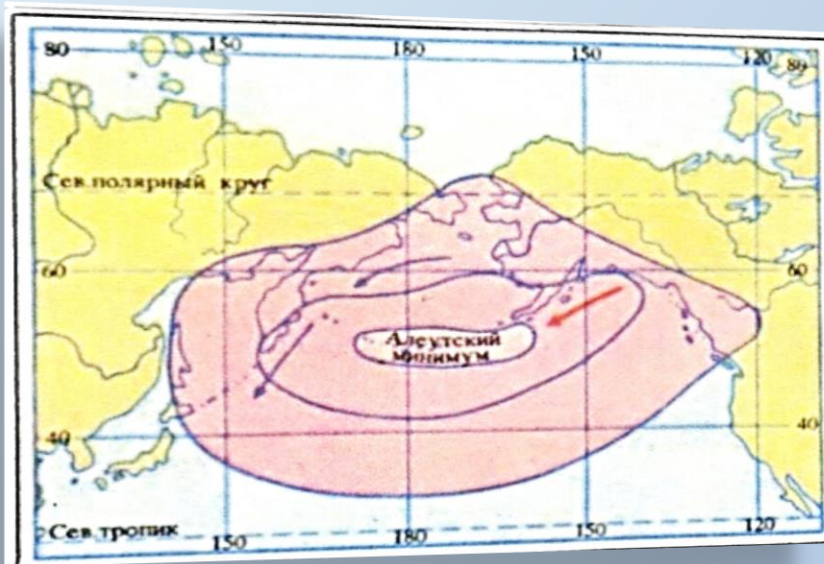


Климат Соединённых Штатов Америки (Новая Англия и город Бостон)

Профессор Адольф Филиппов



Цель доклада

Рассмотрение процессов климатообразования и особенностей погодных условий на территории США и, в частности, Новой Англии (1,2)

Определения:

ПОГОДА – состояние физических параметров атмосферы в данный момент

КЛИМАТ – статистический ансамбль состояний параметров атмосферы за длительное время

Классификация климата

- Арктический
- Субарктический
- Умеренный
- Субтропический
- Тропический
- Субэкваториальный



*Определение климата и его виды
на схематической карте (6)*

Факторы климатообразования

Лучистая энергия Солнца

Определяет годовые и суточные изменения метеовеличин, зональность природных свойств, влияние астрономических факторов, испарение и круговорот воды в природе.

Структура подстилающей поверхности

Определяет особенности микроклимата, высотную поясность, климат горных стран, океанов и полярных областей.

Циркуляционные процессы в атмосфере и в океане

Определяют погоду и её аномалии, осадки, ветровой режим, перенос воздушных масс, штормы, суховеи и засухи, ураганы и грозы.

Фазовые переходы воды

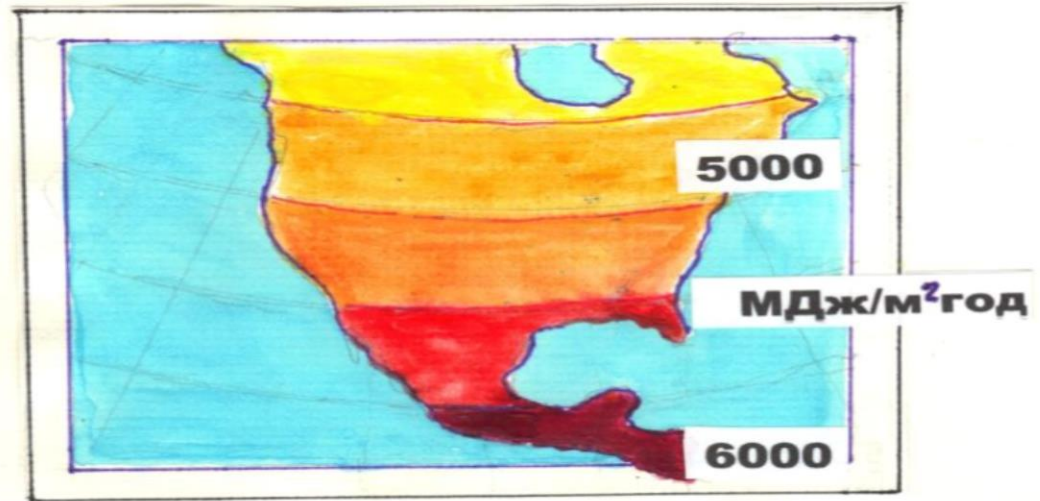
Определяют осадки, снежный покров, эволюцию облачных систем и ледников, испарение и круговорот воды в природе, ливни и грозы.

Режим лучистой энергии

Уравнение радиационного баланса атмосферы

$$Q = (1-A) S_0 P^m + E_A - \epsilon T^4$$

Распределение годовых сумм энергии в США и Канаде



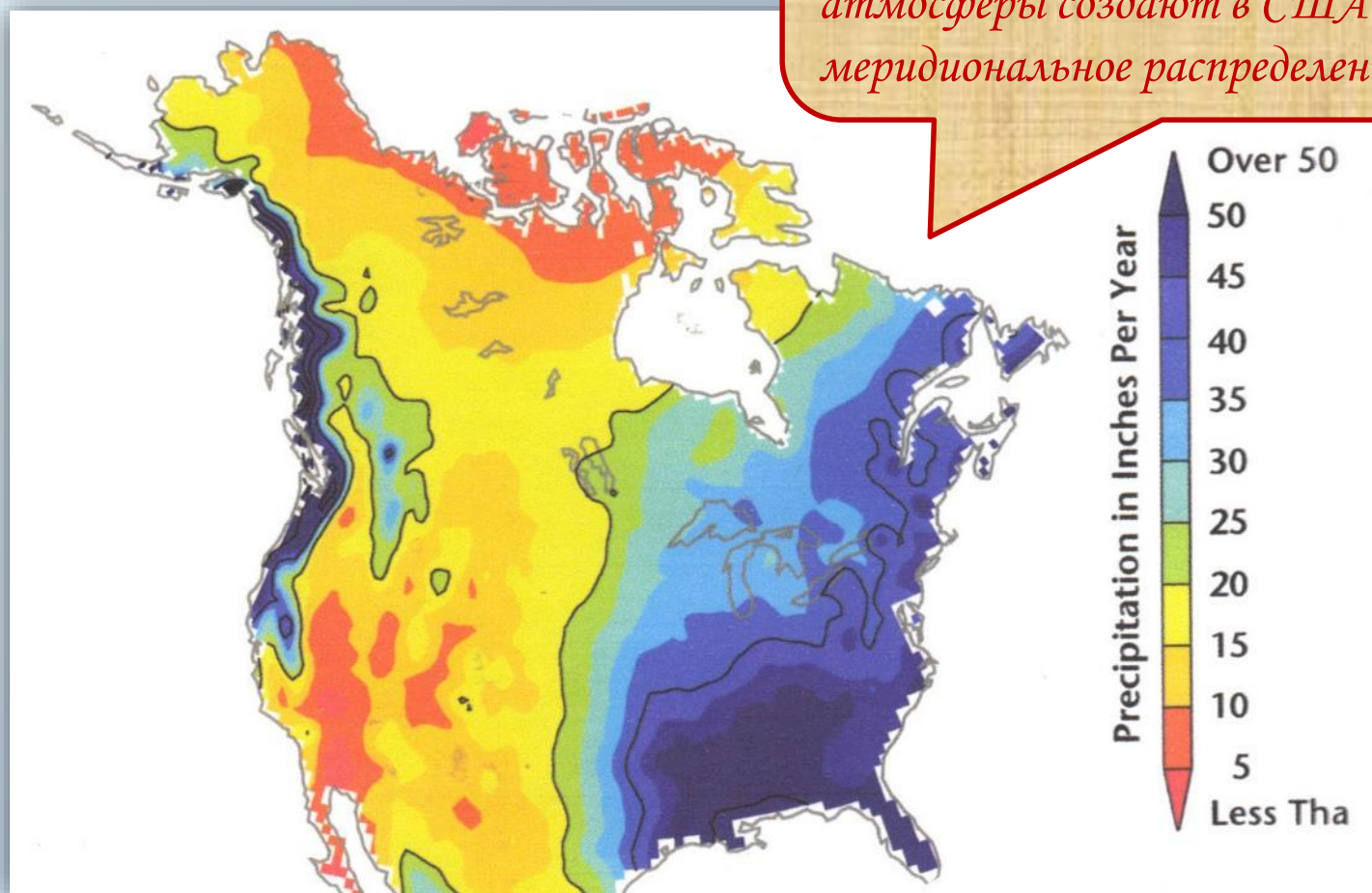
Изменение глобальной температуры в геологическом прошлом



Карта-схема распределения годовых сумм солнечной радиации на территории США

Влияние рельефа на распределение годового количества осадков в Северной Америке

Если солнечная радиация формирует зональность климатических показателей, то рельеф и циркуляция атмосферы создают в США почти меридиональное распределение осадков (1,3)



*Классическая термодинамика и гидромеханика
применительно к атмосфере*

1. Уравнение состояния воздуха

$$PV = RT$$

2. Первое начало термодинамики

$$dQ = C_p dT - RT dP/P$$

3. Второе начало термодинамики

$$dS/S \geq 0$$

4. Уравнения движения

В векторной форме $\frac{d\vec{V}}{dt} = \vec{G} + \vec{K} + \vec{R} + \vec{g}$

В скалярной форме $\frac{dU}{dt} = -\frac{\partial P}{\partial x} + 2\{\omega_z V -$

$$\omega_y W\} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial U}{\partial z}$$

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{\partial P}{\partial y} + 2\{\omega_x W - \omega_z U\} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\frac{dW}{dt} = -\frac{\partial P}{\partial z} + 2\{\omega_y U - \omega_x V\} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial W}{\partial z} - g$$

5. Уравнение неразрывности

$$\frac{dq}{dt} = U \frac{\partial q}{\partial x} + V \frac{\partial q}{\partial y} + W \frac{\partial q}{\partial z}$$

6. Уравнение турбулентной диффузии пара

$$\frac{\partial a}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \{K_x \frac{\partial a}{\partial x}\} + \frac{\partial}{\partial y} \{K_y \frac{\partial a}{\partial y}\}$$

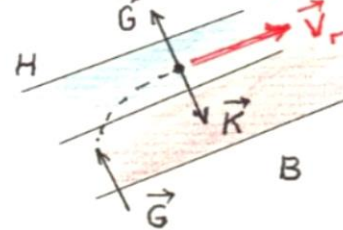
Основные законы гидро-термодинамики, являющиеся математической базой климатологических расчётов (5, 7)

Геострофический ветер

Это равномерное движение без трения при прямолинейных изобарах

$$-dP / dx = 2\rho w_z V$$

т.е. $V_g = 1/2\rho w_z dP/dx$

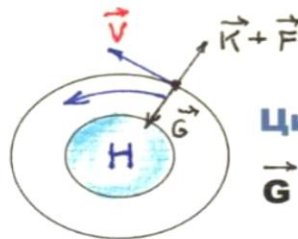


$$w_z = w \sin \varphi$$

$$\rho = P / RT$$

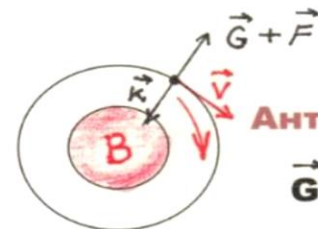
Циклострофический ветер

Ветер без трения при круговых изобарах



Циклон

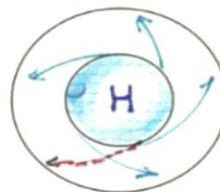
$$\vec{G} \quad \vec{K} \quad \vec{F}$$



Антициклон

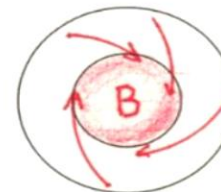
$$\vec{G} \quad \vec{K} \quad \vec{F}$$

Влияние трения на ветер при круговых изобарах



Циклон

$$\vec{G} \quad \vec{K} \quad \vec{F} \quad \vec{R}$$

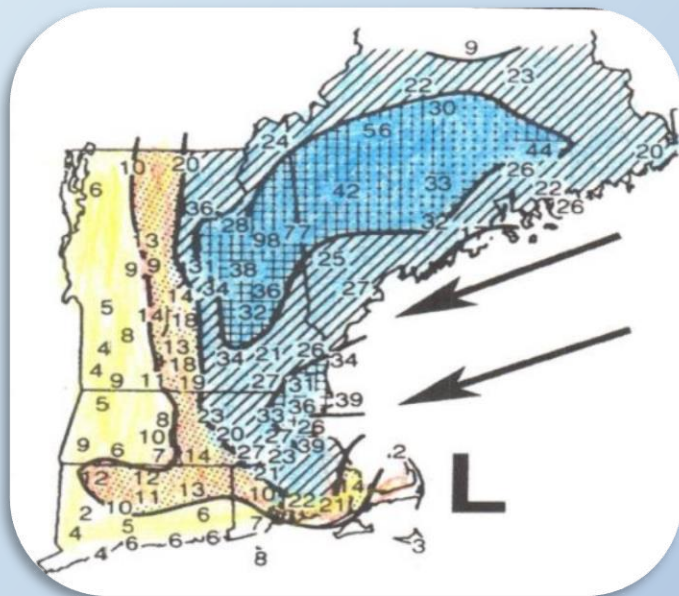
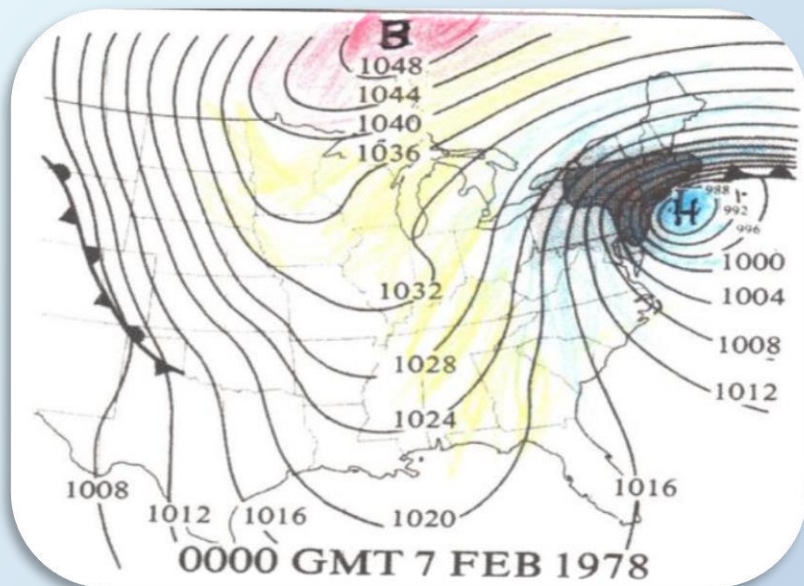


Антициклон

$$\vec{G} \quad \vec{K} \quad \vec{F} \quad \vec{R}$$

Процесс формирования ветра в зависимости от структуры поля давления.

Пример типичных синоптических условий интенсивных снегопадов в Новой Англии 7 февраля 1978 г.



Некоторые синоптические процессы являются типичными для возникновения экстремальных погодных условий. Например, обильные снегопады в Новой Англии (1)

Основные пояса ветра в системе глобальной атмосферной циркуляции



1. Пояс восточной циркуляции полярной области
2. Зона западного переноса умеренных широт
3. Субтропическая зона восточной циркуляции (пассаты)

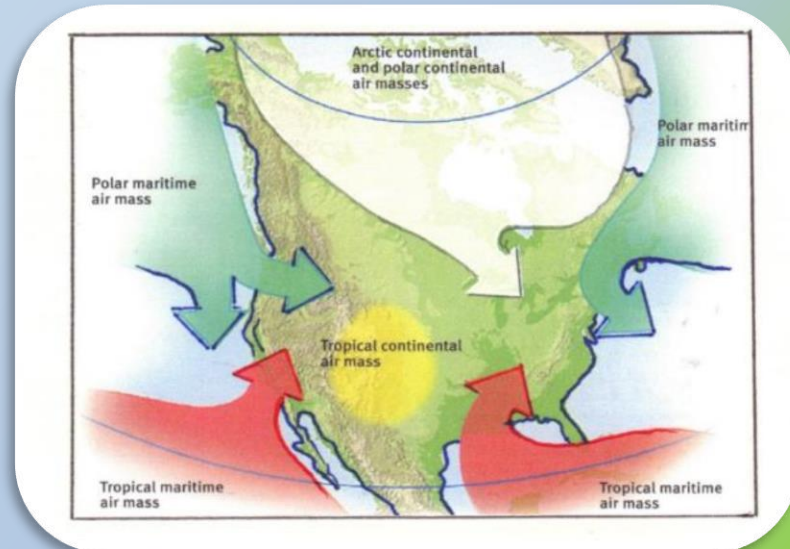
Центры действия атмосферы



1. Алеутский минимум
2. Исландский минимум
3. Гавайский максимум
4. Азорский максимум
5. Гренландский максимум

Постоянные барические области - центры действия атмосферы - формируют воздушные массы и определяют их перемещение. Погода и климат США зависят от прихода 5 типов указанных воздушных масс (1,2)

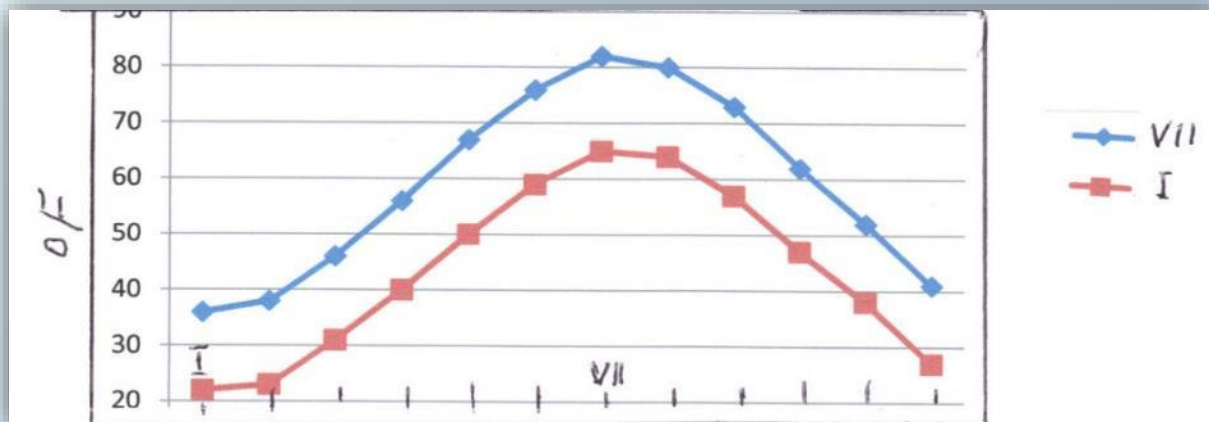
Воздушные массы в атмосфере



Статистические параметры температуры

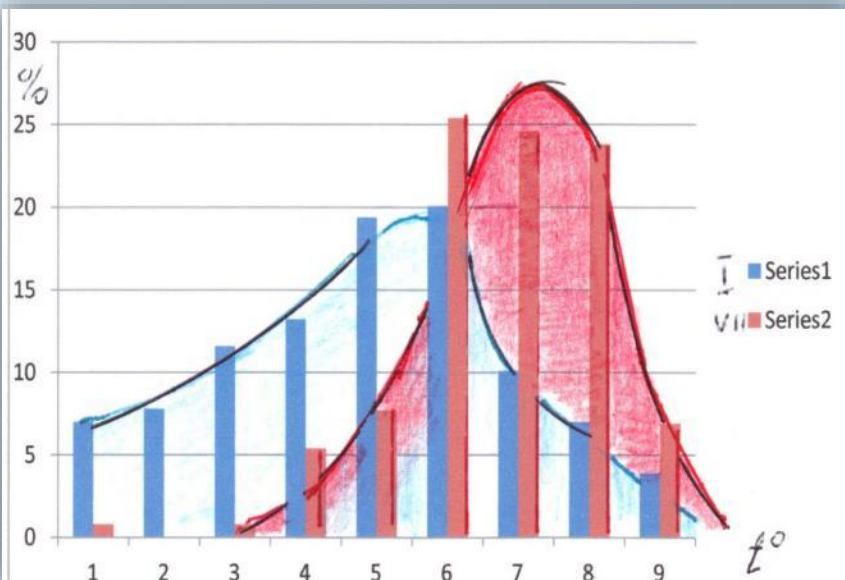
Годовой ход максимальной и минимальной

Температуры



Статистический анализ региональных закономерностей метеопоказателей (7)

Распределение вероятностей

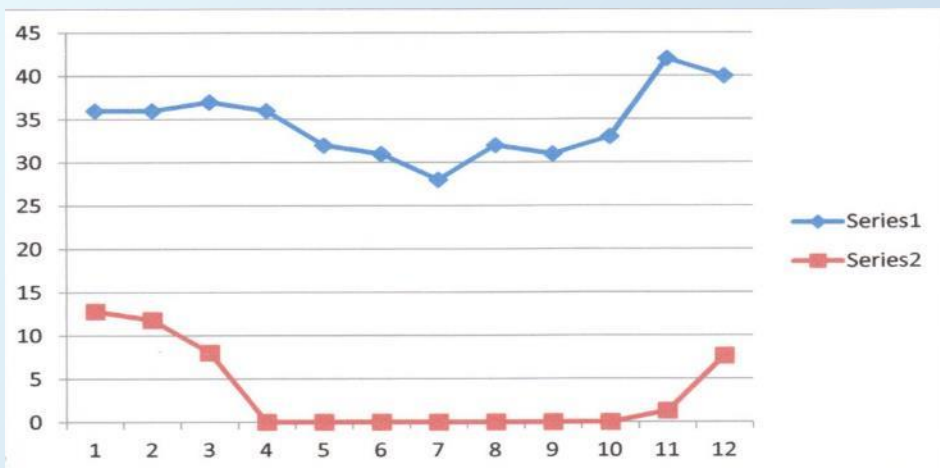


Значения температуры воздуха (С)

Значения температуры воздуха (С)				
Показатель	январь	июль	год	амплитуда
Средняя температура	- 1.5	23.2	10.9	24.7
Максимальная температура	2.0	29.8		27.8
Минимальная температура	- 6.0	19.5		25.5
Абсолютный максимум	22.2	39.4	41.0	

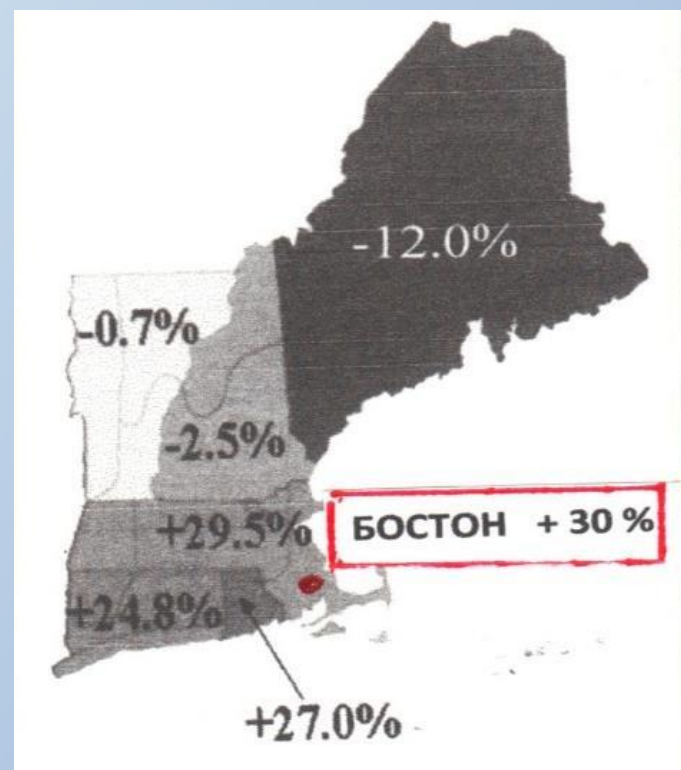
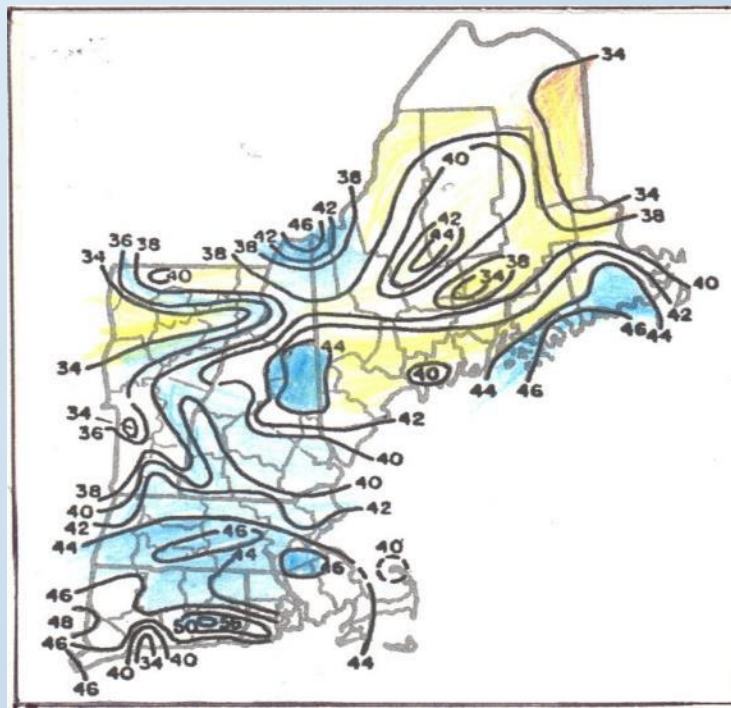
Атмосферные осадки и снежный покров

Годовой ход атмосферных осадков



Распределение атмосферных осадков на территории Новой Англии

Микроклиматические особенности осадков в Новой Англии



**Изменение годовых сумм
Осадков от 1895 г. и 2010 г.**

Экстремальные значения температуры и атмосферных осадков

Официально зарегистрированные абсолютные минимумы температуры

Пункт	Дата	Температура °C
Bloomfeld	30.12.33	-45
Van Buren	19.01.25	-44
Chester	22.01.84	-40
Kingston	11.01.42	-30

Средние за месяц °C

Min. январь 1888 г -6.6

Max. июль 1983 +25.6

Max. январь 1889 +2.0

Min. июль 1902 +19.9

Экстремальные суммы осадков за месяц и год

Min. июнь 1999 г 0 мм

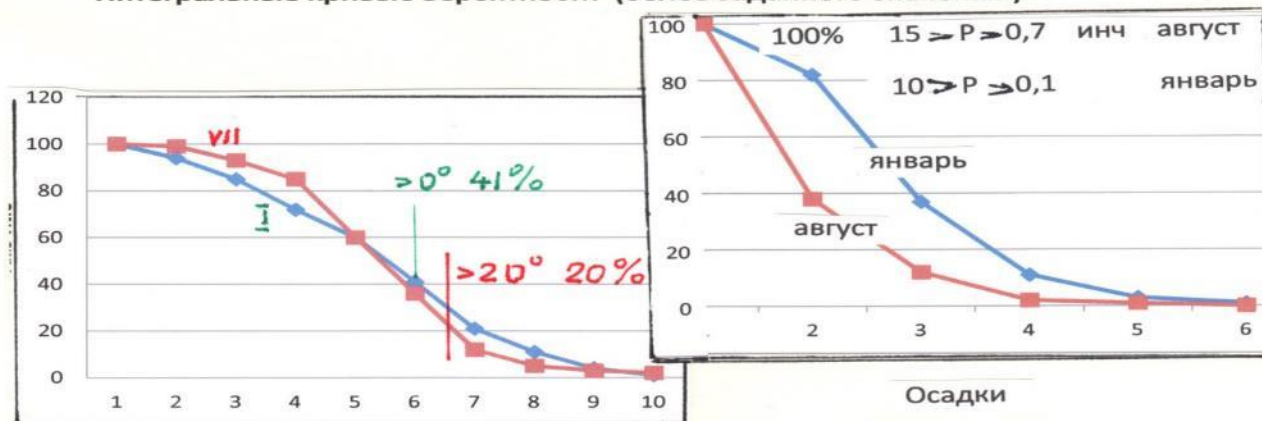
Max. март 2010 г 356.9 мм

Max. за год 1954 1491 мм

Min. за год 1965 569 мм

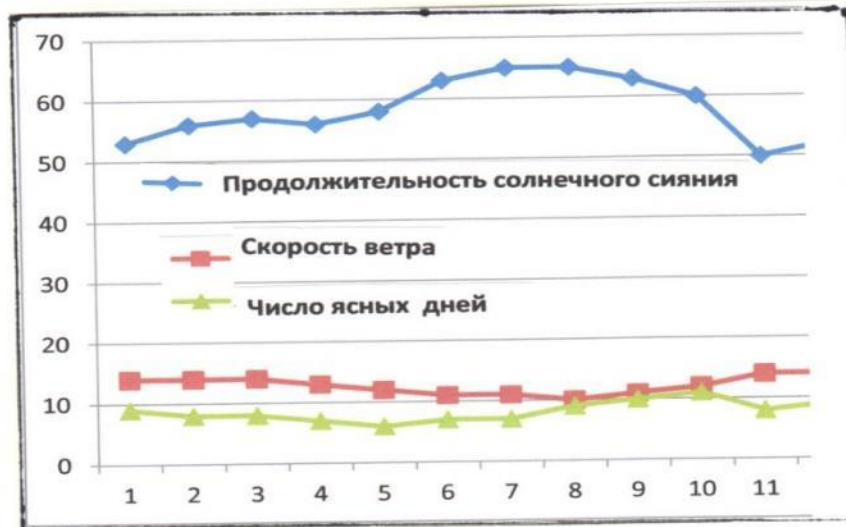


Интегральные кривые вероятности (более заданного значения)



Другие климатические показатели

Годовой ход скорости ветра, числа ясных дней, солнечного сияния



Скорость ветра изменяется от 10-11 м/с в августе и сентябре, до 14 м/с в зимние месяцы

Наибольшее число ясных дней в Бостоне наблюдается в сентябре и октябре

Цифровые значения величины

Показатель	Месяцы											
	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
Скорость ветра, м/с · 2	14	14	14	13	12	11	11	10	11	12	14	14
Число ясных дней	9	8	8	7	6	7	7	9	10	11	8	9
Солнечное сияние, %	53	56	57	56	58	63	65	65	63	60	50	52
Относит. влажность, %	51	63	63	63	63	66	66	67	69	68	66	64
Дни с осадками > 0,2 мм	12	10	12	11	12	11	9	10	9	9	11	12

Относительная влажность воздуха варьирует от 51% в январе до 65% в сентябре

Перенос пассивной примеси в атмосфере /Метод Д.Л.Лайхтмана/

$$Q(x) = Q_0(x) [n_0 + c_1 n_1 + c_2 n_2]$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = D \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} \quad Q(x) = M / 4 \sqrt{\pi D x} \quad (t \rightarrow \infty)$$

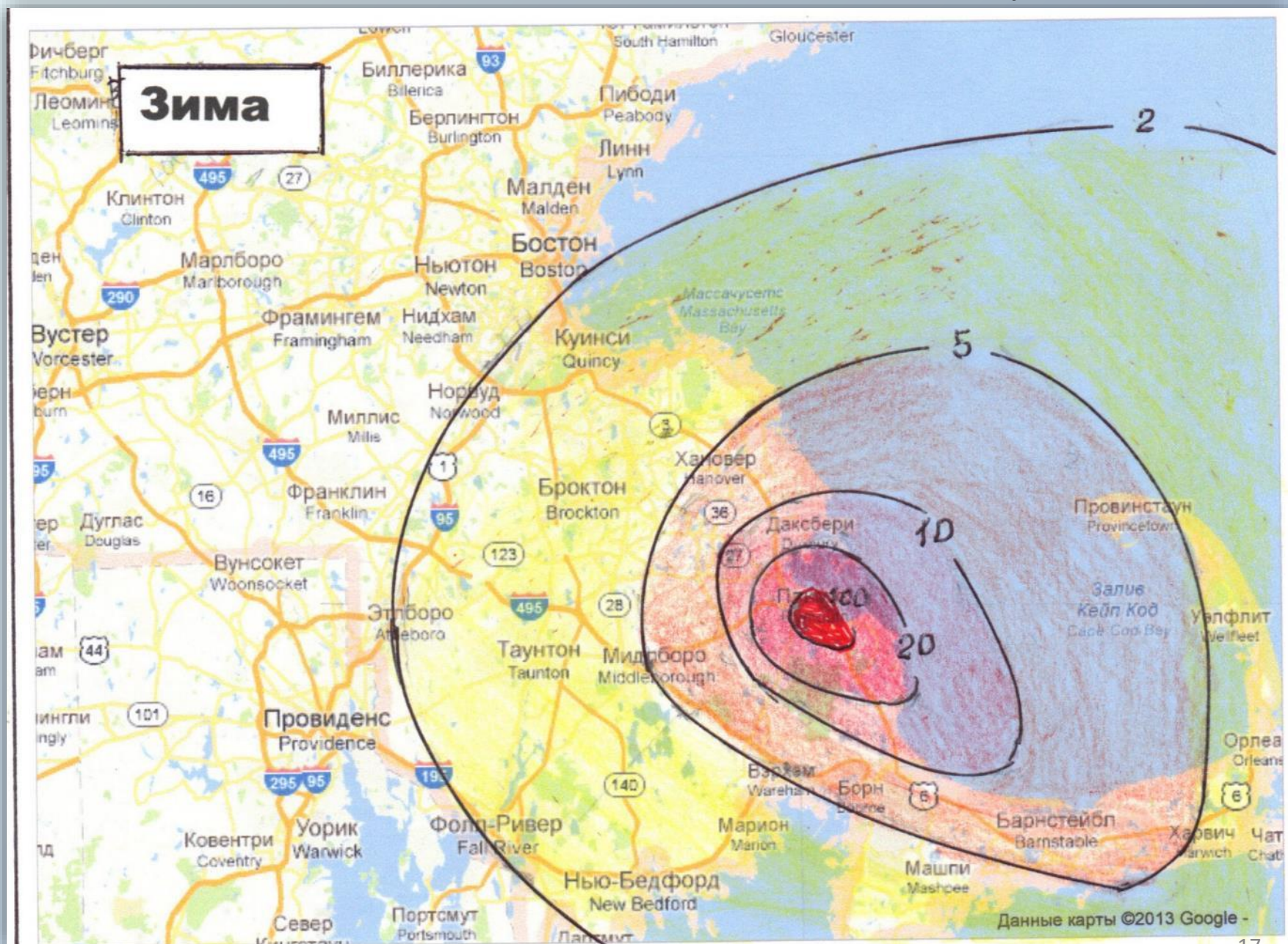
Источник – г.Плимут



Информация о режиме ветра позволяет рассчитать перенос загрязняющих веществ в атмосфере

Модельный расчёт переноса пассивной примеси от точечного источника (АЭС г. Плимут) зимой и летом.

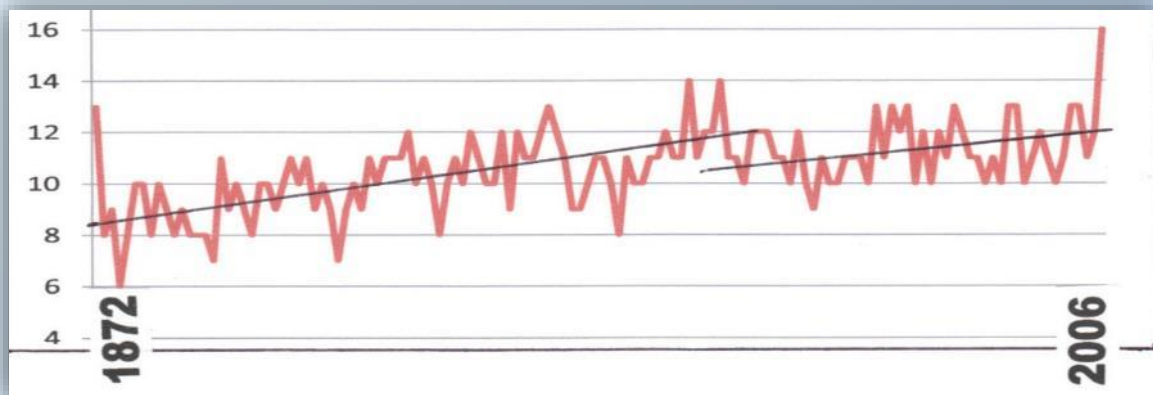
Источник – г. Плимут



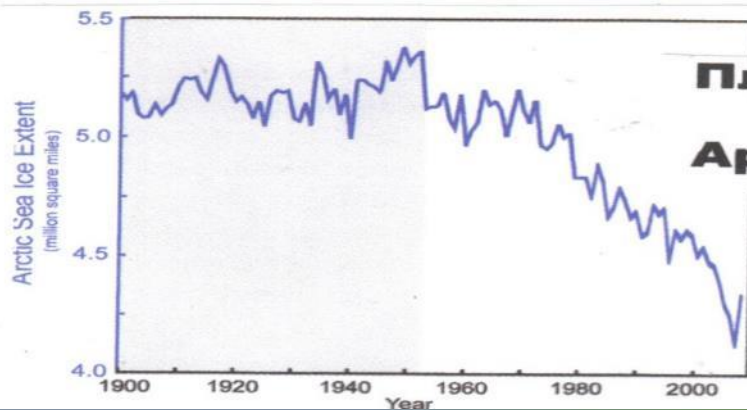
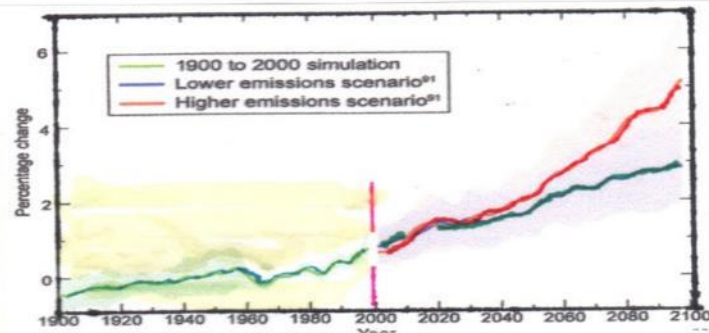
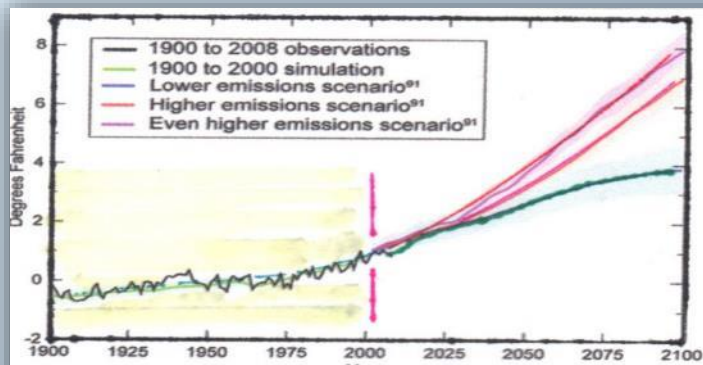
Взгляд в будущее

Многолетние изменения температуры и осадков

Бостон 1872 – 2006 гг.



Прогноз изменения глобальной температуры и осадков



**Площадь льдов
Арктики**

Список литературы

1. The Weather Book.

Jack Williams. A Division of Random House. INC. NY, 1997.

2. Science 101. Weather.

Trudy E. Bell. Smithsonian, 2007.

3. Atlas Climate Change.

Kristin Dow. Thomas E. Downing, University California Press, 2006.

4. Изменение климата.

Будыко М. И., Гидрометеиздат, 1974.

5. Физика атмосферы.

Хргиан А. Х. Гидрометеиздат, 1978.

6. Изменение климата.

Монин А. С., Сонечкин Д. М., Наука, 2005.

7. Учение об атмосфере.

Филиппов А.Х. Иркутск, 2006.