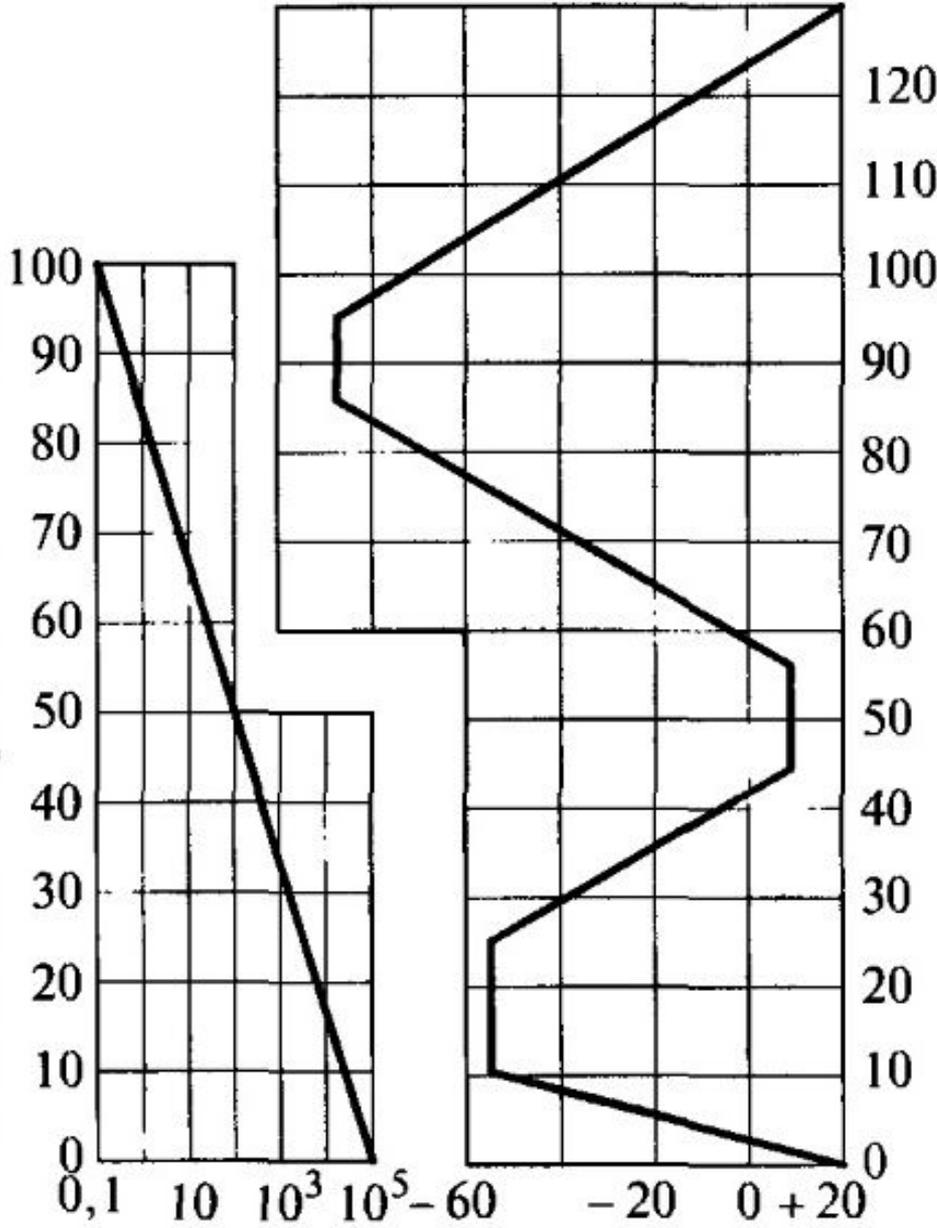


Рис.97 Термическая турбулентность

- В поднимающемся воздухе температура изменяется вследствие адиабатического (непроницаемого) процесса, т.е. без обмена теплом с окружающей средой, за счет преобразования внутренней энергии газа в работу и работы во внутреннюю энергию.
- Поднимающийся воздух расширяется, производит работу, на которую затрачивает внутреннюю энергию, и температура его понижается. Опускающийся воздух, наоборот, сжимается, затраченная на расширение энергия освобождается, и температура воздуха растет.
- Т.к. воздух нагревается главным образом от деятельной поверхности, температура с высотой в нижнем слое атмосферы, как правило, понижается. Вертикальный градиент для тропосферы в среднем составляет 0,60 на 100 м. Он считается положительным, если температура с высотой убывает, и отрицательным, если она повышается.

Высота над поверхностью земли, км

-100 -60 -20 0 +20



Давление, Па Температура, °C

↑ Экзосфера (от 1 000 до 10 000 км)

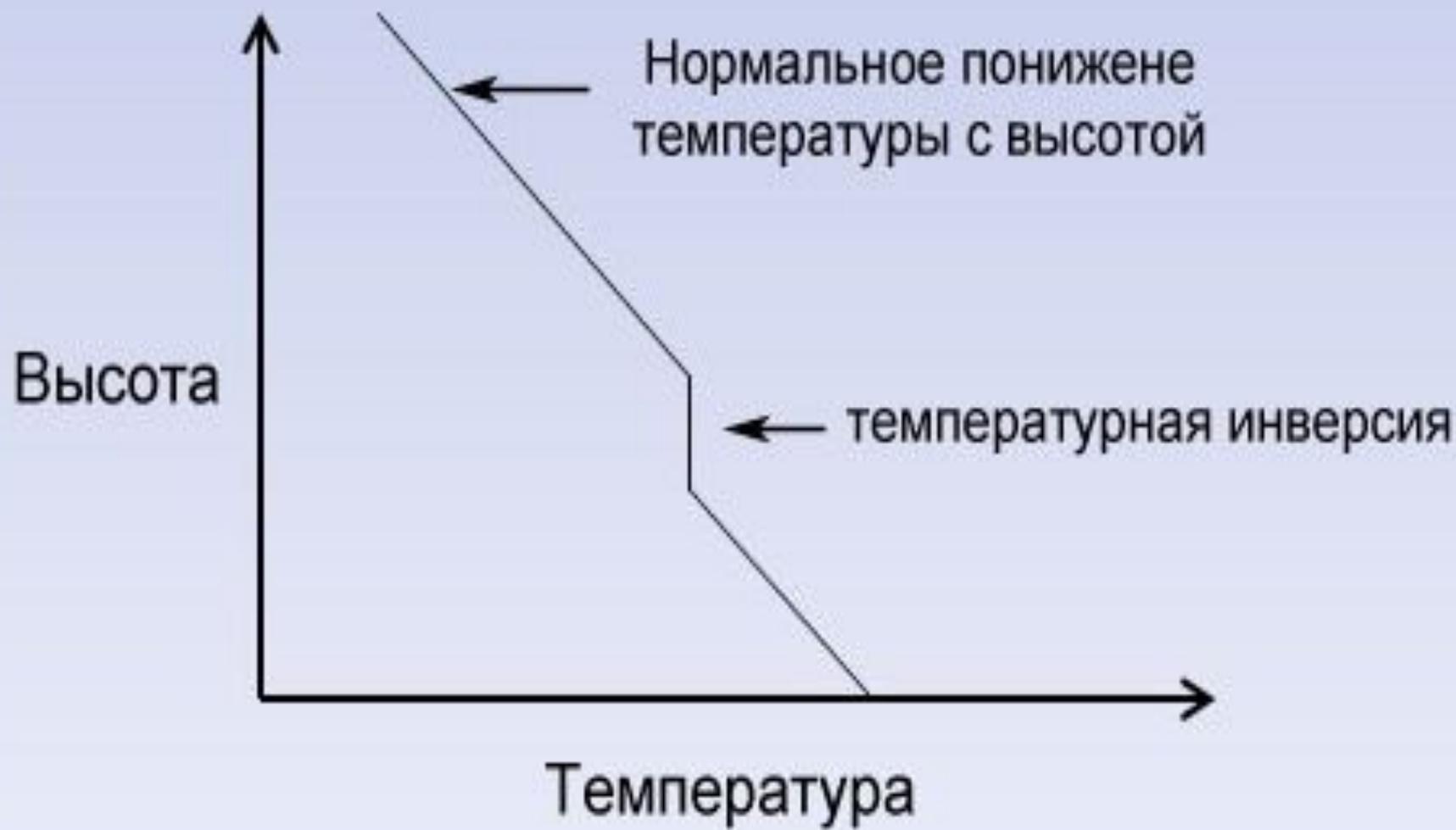
Ионосфера (термосфера)
Мезопауза

Мезосфера (хемосфера)
Стратопауза (Озонасфера)

Стратосфера
Тропопауза

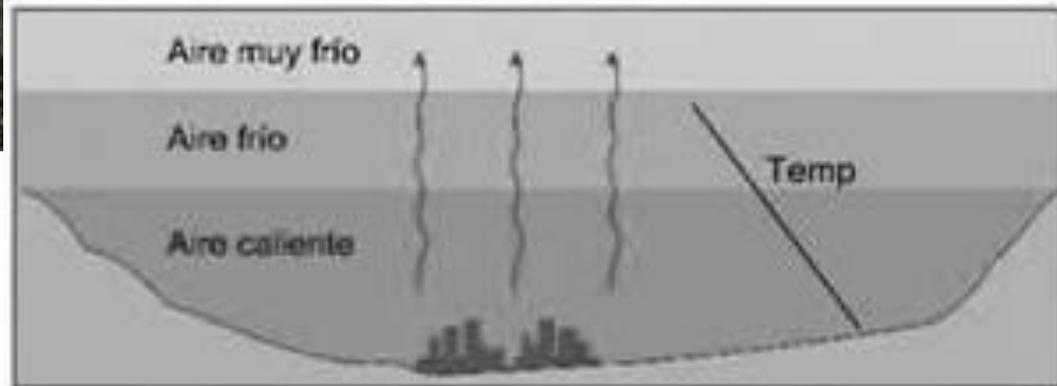
Тропосфера
Литосфера Поверхность земли Гидросфера

- Возрастание температуры с высотой называется инверсией, а слой воздуха, в котором температура с высотой возрастает – слоем инверсии.
- У земной поверхности при сильном ее охлаждении в результате излучения возникает радиационная инверсия (инверсия излучения). Она появляется в ясные летние ночи и может охватывать слой в несколько сотен метров. Зимой в ясную погоду инверсия сохраняется несколько суток и даже недель. Зимние инверсии могут охватывать слой до 1,5 км. Усилению инверсии способствуют условия рельефа (холодный воздух стекает в понижения и там застаивается). Такие инверсии называются орографическими.





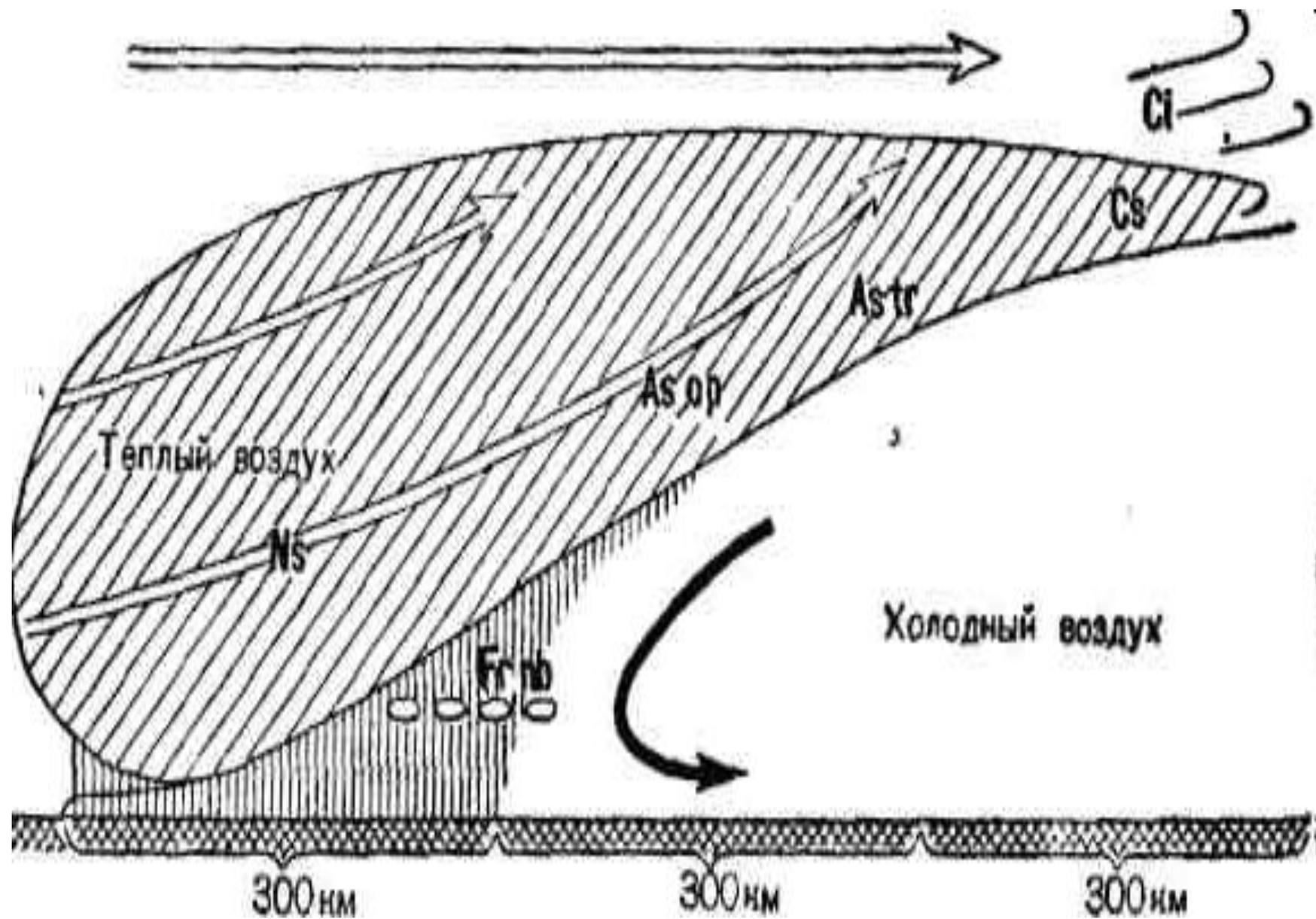
Situación normal



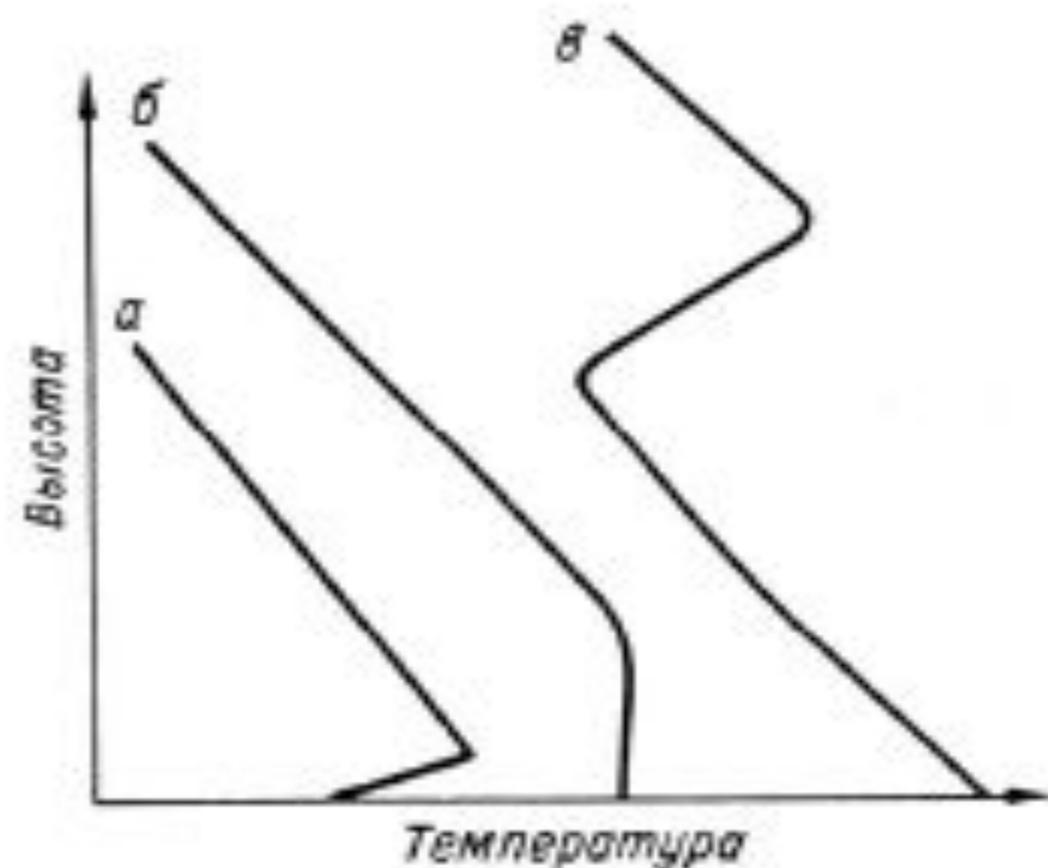
Inversión térmica



- Мощные инверсии, называемые адвективными, образуются в тех случаях, когда сравнительно теплый воздух приходит на холодную поверхность, охлаждающую нижние его слои. Адвективные инверсии днем выражены слабо, ночью они усиливаются радиационным выхолаживанием. Весной образованию таких инверсий способствует еще не стаявший снежный покров.
- С явлением инверсии температуры в приземном слое воздуха связаны заморозки. Заморозки – понижение температуры воздуха ночью до 0 и ниже в то время, когда средние суточные температуры выше 0 (осень, весна). Может быть и так, что заморозки наблюдаются только на почве при температуре воздуха над ней выше нуля.
- Тепловое состояние атмосферы оказывает влияние на распространение в ней света. В тех случаях, когда температура с высотой резко изменяется (повышается или понижается), возникают миражи. Мираж – мнимое изображение предмета, появляющееся над ним (верхний мираж) или под ним (нижний мираж). Реже бывают боковые миражи (изображение появляется сбоку).



Типы распределения температуры с высотой

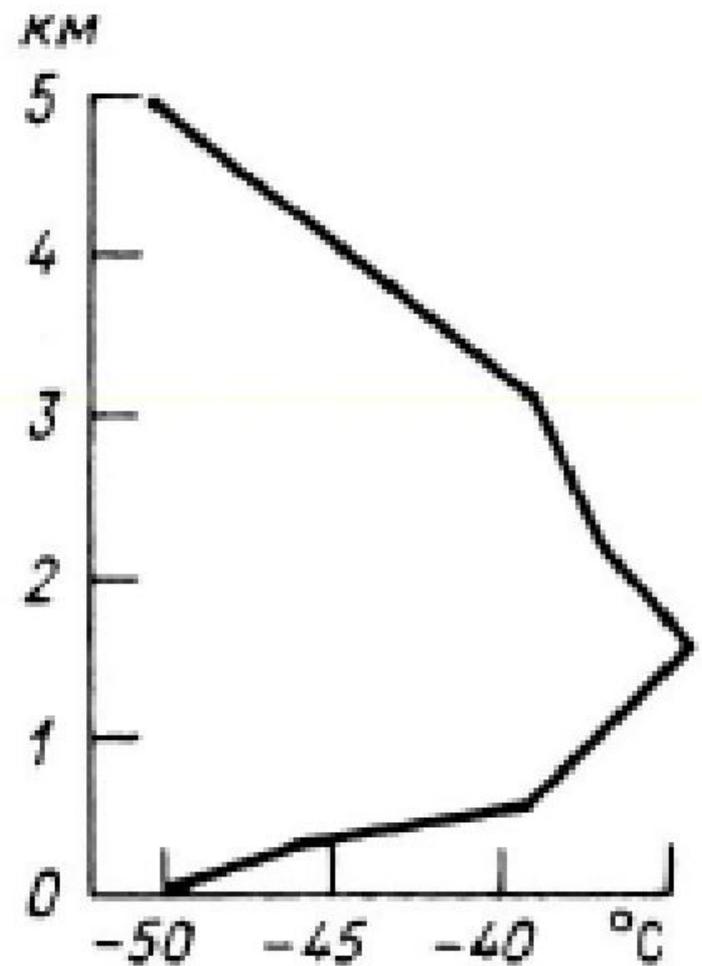


а – приземная инверсия, б – приземная изотермия,
в – инверсия в свободной атмосфере

Инверсия температуры характеризуется:

- высотой нижней границы,
- толщиной слоя,
- скачком температуры, разностью температур на верхней и нижней границах

инверсионного слоя



Зимняя инверсия температуры над Якутском 2.12.1957г.

Фата-Моргана



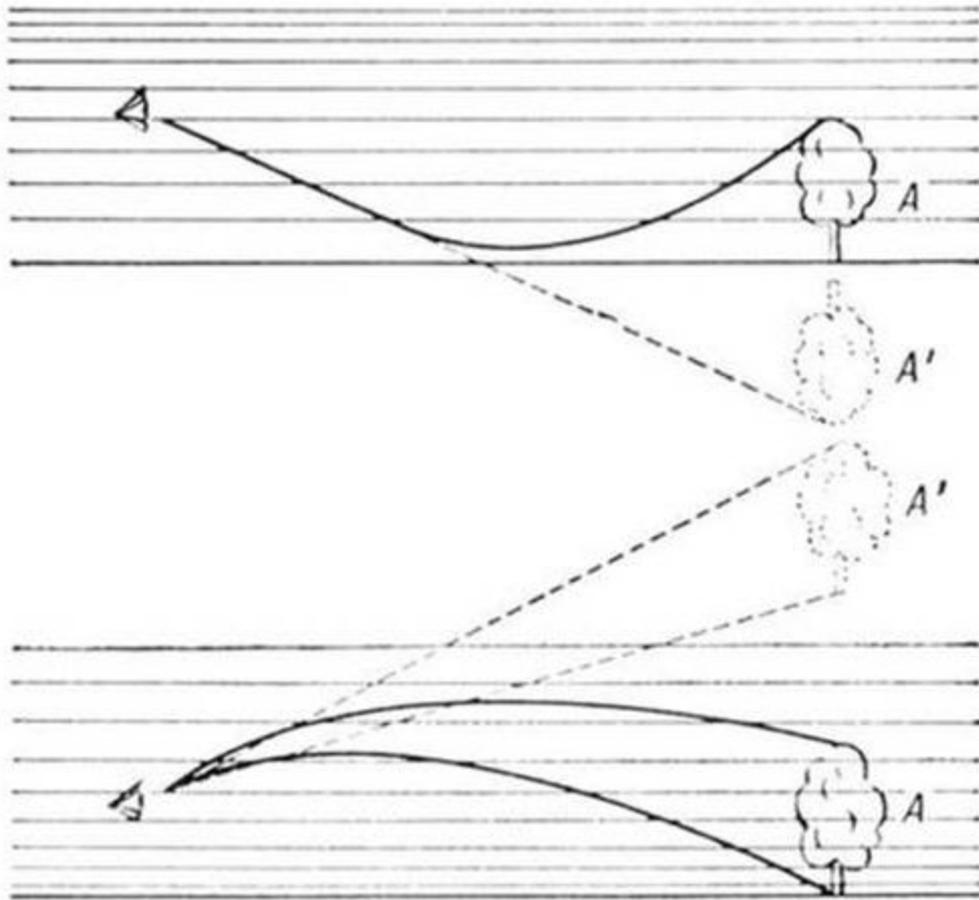
Фата-Моргана – сложное оптическое явление в атмосфере, состоящее из нескольких форм миражей, при котором отдаленные предметы видны многократно и с разнообразными искажениями.

Свое название мираж получил в честь сказочной героини Фаты Морганы или, в переводе с итальянского, феи Морганы. Говорят, что она сводная сестра короля Артура, отвергнутая возлюбленная Ланцелота, поселилась от огорчения на дне моря, в хрустальном дворце, и с тех пор обманывает мореплавателей призрачными видениями.



- Причина миражей – рефракция – искривление траектории световых лучей, идущих от предмета к глазу наблюдателя, в результате их преломления на границе слоев с разной плотностью. Возникновение верхних миражей возможно в случае образования мощных приземных инверсий. Благоприятные условия для этого в полярных районах, где поверхность сильно выхолаживается. Часто такой мираж образуется над морем, охлажденным вследствие испарения. Нижние миражи наблюдаются в пустынях, где плотность воздуха с высотой резко увеличивается вследствие сильного нагревания приземного слоя воздуха. Такое состояние атмосферы крайне неустойчиво и возможно лишь при полном безветрии.

Почему мы видим миражи?



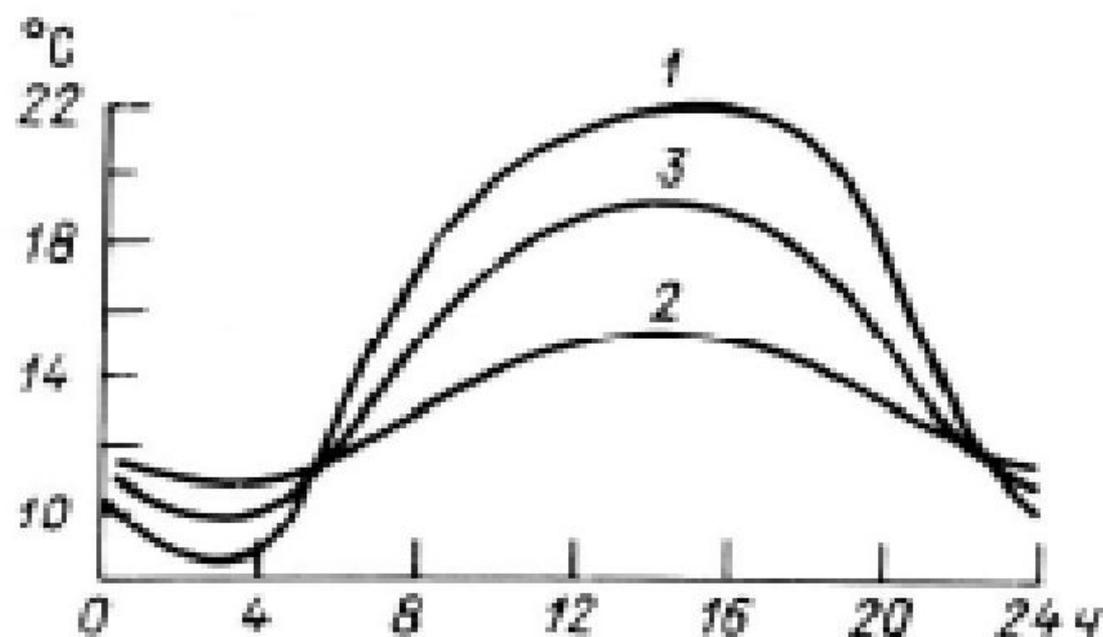
Мираж (фр. mirage)

— оптическое явление в атмосфере: отражение света границей между резко разными по теплоте слоями воздуха. Вместе с отдалённым объектом видно его мнимое изображение, смещенное относительно предмета.

- Суточный годовой ход температуры в нижнем слое тропосферы до высоты 2 км в общем отражает ход температуры поверхности. С удалением от поверхности амплитуды колебаний температуры уменьшаются, а моменты максимума и минимума запаздывают.
- Суточные колебания температуры воздуха зимой заметны до высоты 0,5 км, летом – до 2 км. В слое мощностью 2 м суточный максимум обнаруживается около 14 – 15 часов и минимум после восхода Солнца. Амплитуда суточных колебаний температуры с увеличением широты места уменьшается.

Суточный ход температуры воздуха четко выражен и имеет периодический характер в ясную погоду

Периодичность может нарушаться облачностью, осадками и адвекцией тепла или холода



Суточный ход температуры воздуха в Павловске в зависимости от облачности: 1 — ясные дни, 2 — пасмурные дни, 3 — все дни

- Наибольшая суточная амплитуда – в субтропических широтах, наименьшая – в полярных. В умеренных широтах суточные амплитуды различны в разные времена года. В высоких широтах наибольшая суточная амплитуда весной и осенью, а в умеренных – летом.
- На суточные амплитуды колебания температуры влияют рельеф и физические свойства поверхности. Выпуклый рельеф уменьшает амплитуды, вогнутый – увеличивает. Над водной поверхностью они значительно меньше, чем над сушей, над растительным покровом меньше, чем над лишенной растительности поверхностью.

- Годовой ход температуры воздуха зависит прежде всего от широты места. От экватора к полюсам годовая амплитуда колебаний температуры воздуха увеличивается. Выделяют четыре типа годового хода температуры по величине амплитуды и по времени наступления крайних температур.
- **Экваториальный тип** характеризуется двумя максимумами (после моментов равноденствия) и двумя минимумами (после моментов солнцестояния). Амплитуда над Океаном около 10, над сушей – до 100. Температура весь год положительная.
- **Тропический тип** – один максимум (после летнего солнцестояния) и один минимум (после зимнего солнцестояния). Амплитуда над океаном – около 50, на суше – до 200. Температура весь год положительная.

Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) в Джакарте,
о. Ява, Индонезия, $6^{\circ}30'$ ю.ш., $106^{\circ}50'$ в.д.

Месяцы	I	25,8
	II	25,8
	III	26,2
	IV	26,7
	V	26,8
	VI	26,5
	VII	26,3
	VIII	26,8
	IX	26,8
	X	26,8
	XI	26,5
	XII	26,2
Год	26,4	
Амплитуда	1,0	

Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) в Гонолулу,
Гавайские о-ва, $21^{\circ}22'$ с.ш., $157^{\circ}55'$ з.д.

Месяцы	I	22
	II	22
	III	22
	IV	23
	V	24
	VI	25
	VII	25
	VIII	26
	IX	26
	X	25
	XI	24
	XII	23
Год	24	
Амплитуда	4,0	

- **Умеренный тип** – один максимум (в северном полушарии над сушей в июле, над Океаном в августе) и один минимум (в северном полушарии над сушей в январе, над Океаном в феврале). Отчетливо выделяются четыре сезона: теплый, холодный и два переходных. Годовая амплитуда температуры увеличивается с увеличением широты, а также по мере удаления от Океана: на побережье 100, вдали от Океана – до 600 и более (в Якутске – 62,50). Температура в холодный сезон отрицательна.
- **Полярный тип** – зима более продолжительная и холодная, лето короткое, прохладное. Годовые амплитуды 250 и больше (над сушей до 650). Температура большую часть года отрицательная.
- Общая картина годового хода температуры воздуха осложняется влиянием факторов, среди которых особенно большое значение принадлежит подстилающей поверхности. Над водной поверхностью годовой ход температуры сглаживается, над сушей, наоборот, выражен резче. Сильно снижает годовые амплитуды снежный и ледяной покров. Влияют также высота над уровнем моря, рельеф, удаленность от Океана, облачность.

Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) в Лондоне,
морской климат, $51^{\circ}30'$ с.ш., $0^{\circ}0'$ в.д.

Месяцы	I	5
	II	5
	III	6
	IV	8
	V	12
	VI	15
	VII	17
	VIII	16
	IX	14
	X	10
	XI	6
	XII	5
Год	10	
Амплитуда	12	

Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) в Иркутске,
континентальный климат, $52^{\circ}25'$ с.ш., $104^{\circ}25'$ в.д.

Месяцы	I	-20
	II	-18
	III	-10
	IV	0
	V	8
	VI	14
	VII	17
	VIII	15
	IX	8
	X	0
	XI	-11
	XII	-18
Год	-1	
Амплитуда	37	

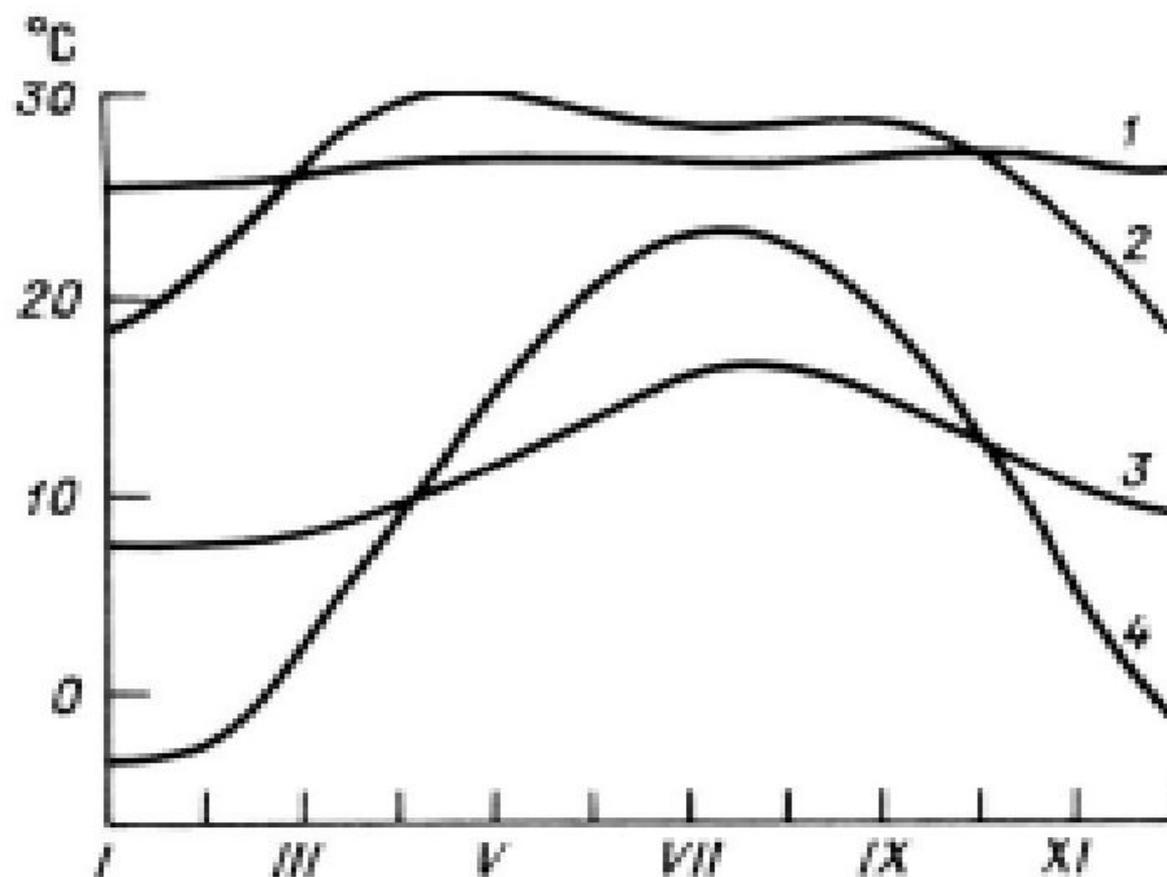
Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) в Грин-Харбор,
арх. Шпицберген, 78°с.ш. , $14^{\circ}10'\text{в.д.}$

Месяцы	I	-16
	II	-18
	III	-20
	IV	-14
	V	-5
	VI	2
	VII	5
	VIII	5
	IX	0
	X	-6
	XI	-11
	XII	-14
Год	-8	
Амплитуда	25	

Среднемесячные температуры ($^{\circ}\text{C}$) на ст. Восток,
Антарктида, $72^{\circ}05'$ ю.ш., $96^{\circ}35'$ в.д.

Месяцы	I	-34
	II	-44
	III	-55
	IV	-63
	V	-63
	VI	67
	VII	-67
	VIII	-71
	IX	-67
	X	-59
	XI	-44
	XII	-32
Год	-55	
Амплитуда	39	

Некоторые типы годового хода температуры воздуха

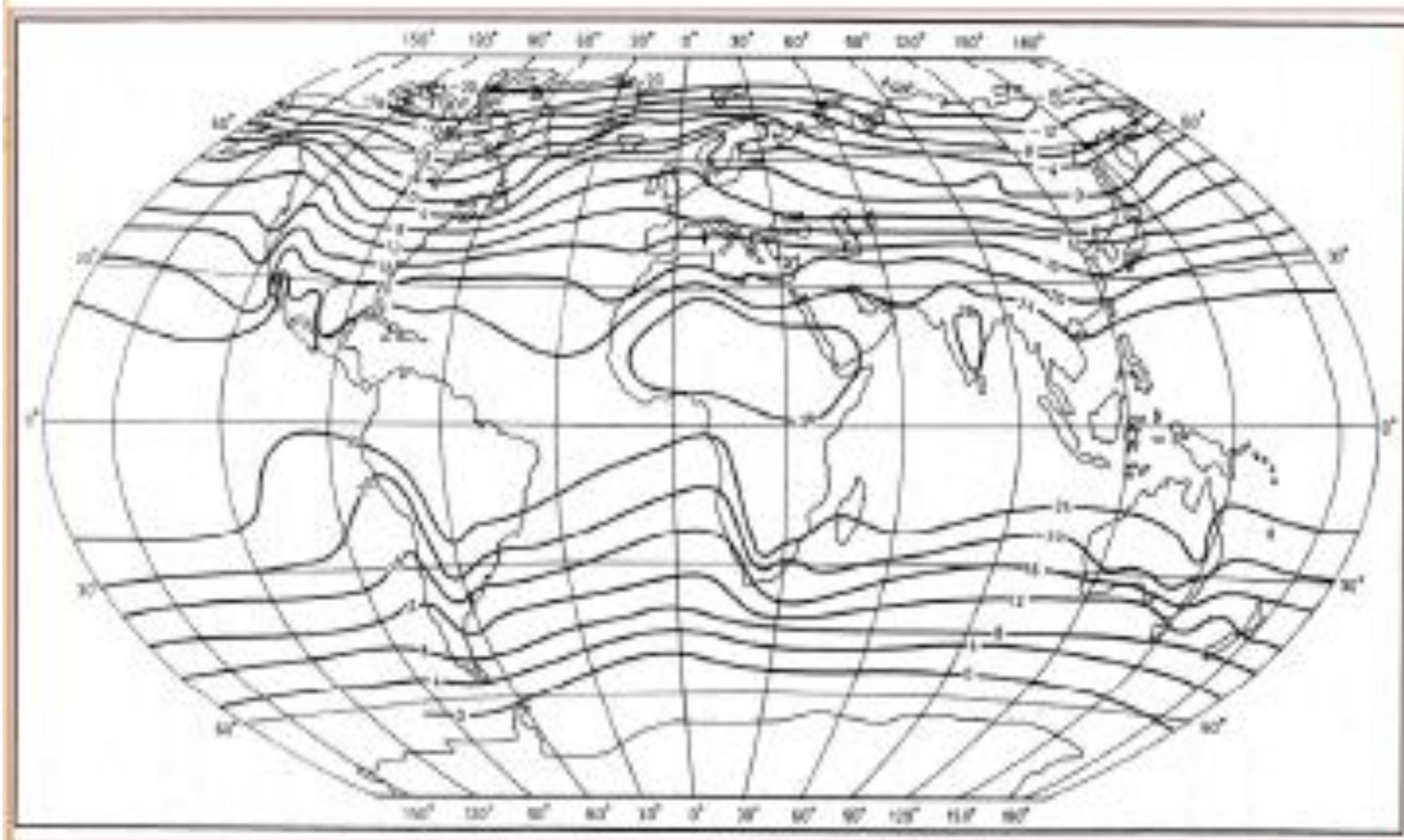


1 – экваториальный (Джакарта, Индонезия), 2 – тропический в области муссонов (Калькутта, Индия), 3 – морской в умеренном поясе (Силли, Шотландия), 4 – континентальный в умеренном поясе (Чикаго, США)

- **2. Распределение температуры воздуха у подстилающей поверхности.**
- Если бы земная поверхность была однородна, а атмосфера и гидросфера неподвижны, распределение тепла по поверхности Земли определялось бы только поступлением солнечной радиации, и температура воздуха постепенно убывала бы от экватора к полюсам, оставаясь одинаковой по параллели. Температуры, зависящие только от поступления солнечной радиации, называют солярными температурами.
- Действительные среднегодовые температуры воздуха определяются тепловым балансом и зависят от характера подстилающей поверхности и непрерывного межширотного теплообмена, осуществляемого посредством перемещения воздуха и вод Океана, а поэтому отличающихся от солярных.

- Действительные средние годовые температуры воздуха у земной поверхности в низких широтах ниже, а в высоких, наоборот, выше солярных. В южном полушарии действительные средние годовые температуры на всех широтах ниже, чем в северном.
- Средняя температура воздуха у земной поверхности в северном полушарии в январе +8 С, в июле +22 С; в южном – в июле +10 С, в январе +17 С. Годовые амплитуды колебаний температуры воздуха, составляющие для северного полушария 14 , а для южного 7 , свидетельствуют о меньшей континентальности южного полушария. Средняя за год температура воздуха у земной поверхности в целом +14 .

Географическое распределение среднегодовой температуры воздуха на уровне моря ($^{\circ}\text{C}$)

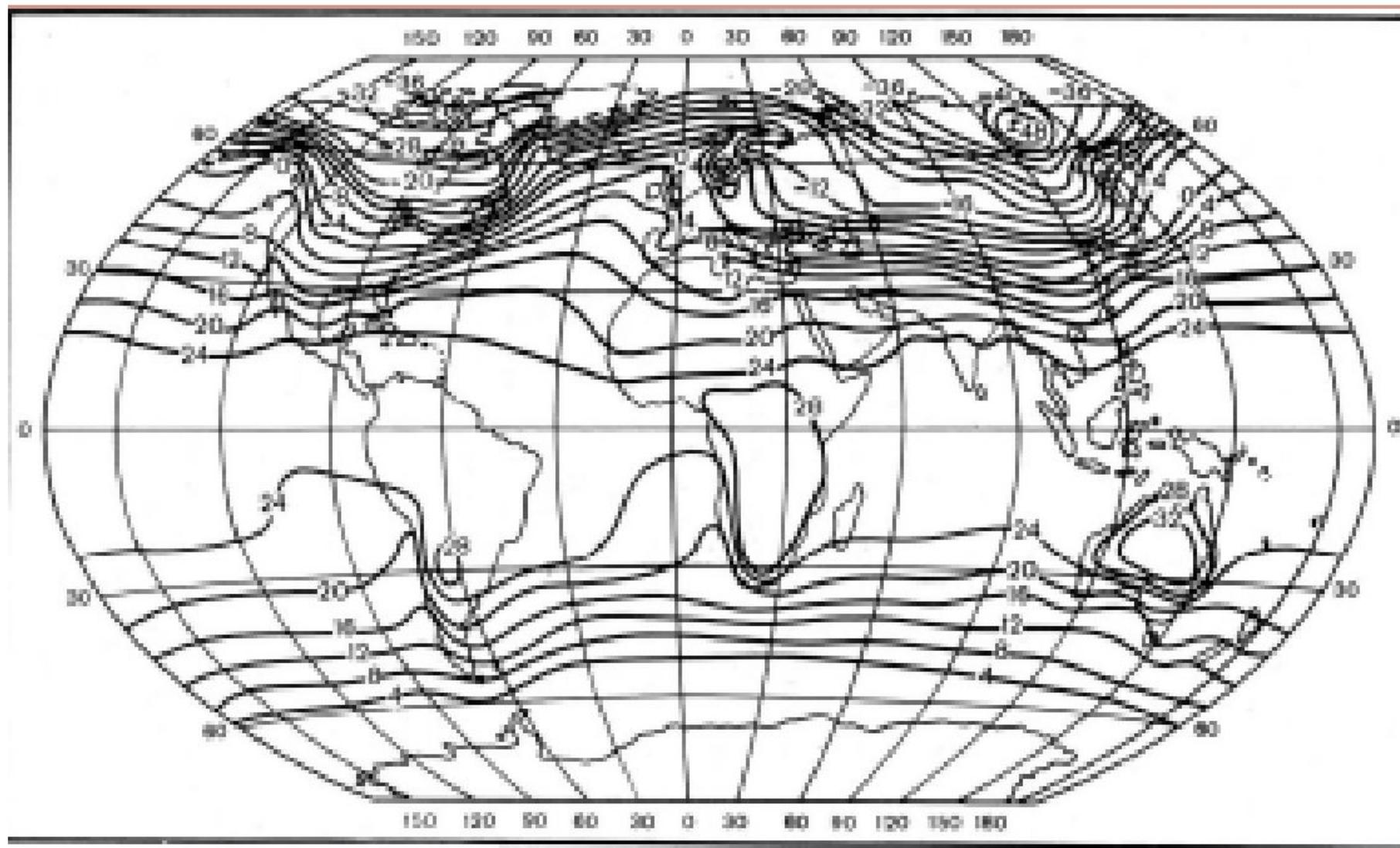


Распределение температуры воздуха за год для территории России

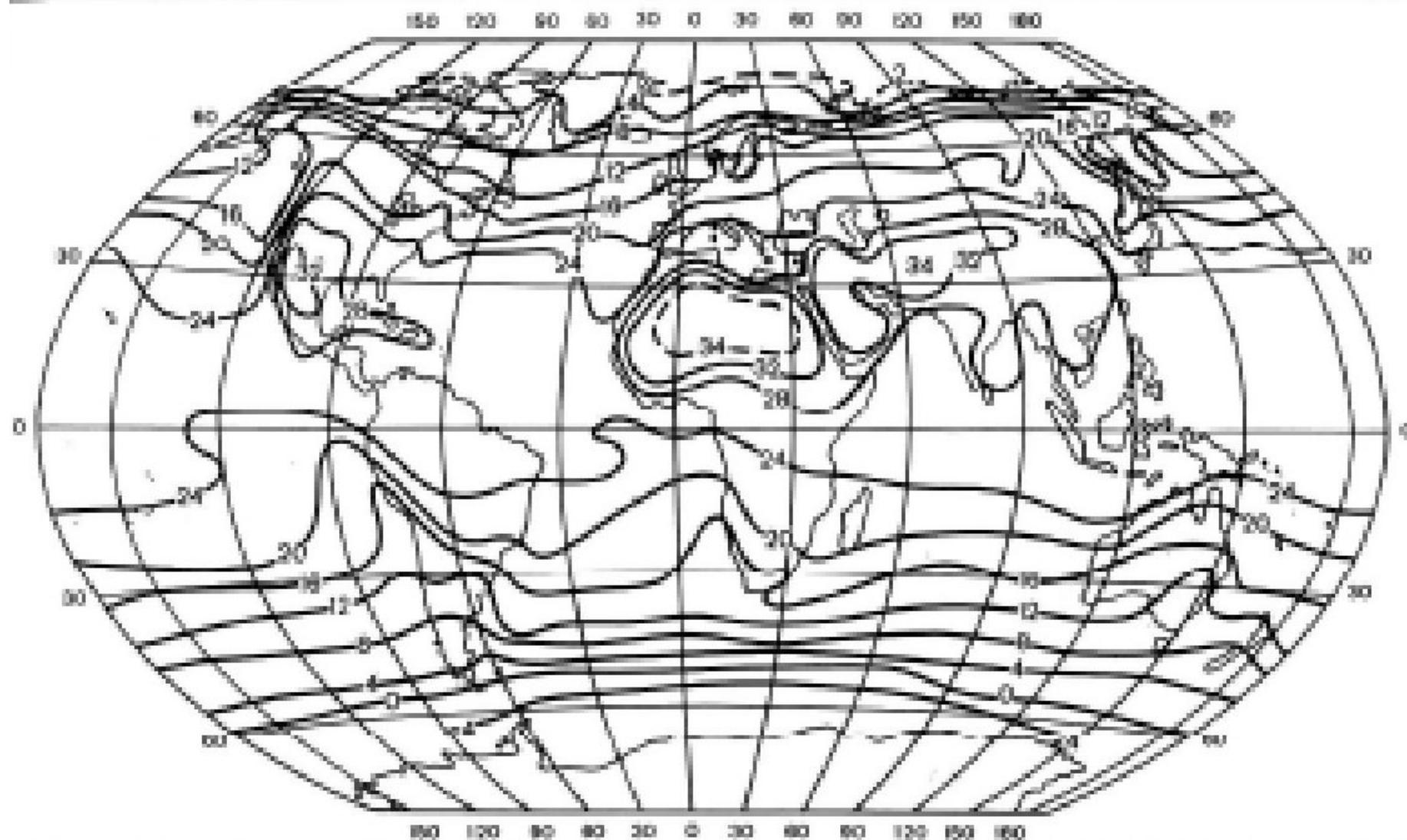
ГОД



Распределение средней месячной температуры воздуха на уровне моря в январе ($^{\circ}\text{C}$)

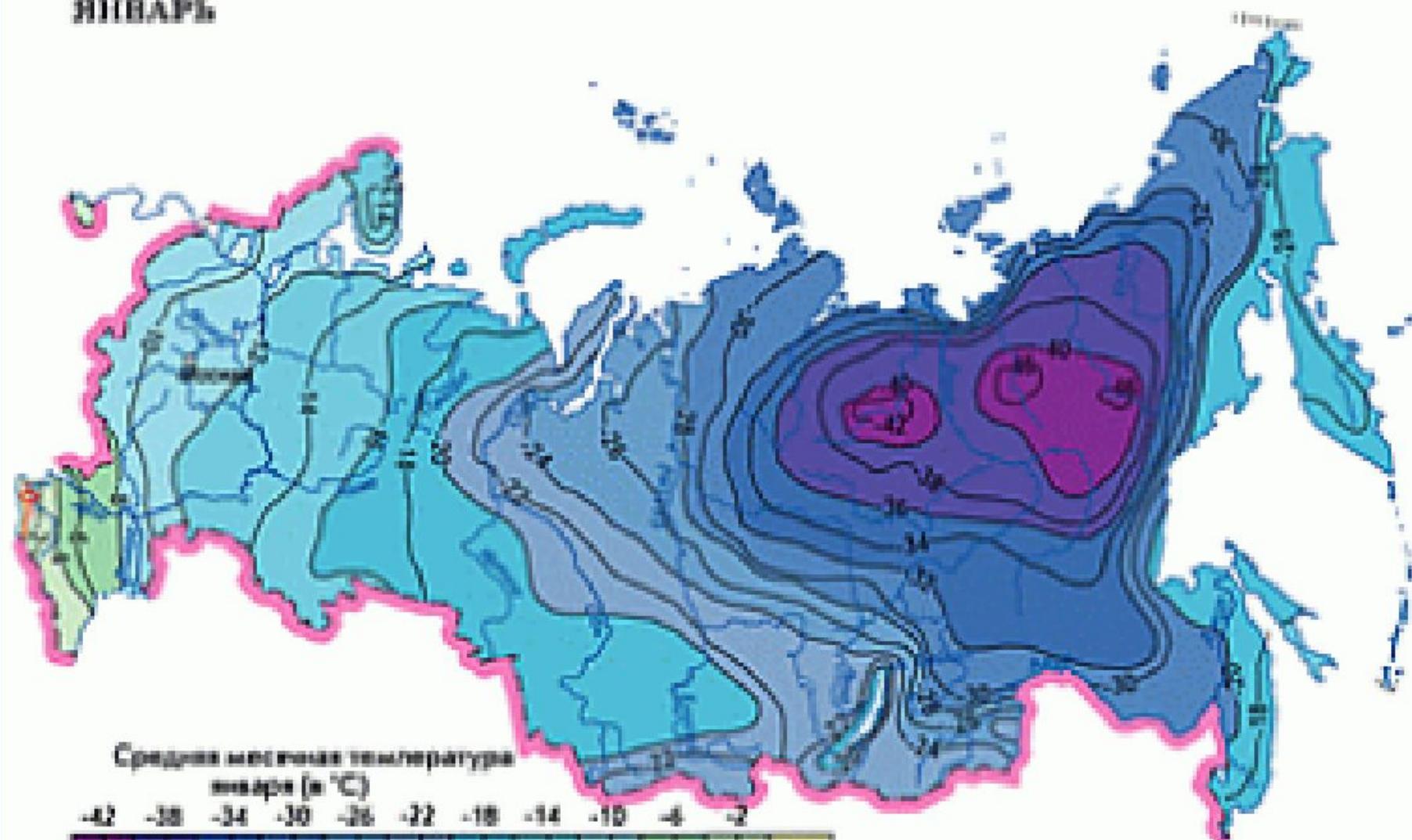


Распределение средней месячной температуры воздуха на уровне моря в июле (°C)



Распределение температуры воздуха в январе для территории России

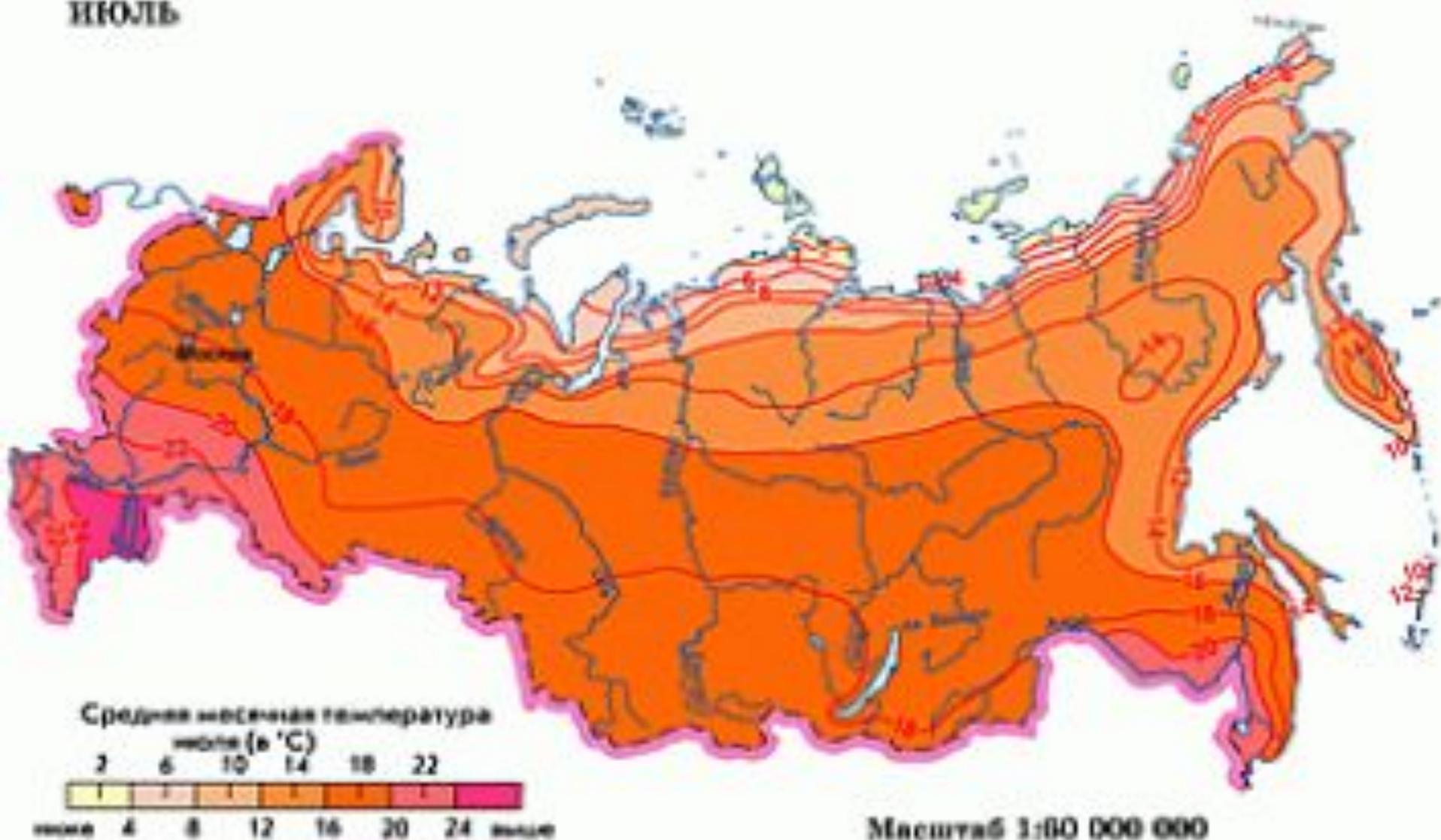
ЯНВАРЬ



Масштаб 1:60 000 000

Распределение температуры воздуха в июле для территории России

ИЮЛЬ



- **3. Тепловые пояса.** Тропики и полярные круги, ограничивающие пояса освещенности, нельзя считать действительными границами тепловых поясов, так как на распределение температуры, кроме фигуры и положения Земли по отношению к Солнцу, влияет ряд факторов: распределение суши и моря, теплые и холодные океанские и воздушные течения и т.д. Поэтому за границы тепловых (температурных) поясов принимают изотермы. Тепловых поясов семь:
 - **жаркий пояс**, расположенный между годовой изотермой +20 северного и южного полушарий;
 - два умеренных пояса, ограниченные со стороны экватора годовой изотермой +20, со стороны полюсов – изотермой +10 самого теплого месяца;
 - два холодных пояса, находящихся между изотермами +10 и 0 самого теплого месяца;
 - два пояса мороза, расположенные около полюсов и ограниченные изотермой 0 самого теплого месяца.
- Температурные пояса – основа климатических поясов.

Северный полюс



экватор

Южный полюс