

Солнечная система



Краткий курс лекций
2018 г.

Современные представления
о строении Солнечной системы.
Объекты Солнечной системы.

Наше Солнце звезда спектрального класса G2V

Расстояние от Земли

149 миллионов км

Диаметр Солнца

1.4 миллионов км

Масса Солнца

333,000 масс Земли

Средняя плотность

1.4 г/см³

Плотность в центре

160 г/см³

Температура фотосферы
в центре

6,000 К

15,000,000

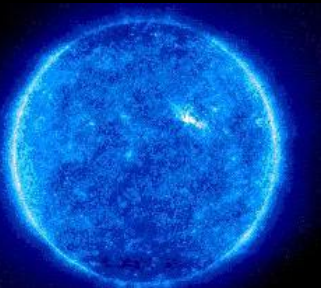
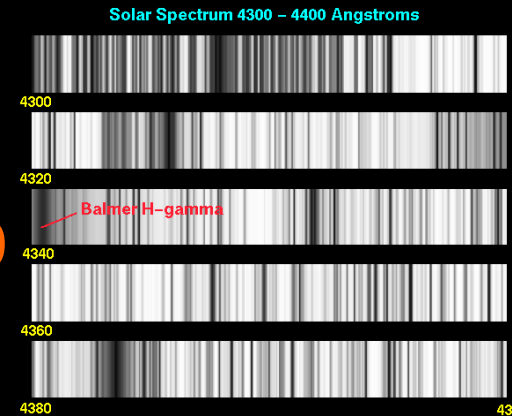
Период вращения, экватор
полюса

25.6 дней

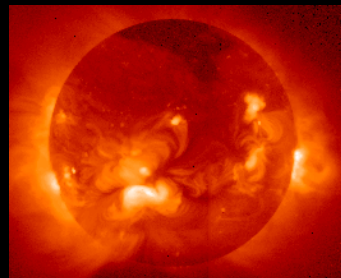
36 дней

Состав (масс. %)

H	73.46	Fe	0.16	M	0.05
He	24.85	Ne	0.12	S	0.04
O	0.77	N	0.09		
C	0.29	Si	0.07	другие	0.1



Солнце в УФ



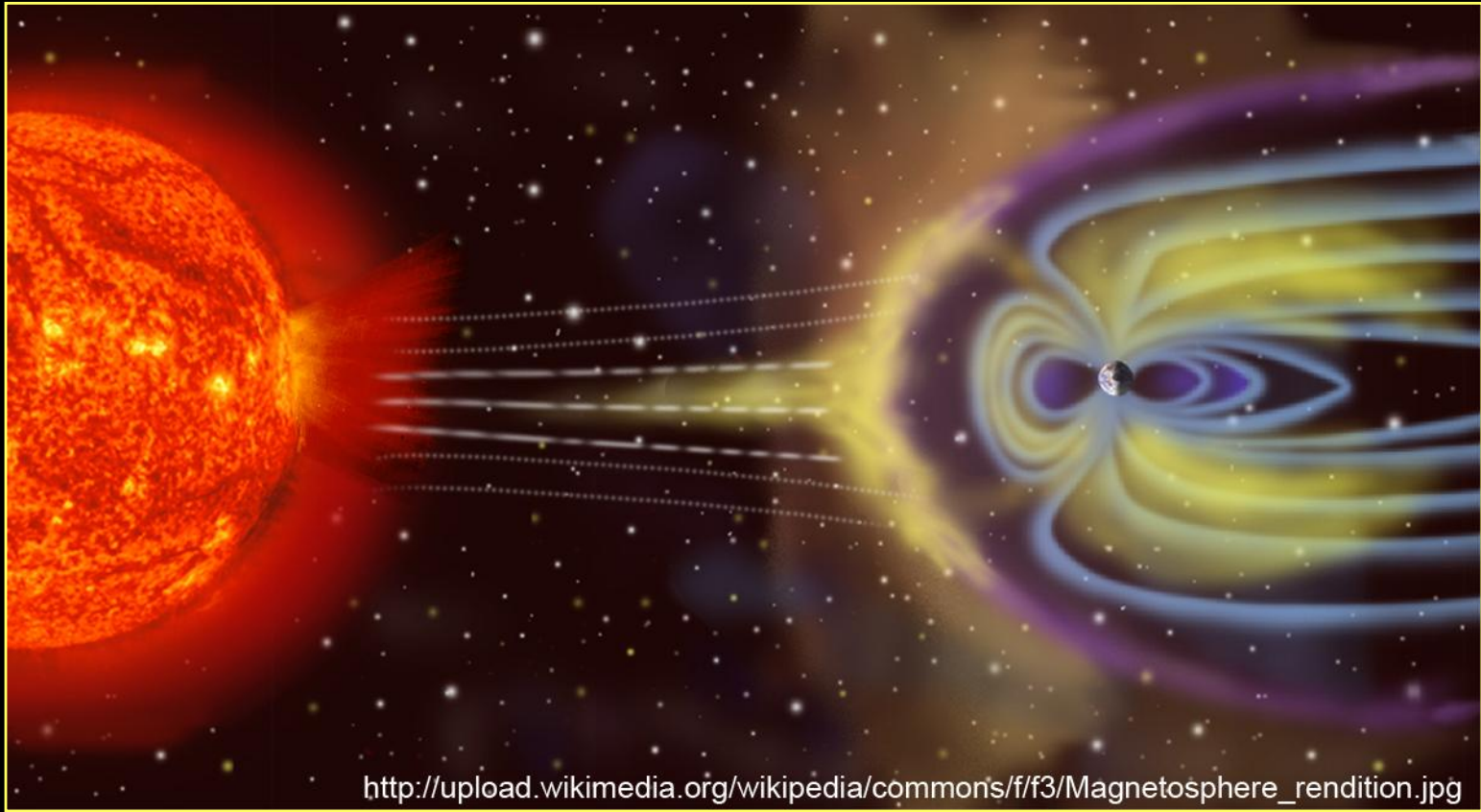
Солнце в рентгене

- Солнечный ветер
- 11-летний цикл магн. активности

Межпланетная среда и магнитосфера

- Тонко рассеянная материя между планетами и другими телами Солнечной системы.
- Включает пыль, космические лучи и горячую плазму солнечного ветра. Температура межпланетной среды $\sim 100,000$ К, а ее плотность в окрестностях Земли ~ 5 частиц / см^3 ; она уменьшается с увеличением расстояния от Солнца как R^{-2} .
- Плазма несет с собой магнитное поле Солнца.
- Внешний край Солнечной системы это граница между потоком солнечного ветра и межзвездной средой — гелиопауза (~ 100 а.е. от Солнца).

Солнечный ветер - частицы, в основном, электроны и протоны, уходящие из короны Солнца. Очень разрежен: в окрестностях Земли – несколько частиц в см³ в окрестностях Земли. В воздухе, которым мы дышим, $\sim 2.7 \times 10^{19}$ частиц в см³.



Магнитосфера: Область пространства, в которой магнитное поле планеты преобладает над магнитным полем солнечного ветра.

Планеты Солнечной системы



Комета

Плутон

Уран

Нептун

Сатурн

Комета

Юпитер

Земля

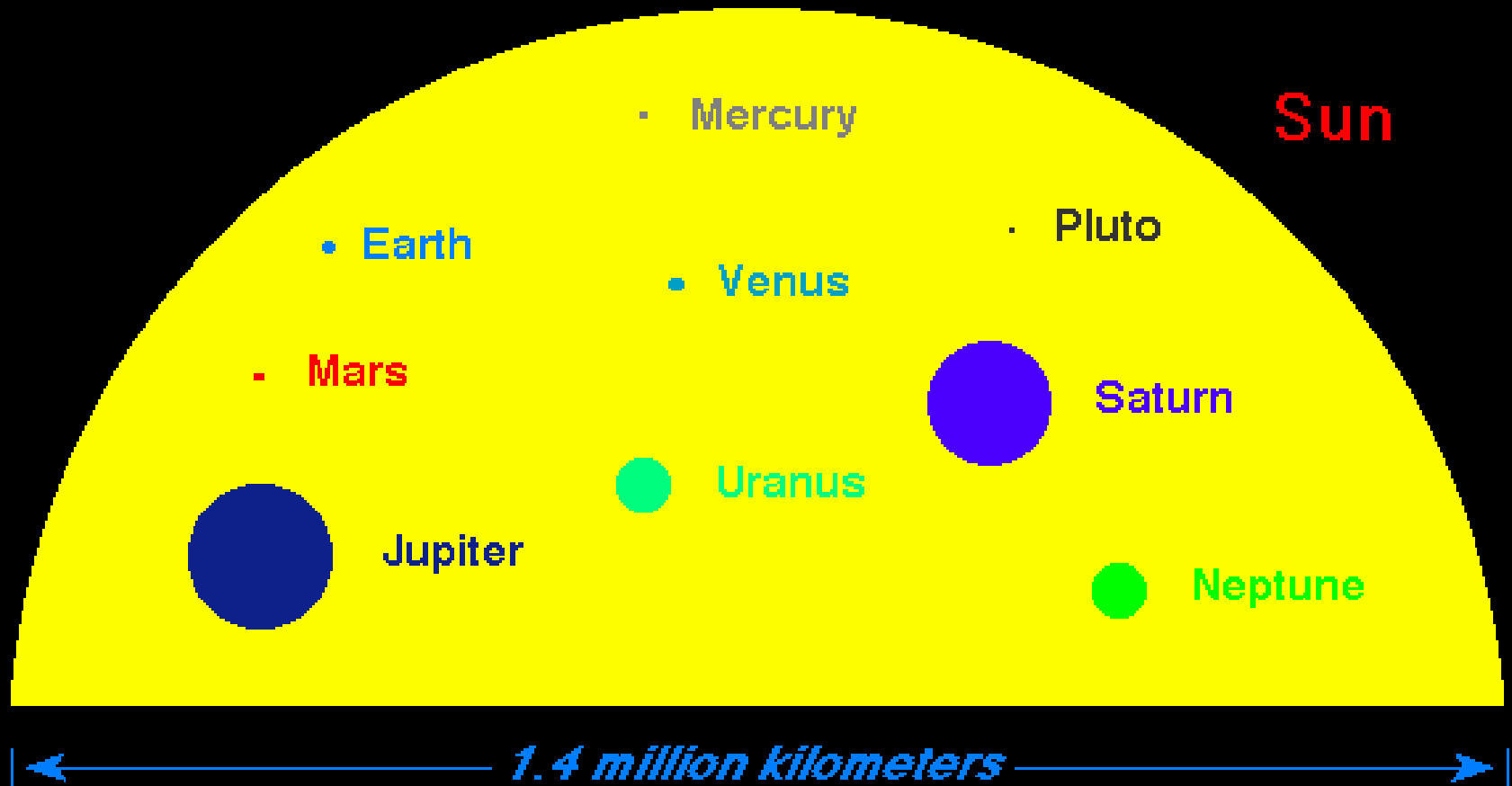
Марс

Венера

Меркурий

Пояс астероидов

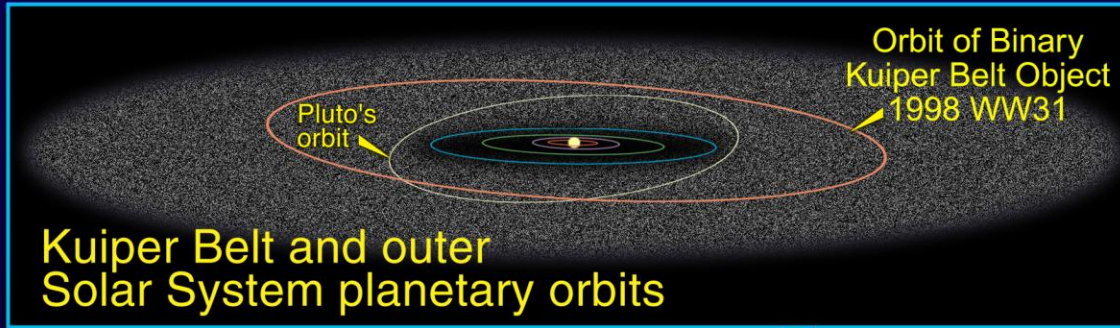
Относительные размеры Солнца и планет



Planets of the Solar system

	Mercury	Venus	Earth	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptune	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Distance from the Sun, au	0.4	0.7	1.0	1.5	5.2	9.5	19.2	30	
Radius, km	2,400	6,050	6,378	3,390	71,400	60,300	26,200	25,200	
Mass, M_{Earth}	0.06	0.82	1	0.11	317	95	14.5	17	
Density, g/cm^3	5.4	5.2	5.5	3.9	1.3	0.69	1.3	1.6	
Albedo	0.06	0.76	0.36	0.16	0.43	0.61	0.35	0.35	
Number of known satelites	0	0	1	2	16 / ~60	17 / ~30	15 / ~20	8	

Пояс Койпера и облако Оорта



30 – 50 а.е. от Солнца

The Oort Cloud
(comprising many
billions of comets)



*Oort Cloud cutaway
drawing adapted from
Donald K. Yeoman's
illustration (NASA, JPL)*

20,000 – 50,000 а.е.
от Солнца

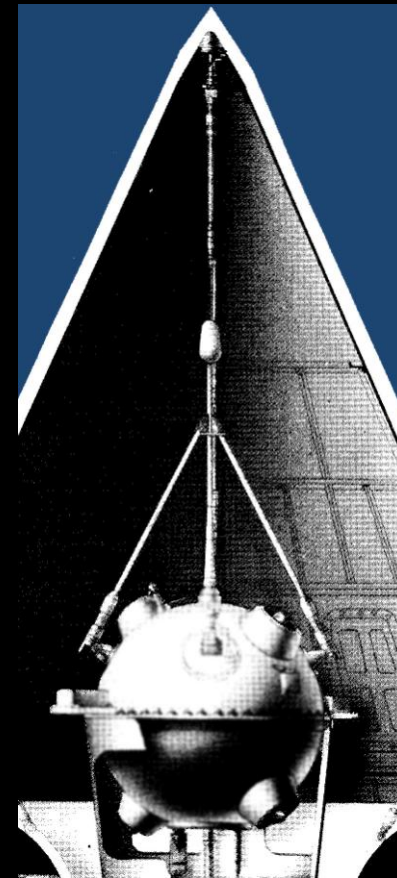
Начало космической эры: Спутник и первые полеты к Луне



Спутник
4 октября 1957 г.

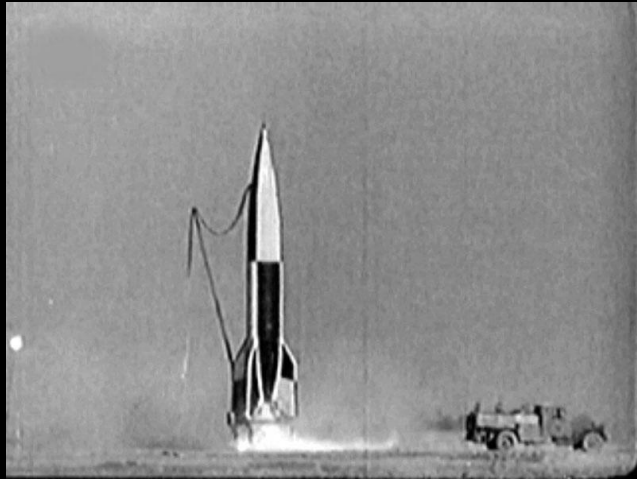


Сергей Королев
советский
ракетный инженер
1906-1966 г.г.



Луна 1
2 января 1959 г.

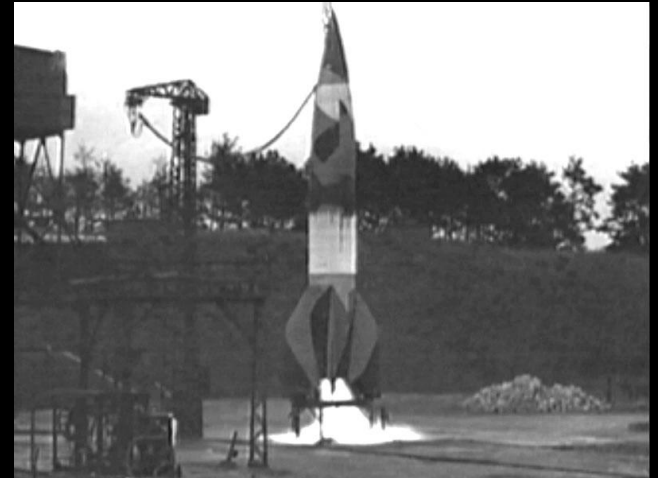
Космические полеты к Луне и далее



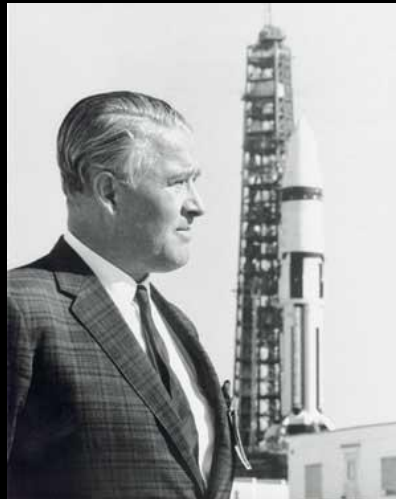
В Советском Союзе
конец 40-х



В Германии
1944



В США
конец 40-х



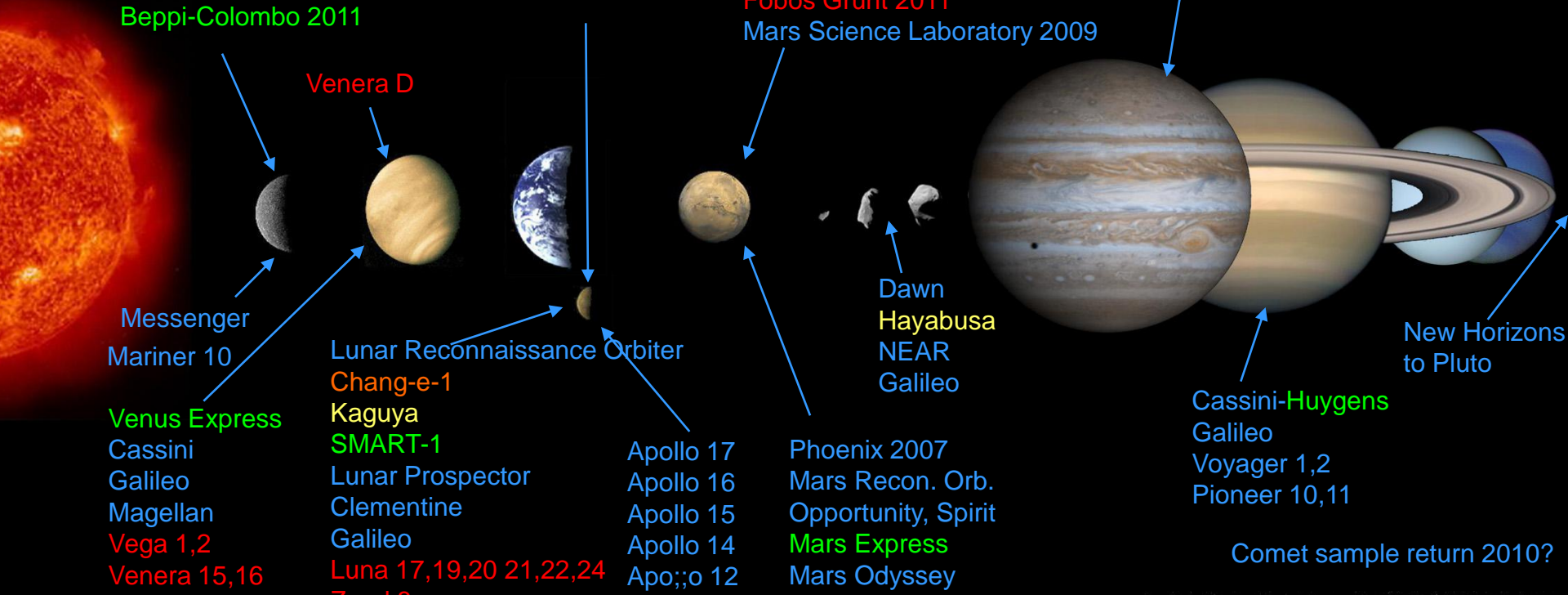
Вернер фон Браун от V2 до Saturn 5

Будущие миссии

Japan manned 2025
 US Moon Base 2020
 Chinese sample return 2017
 Chinese lander 2012
 Luna Glob Resource 2014

Mars 2018, 2020
 Scout/Mars Sample Return 2016
 Mars Sample Return/Scout 2013
 Scout 2011
 Fobos Grunt 2011
 Mars Science Laboratory 2009

Jupiter Orb Probe 2011



Beppi-Colombo 2011

Venera D

Messenger
 Mariner 10

Venus Express

Cassini
 Galileo
 Magellan
 Vega 1,2
 Venera 15,16
 Venera 13,14
 Venera 11,12
 Pioneer 12,13
 Venera 9,10
 Mariner 10
 Venera 7,8
 Venera 5,6
 Mariner 5
 Venera 4
 Mariner 2

Lunar Reconnaissance Orbiter

Chang-e-1

Kaguya

SMART-1

Lunar Prospector
 Clementine
 Galileo
 Luna 17,19,20 21,22,24
 Zond 8
 Luna 16
 Zond 5,6,7
 Luna 14
 Surveyor 5,6,7
 Lunar Orbiter 4,5
 Surveyor 3
 Lunar Orbiter 3
 Lunar Orbiter 1,2
 Luna 11,12,13
 Surveyor 1
 Zond 3, Luna 9,10
 Ranger 7,8,9
 Luna 1,2,3

Apollo 17
 Apollo 16
 Apollo 15
 Apollo 14
 Apo;;o 12
 Apo;;o 11
 Apollo 10
 Apollo 8

Dawn
 Hayabusa
 NEAR
 Galileo

Phoenix 2007
 Mars Recon. Orb.
 Opportunity, Spirit
 Mars Express
 Mars Odyssey
 Mars Pathfinder
 Mars Global Surveyor
 Phobos 2
 Viking 1,2
 Mars 4,5
 Mariner 9
 Mars 3
 Mariner 4,6,7

Cassini-Huygens

Galileo
 Voyager 1,2
 Pioneer 10,11

New Horizons to Pluto

Comet sample return 2010?



Rosetta 2004-2011

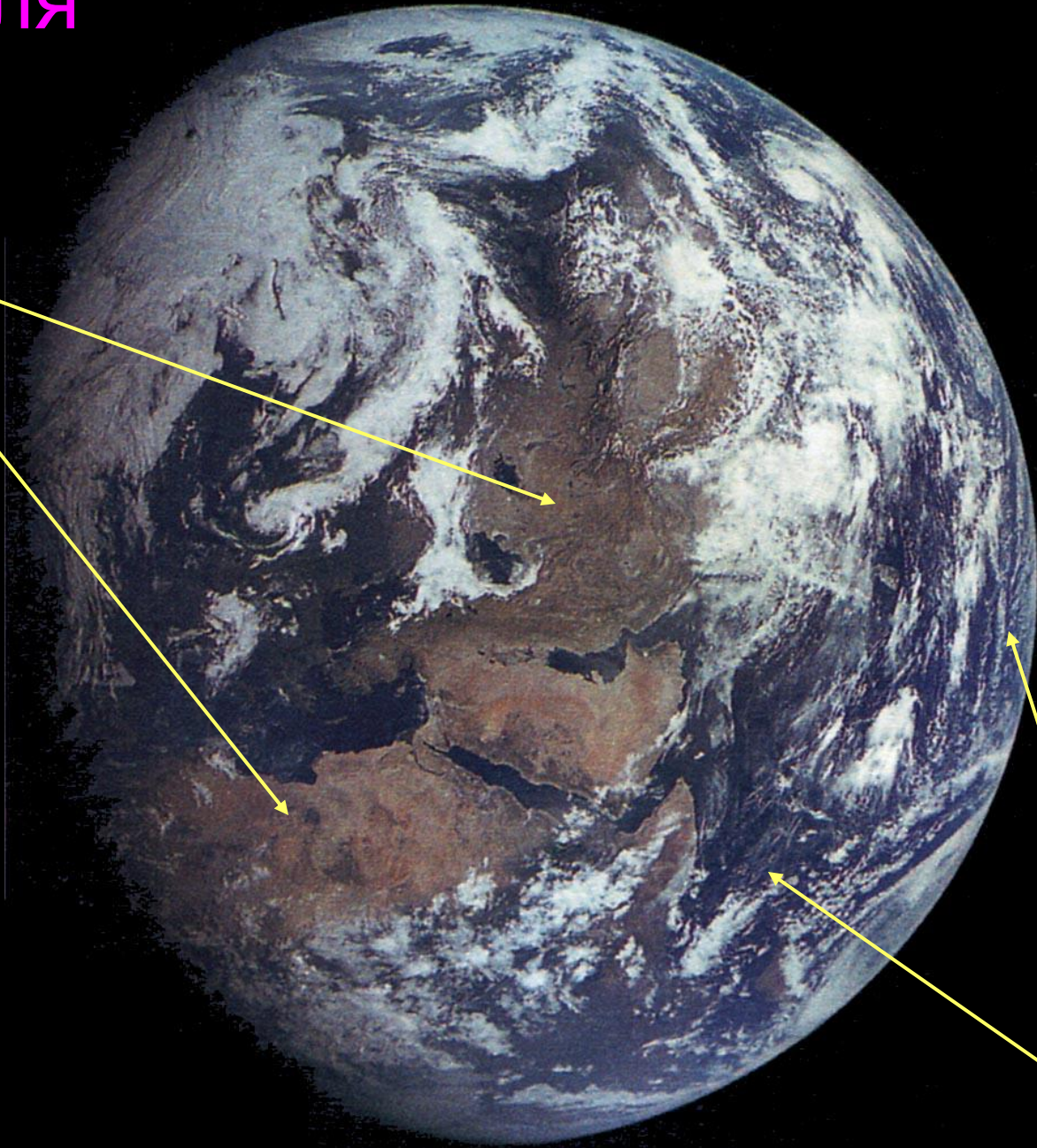
Dttp Impact
 Stardust 2004-2008
 Deep Space 1
 Giotto
 Suisei, Sakigake
 Vega 1,2
 ICE

Прошлые и текущие Только успешные

Общие сведения о Земле

Земля

Материки



Океаны

Zond 7 image of Earth

Третья от Солнца планета

Расстояние от Солнца 149 млн км = 1 а.е.

Один спутник – Луна

Обращение вокруг Солнца 1 год = 365 дней

Вращение вокруг своей оси 24 часа

Экваториальный диаметр 12 756 км

Полярный диаметр 12 712 км

Масса Земли 5.97×10^{24} кг

Средняя плотность 5.5 г/см^3

Ускорение силы тяжести 978 см/с^2

Гидросфера 1.35×10^{21} кг

Атмосфера 5×10^{18} кг

N_2 78%, O_2 21%,

Ar ~1%, CO_2 0.04%



Apollo 17 image of Earth

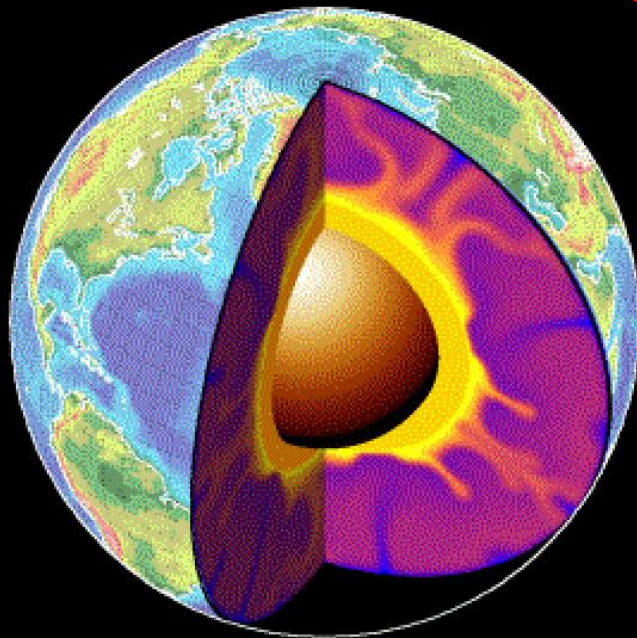
Courtesy of NASA

Внутреннее строение Земли

Кора – граниты, базальты,
осадочные породы

Литосфера = кора + жесткая верхняя
часть мантии

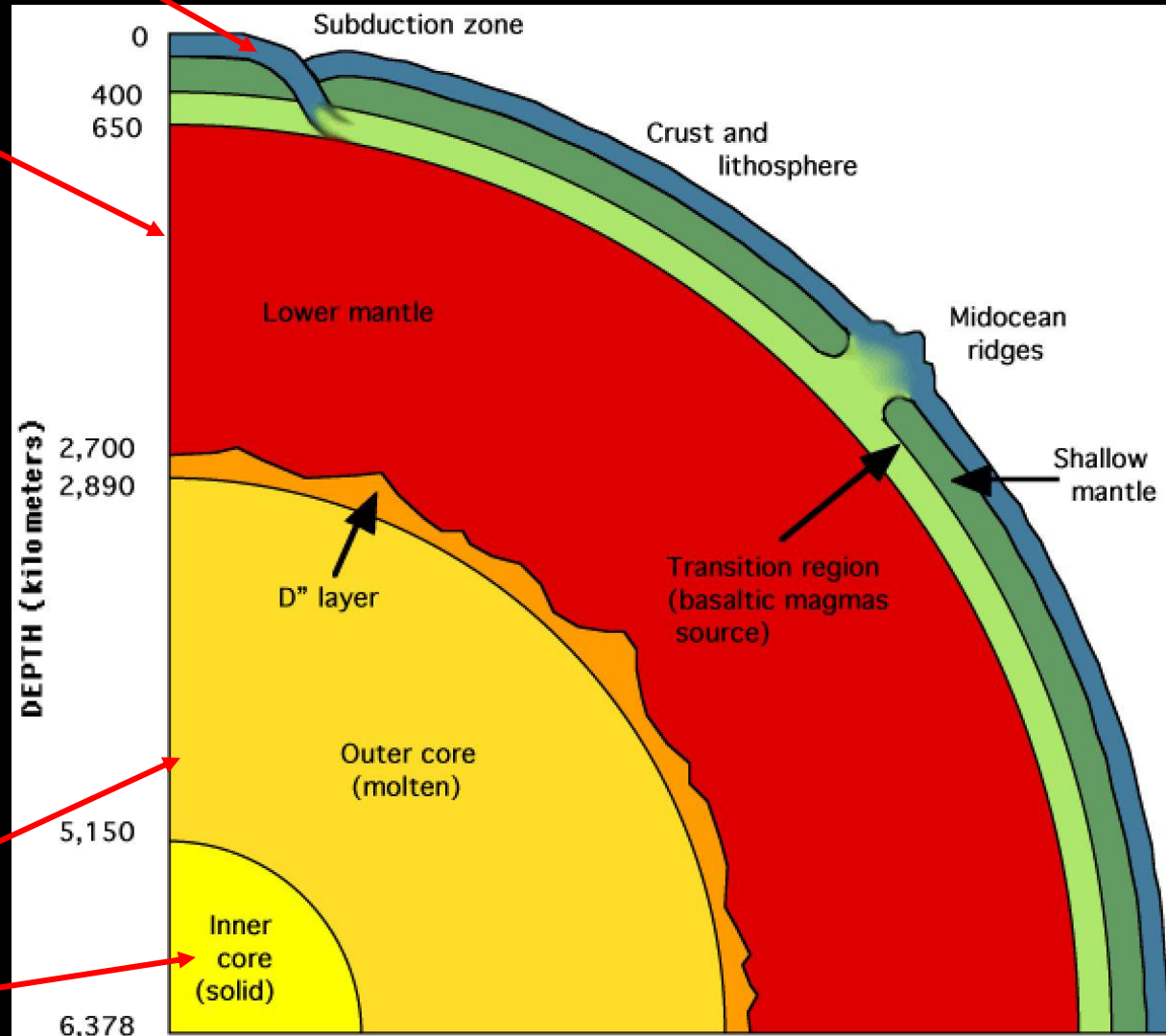
Мантия – перидотиты,
дуниты



http://www.washington.edu/burkemuseum/geo_history_wa/

Внешнее ядро – расплав
железа

Внутреннее ядро – твердое
железа



http://www.math.montana.edu/~nmp/materials/ess/geosphere/expert/activities/planet_earth/

Тектоника плит –

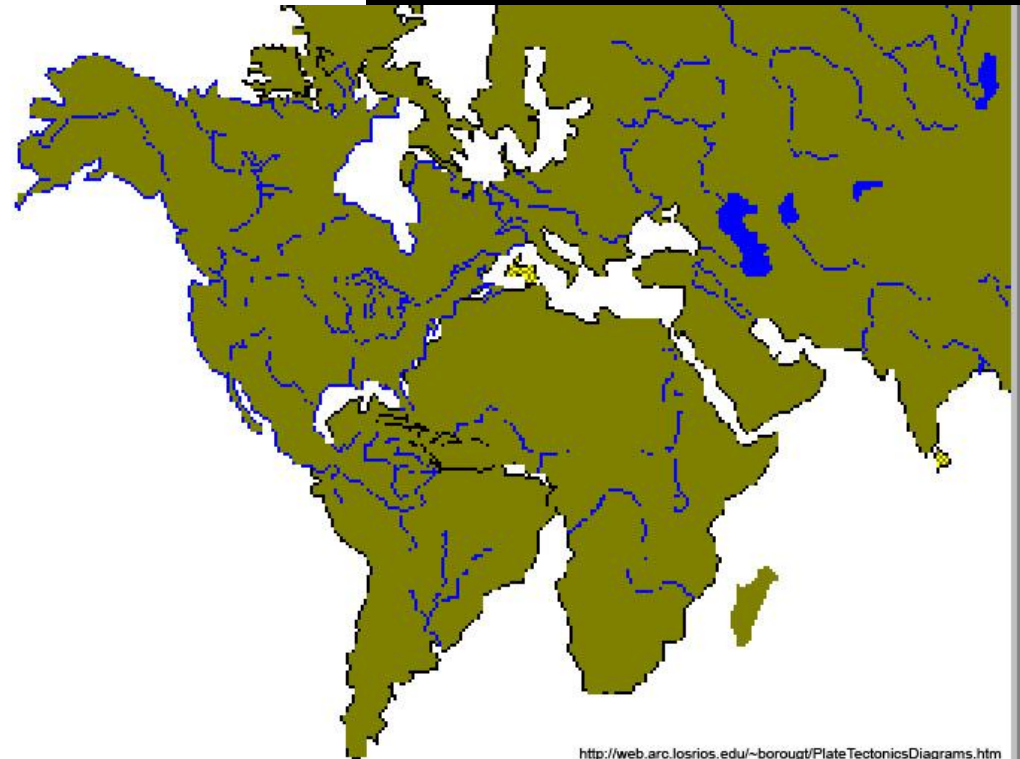
- работающая тепловая
машина Земли



Альфред Вегенер
1880-1930

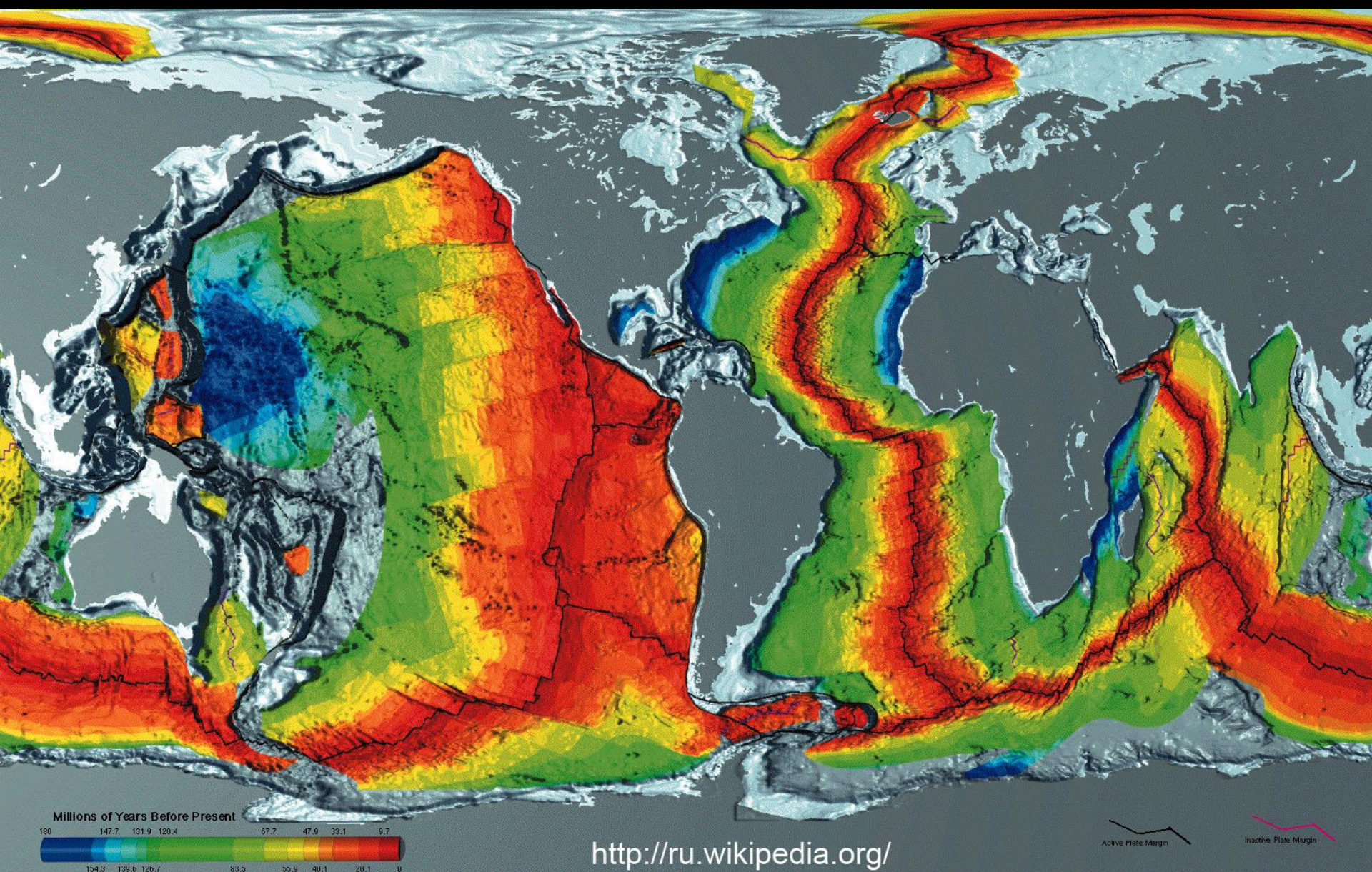
<http://web.ar>

В 1912 г. немецкий геофизик Альфред Вегенер обратил внимание, на то, что контуры континентов Земли таковы, что они могут быть совмещены в один суперконтинент – Пангею – и в своих публикациях 1920-1929 г.г. предложил теорию дрейфа континентов. Большинство геофизиков тогда отвергло ее.



<http://web.arc.losrios.edu/~boroug/PlateTectonicsDiagrams.htm>

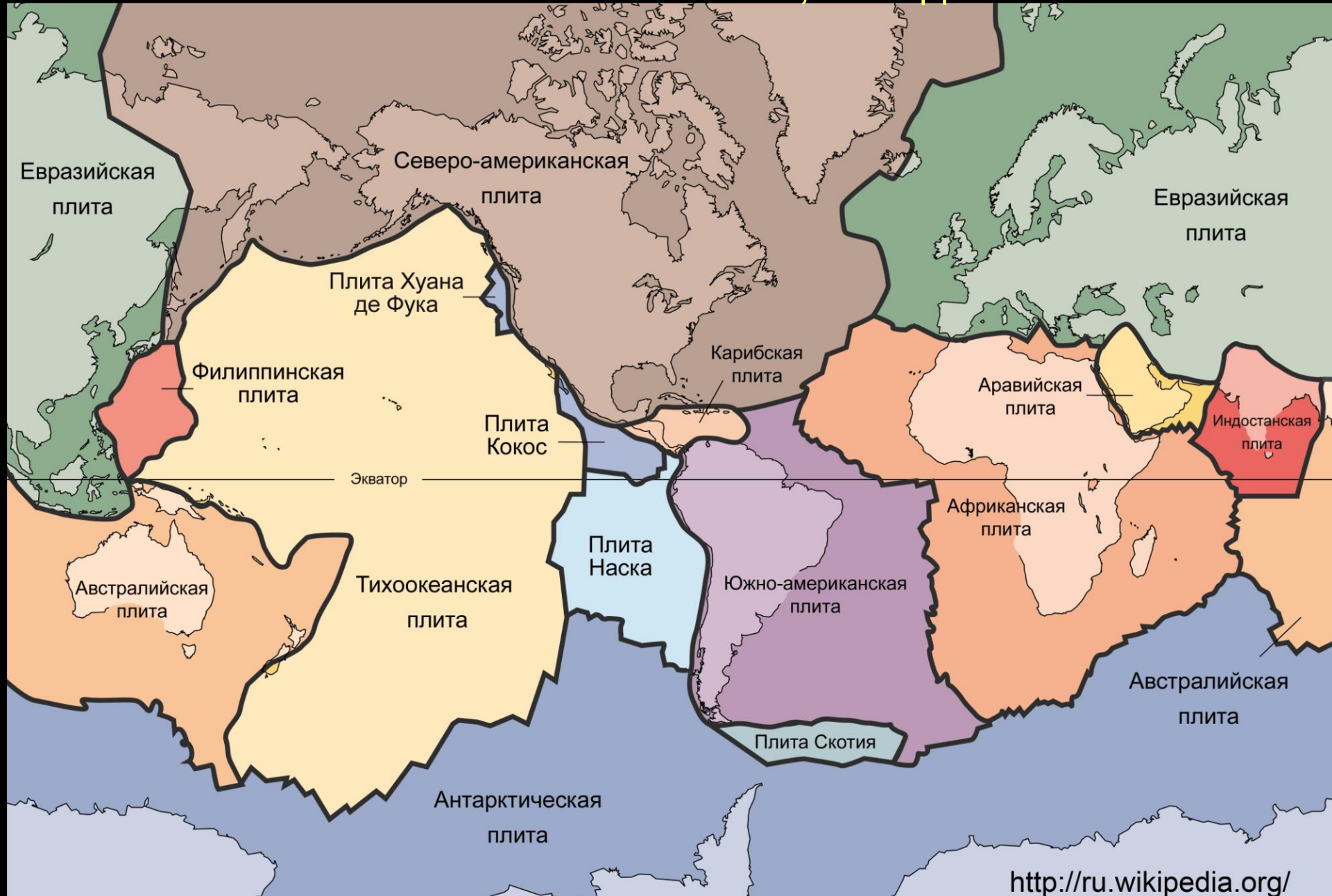
Теория Вегенера возродилась в 1960-е годы в форме теории тектоники плит, в основном, в результате изучения дна океанов



Возраст базальтов дна океанов

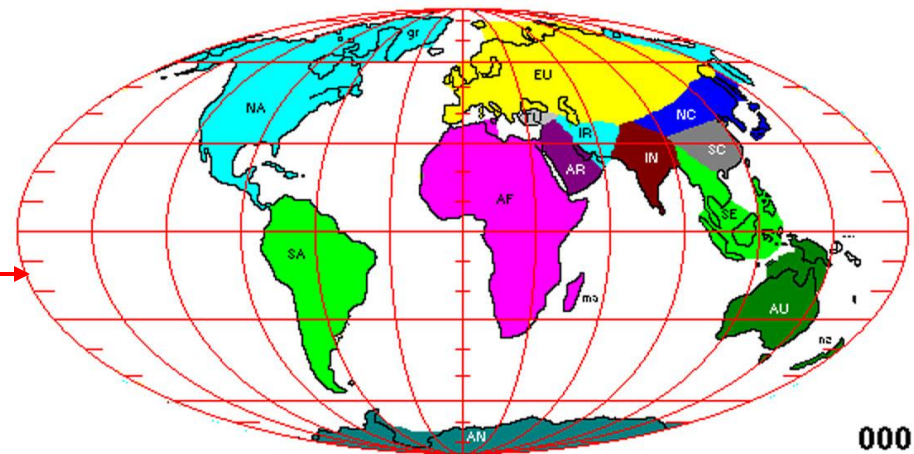
Литосферные плиты Земли

Включают не только континенты, но и дно океанов



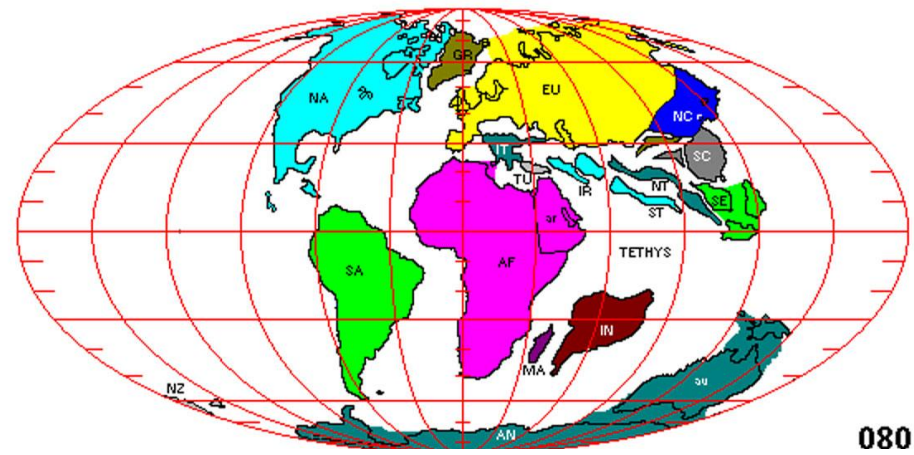
Континенты Земли
сейчас и в недавнем
прошлом –
- реконструкция
по геологическим
и геофизическим
данным.

Сейчас →

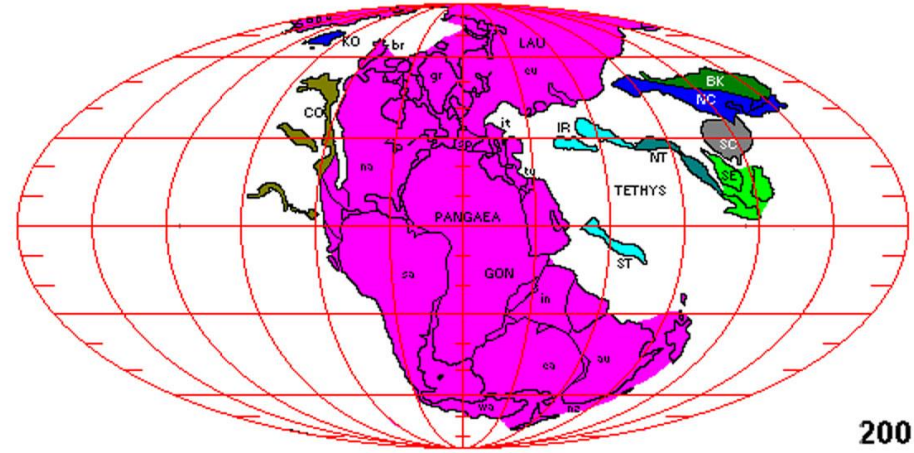


<http://www.uwgb.edu/DutchS/platetec/phist94.htm>

000



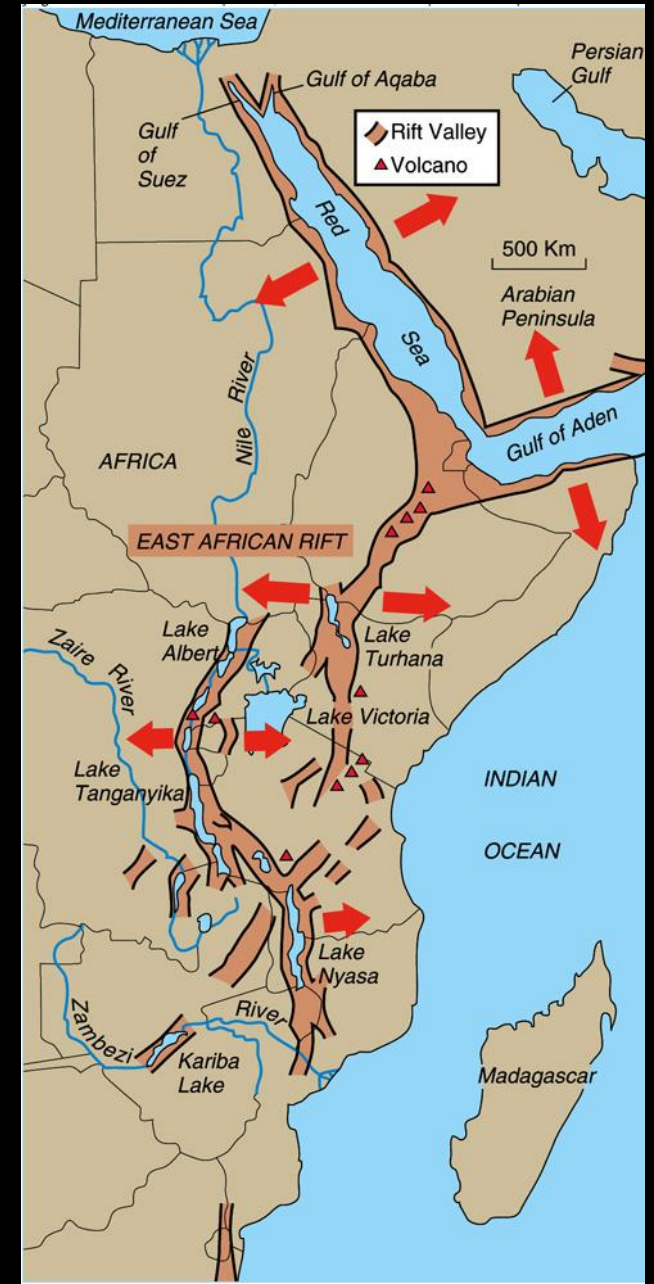
080



200

В истории Земли
было 3-4 супер-
континента
(суперконтинен-
тальный цикл)

Рифтовые зоны Восточной Африки



Вулкан горы Св. Елены перед извержением 18 мая 1980 г.

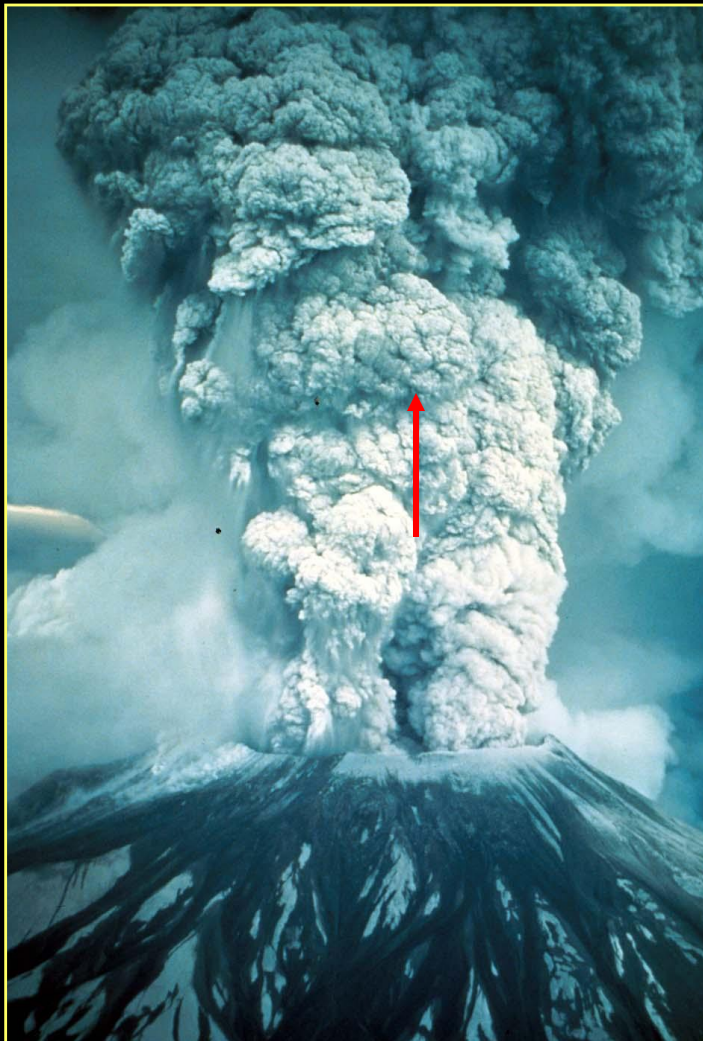


Снимок Геологической службы США

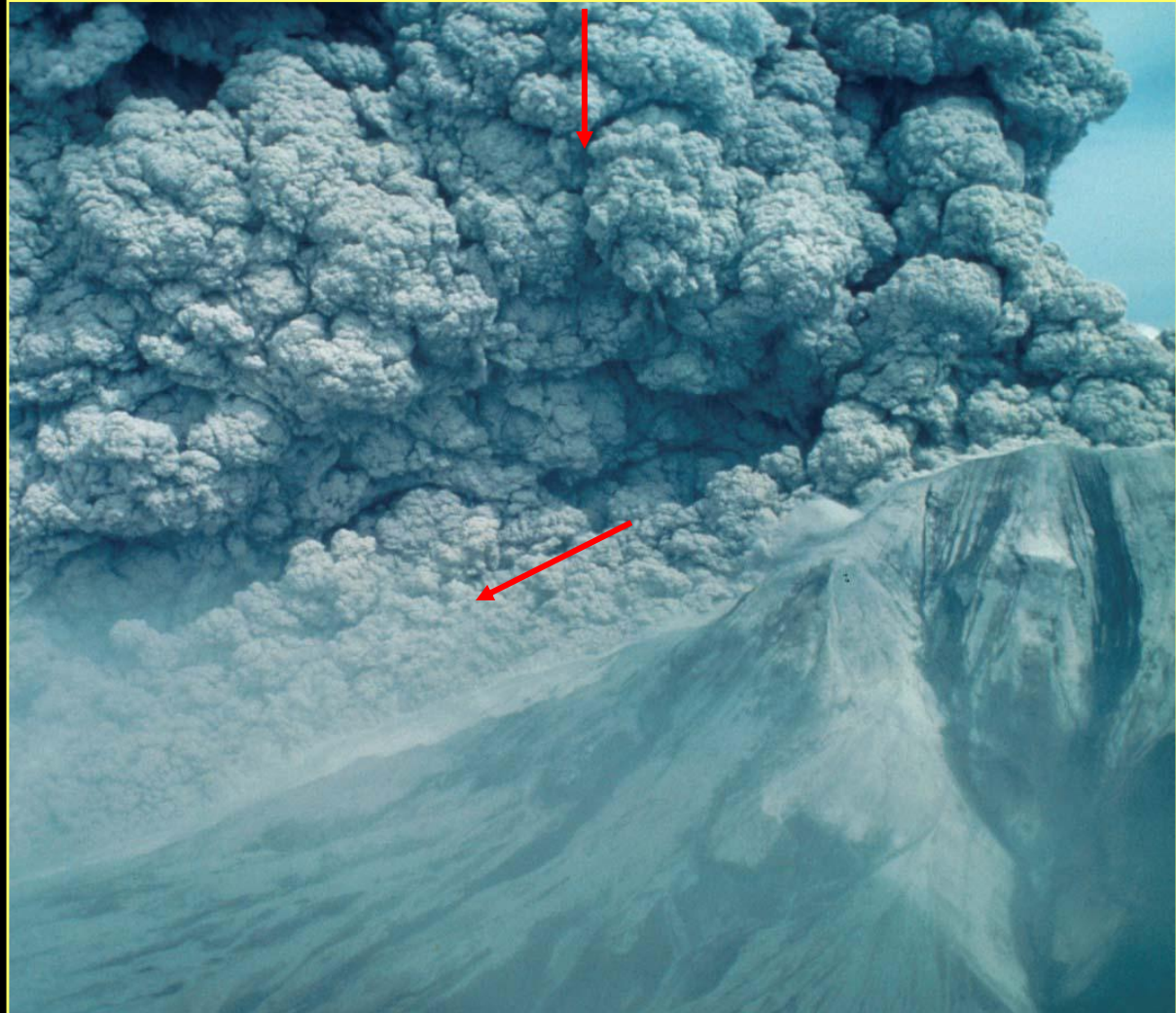
18 мая 1980 г.

Взрыв вулкана горы Св. Елены

Взрыв



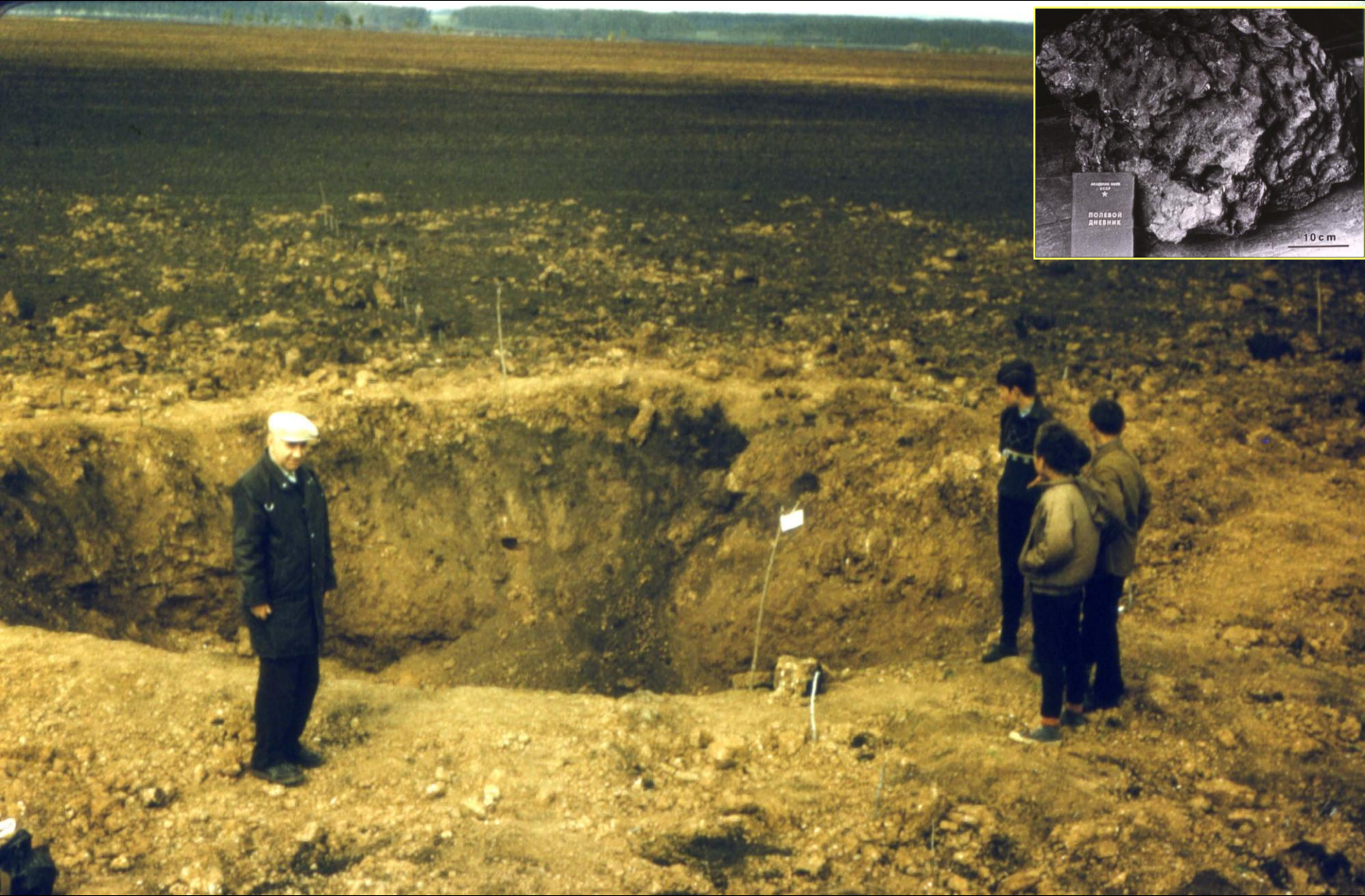
Палящая туча



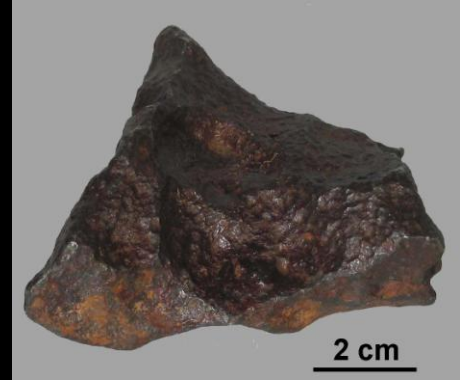
Снимки Геологической службы США

Удары астероидов, комет и метеоритов

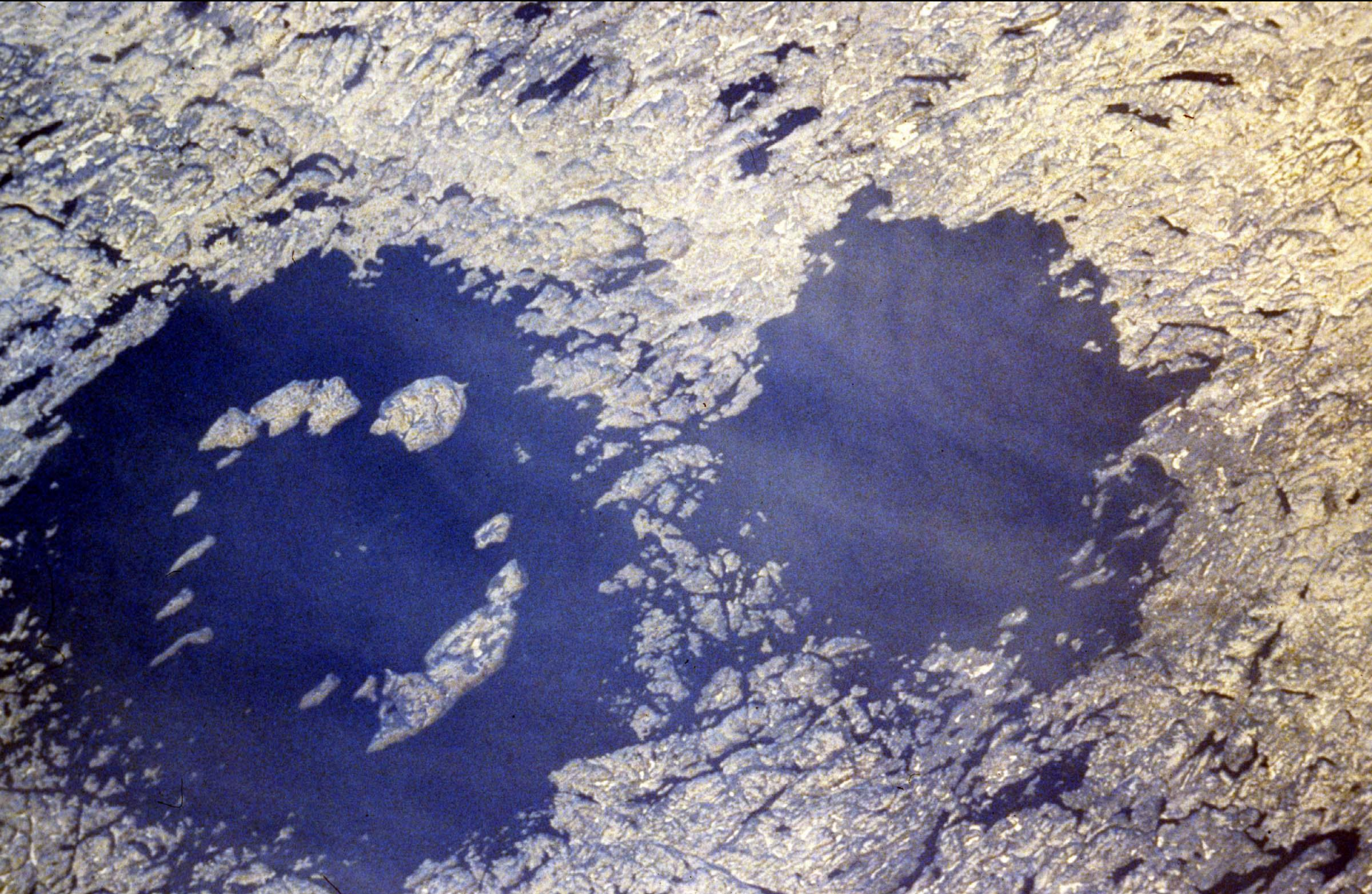
Метеоритный кратер Стерлитамак, Россия, 1990 г.



Ударный кратер Метеор,
Аризона, США
 $D = 1.2 \text{ км}$



Кратеры Clear Water West (36 км) & East (26 км)
Квебек, Канада



Жизнь и ее влияние на планету Земля

Подводная жизнь

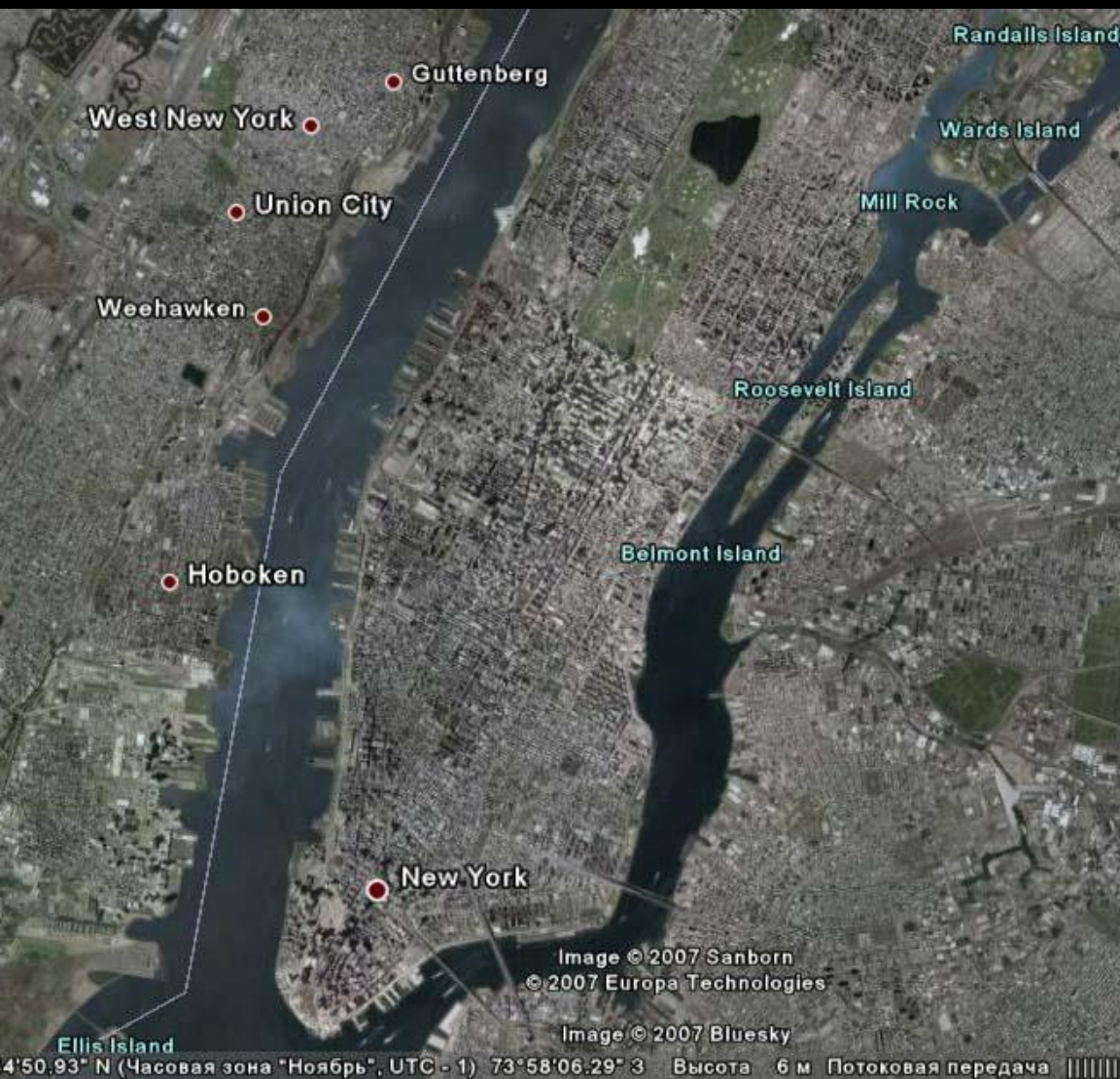
Коралловый риф. Часть известняков – это окаменелые кораллы



Антропогенный ландшафт, Мадагаскар



Антропогенный ландшафт, г. Нью Йорк, США



Изображение из Google Earth



Фото А.Т. Базилевского

Усыхание Аральского моря, Средняя Азия



1988 г.



2002 г.

Земля, вид с Луны

