

*Всем хорошо известно, что наука – это, прежде всего, инакомыслие.  
Но регулярная стрижка газонов дала то, что, мы пожинаем сегодня.  
С .Г. Инге-Вечтомов (Санкт-Петербург).*



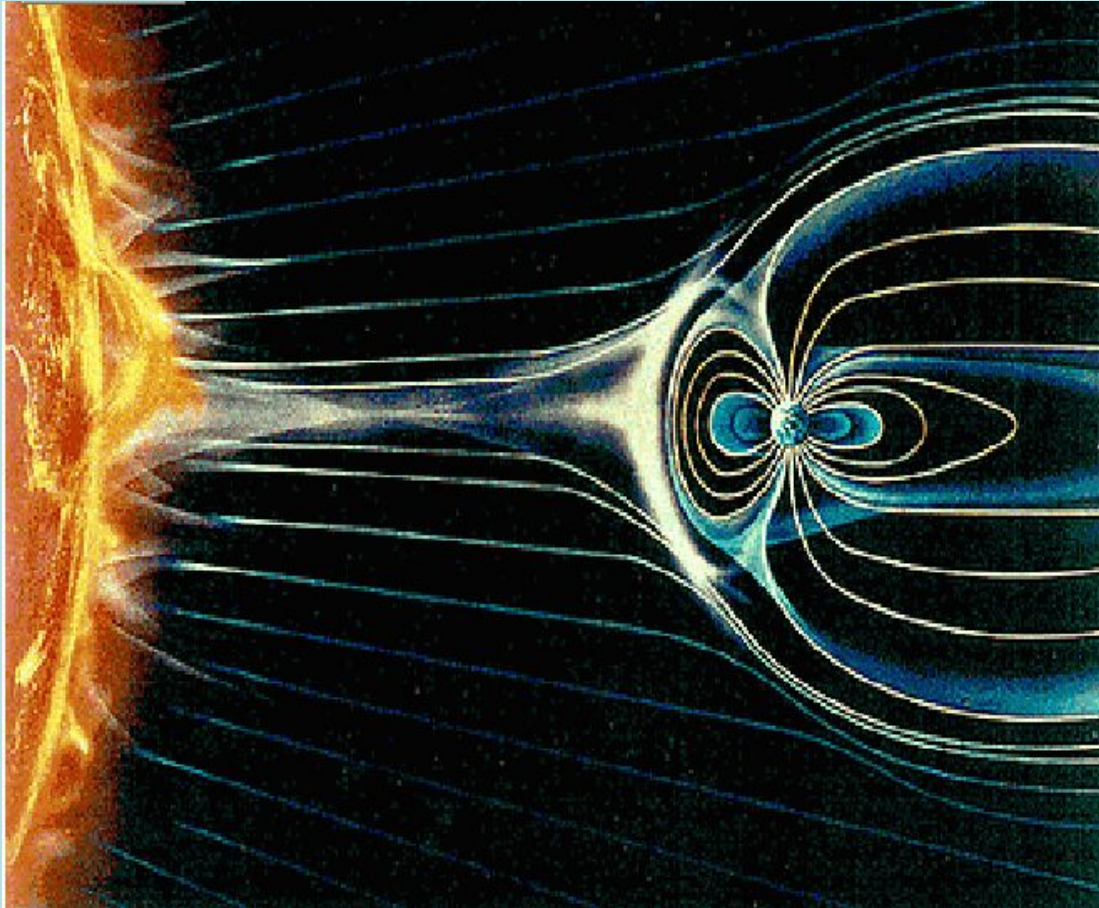
# **ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КЛИМАТ И ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ**

**Кузнецов В.В., Кузнецова Н.Д.  
(ИКИР ДВО РАН, Камчатка).**

# ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КЛИМАТ И ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

- Введение
- *Земля в потоке космических лучей.*
- *Геомагнитное поле: структура, вековые вариации, дрейф полюсов.*
- *Климат и жизнь на Земле в неогене.*
- *Влияние космического излучения, инверсий и экскурсов геомагнитного поля на эволюцию человека.*
- *Рост уровня радиации при уменьшении модуля геомагнитного поля.*
- Заключение

**Земля в потоке космических лучей.  
Солнечно-земные связи.**



# Потоки частиц в окрестности Земли. Радиационные Дозы .

**Потоки частиц в окрестности Земли.** Поток протонов солнечного ветра ( $E = 1 - 100$  эВ)  $j_p \sim (10 - 100) 10^8 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ . Плотность потока КЛ: 1 частица  $\text{см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ , средняя плотность энергии частиц 1 эВ/ $\text{см}^3$ .

Геомагнитное обрезание: вертикально на экватор  $E \geq 1.5 \cdot 10^{10}$  эВ, на геомагнитную широту  $51^\circ$   $E \geq 2.5 \cdot 10^9$  эВ.

В радиационных поясах: ( $E > 30$  МэВ)  $j \approx 10^3 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ ; ( $E > 1$  МэВ);  $j \approx 10^5 \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

## Радиация. Основные понятия. Дозы.

**Доза излучения** 1 зиверт = 1 Дж/кг =  $10^4$  эрг/г =  $10^2$  бэр.

**Поглощенная доза** 1 рад =  $100 \text{ эрг/г} = 0.01$  грей =  $2.388 \cdot 10^{-6}$  кал/г. 1 Гр =  $10^4$  эрг/г.

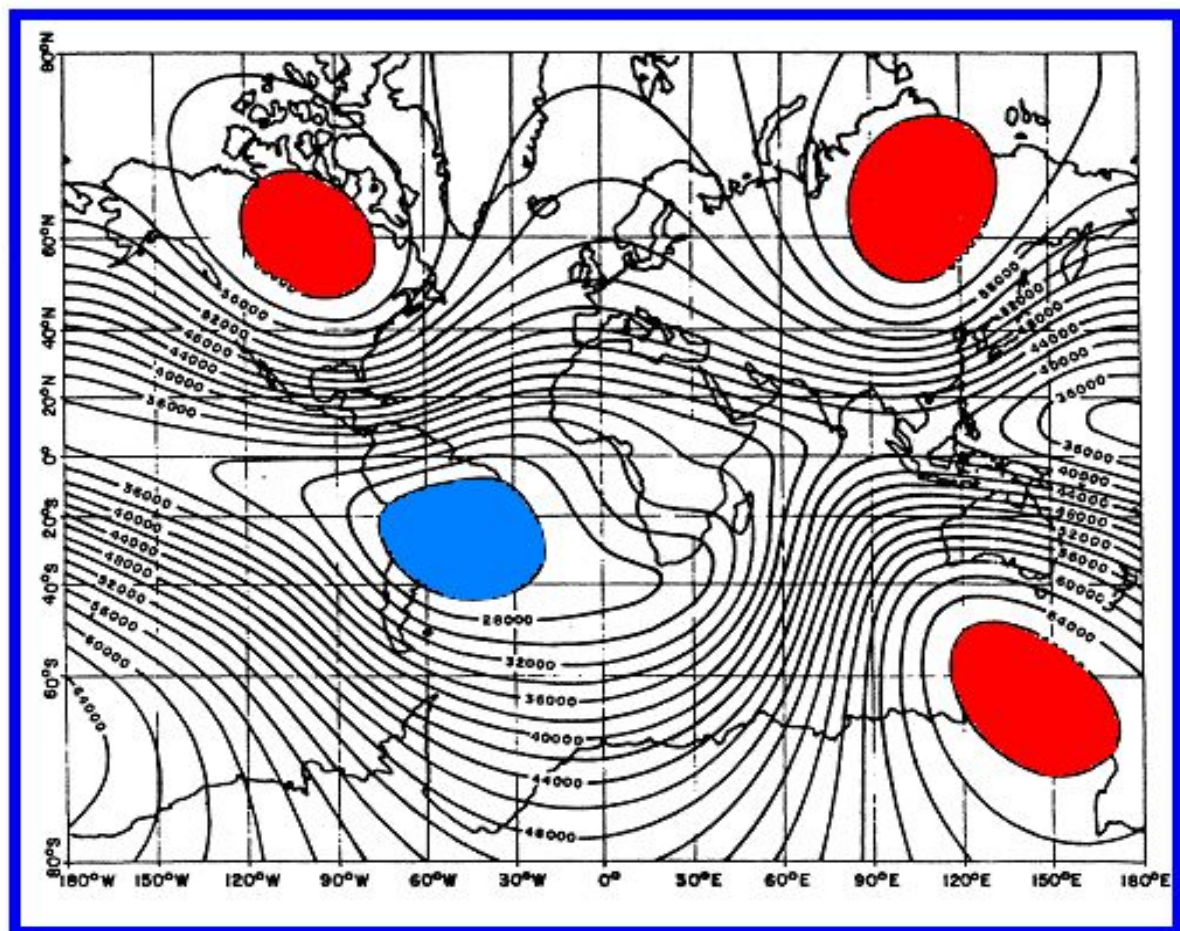
- Космическое излучение составляет -  $410 \text{ мкЗв}$ ; -  $\gamma$  - излучение  $^{40}\text{K}$  -  $150 \text{ мкЗв}$ ;
- радионуклиды ториевого и уранового рядов -  $160$  и  $100 \text{ мкЗв}$ ;
- космогенные нуклиды:  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{22}\text{Na}$  -  $15 \text{ мкЗв}$ .

**Предельно-допустимая доза** для жителей России равна 5 мЗв/год.

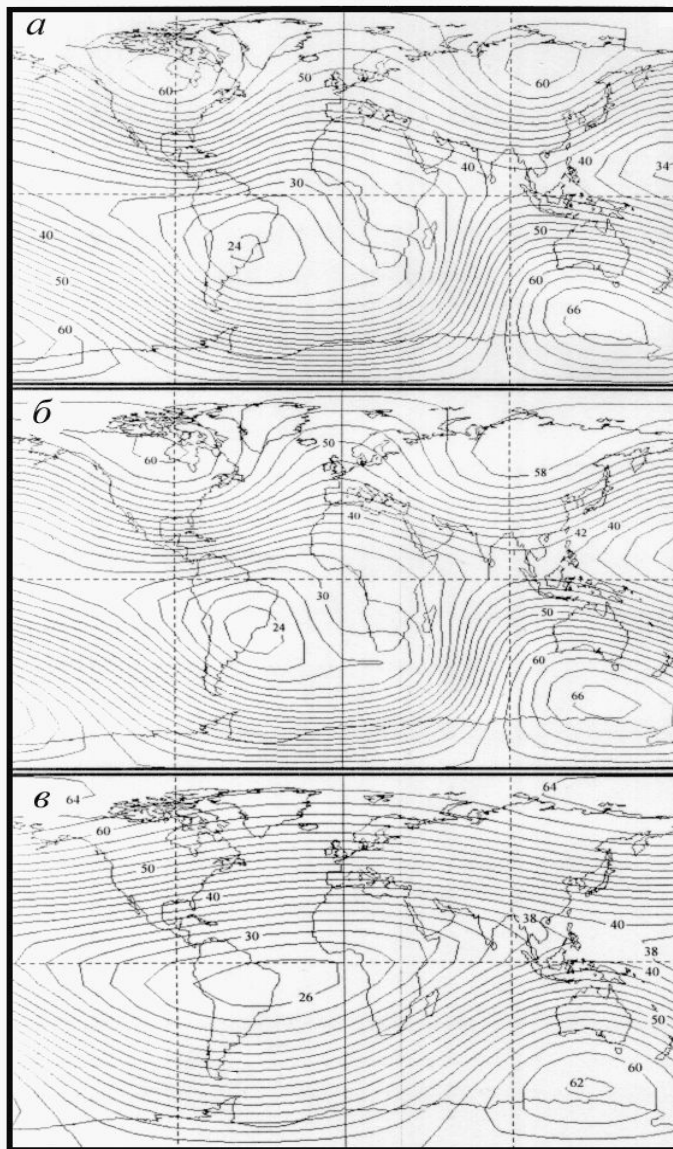
**Доза, которая приводит к гибели половины пораженного населения в течение 60 дней, именуется дозой ЛД50 (летальная доза, 50-процентное поражение).** Для взрослого человека она составляет 4 Зв.

**Доза риска, когда наступает лейкемия и происходят генетические мутации** 60 мЗв.

# Геомагнитное поле: структура, вековые вариации, дрейф полюсов

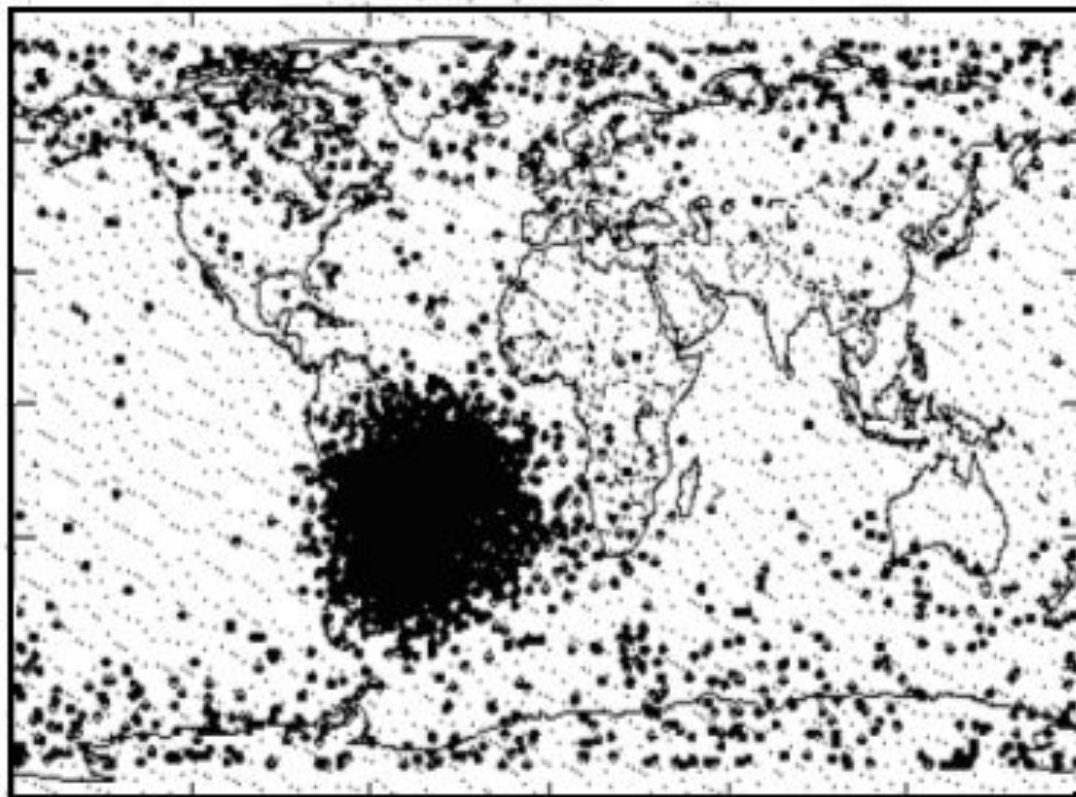


# Геомагнитное поле: а) истинное; модели: б) диполь + аномалии; в) диполь

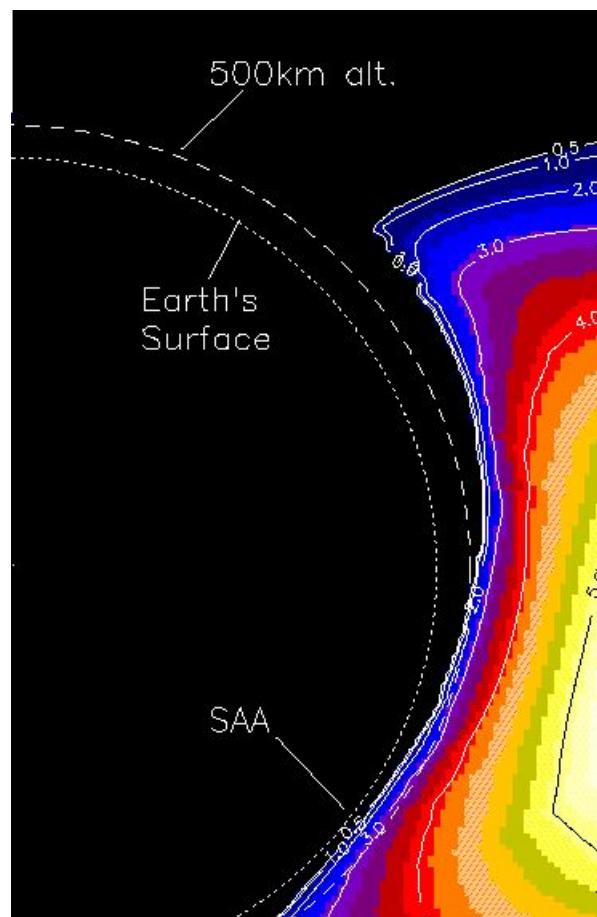


# Геомагнитное поле и радиационные эффекты космических лучей.

(регистрация с космических аппаратов)



# Бразильская магнитная аномалия (SAA) и радиационный пояс Земли





# Инверсии и экскурсы.

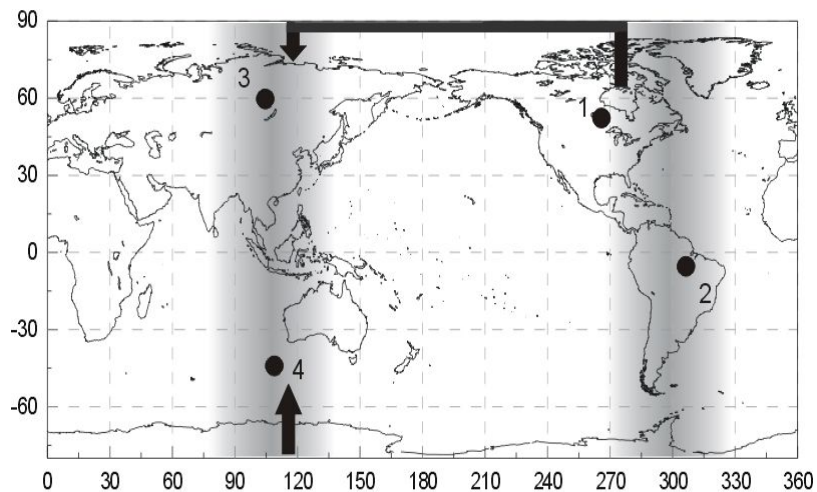
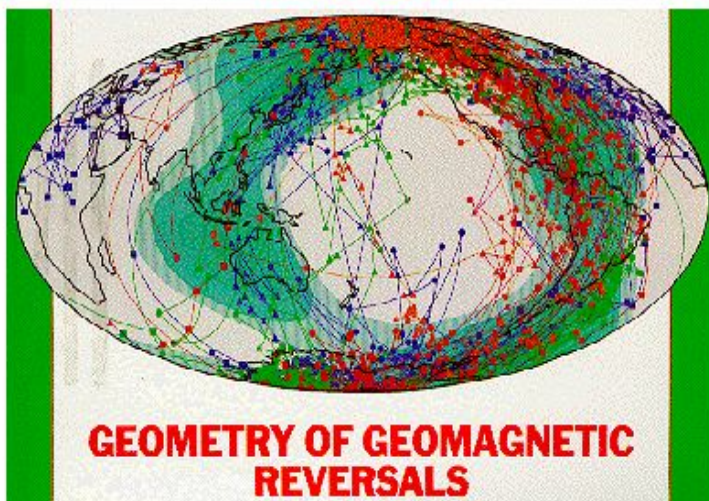
(Petrova, Pospelova, 1990; McDougall et al., 1992).

Эпоха	Экскурсы, время (т.л.), название	№
Brunhes 0 - - 780	- 2.5 Etrussia	1
	- 15 – 20 Gothenburg	2
	- 25 – 30 Mono Lake	3
	- 35 – 45 Laschamp	4
	- 60 – 70 Kargopolovo	5
	- 110 – 130 Blake	6
	- 180 – 200 Biwa I	7
	- 230- 250 Jamaica	8
	- 280 – 300 Biwa II	9
	- 360 – 390 Biwa III	10
Brunhes-Matuyama 780	- 469 Emperor	11
	- 550 Big Lost	12
	- 660 Delta	13

28		- 931	Kamikatsara	14
		- 990 - 1.060	Jaramillo	15
		- 1.190 - 1.215	Cobb Mountain	16
Matuyama		- 1370 - 1440	Ontong Java	17
		- 1675	Gitsa	18
		- 1.780 - 1.960	Olduvai	19
Matuyama-Gauss 2.600		- 2.110 - 2.270	Reunion	20
Gauss		- 3.020 - 3.090	Kaena	21
Gauss-Gilbert 3.570		- 3.210 - 3.290	Mammoth	22
Gilbert		- 3.800	Cochiti	23
		- 4.200	Nunivak	24
Gilbert boundary 5.000		- 4.400	Sidufjall	25
Эпоха 5 boundary 6.000		- 5.100 - 5.300		26
		- 5.700 - 6.000		27
Эпоха 6 boundary 7.300		- 7.300		28

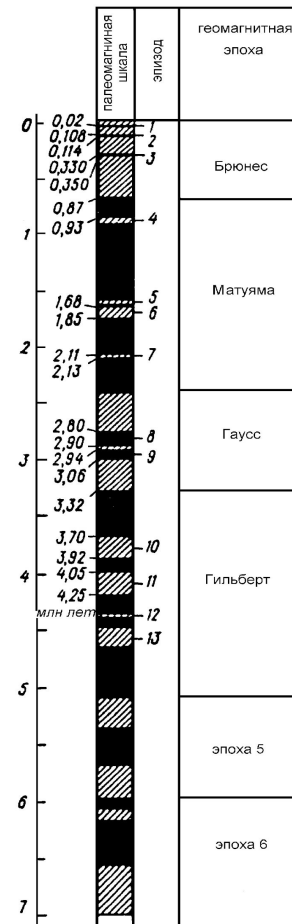
# Трассы дрейфа магнитных полюсов в периоды инверсий.

(Цифры – глобальные магнитные аномалии).



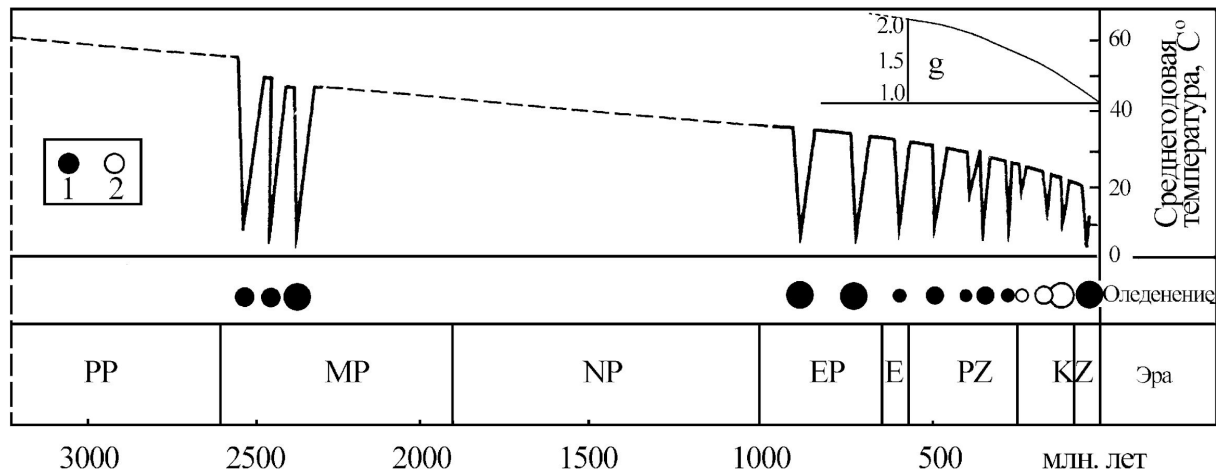
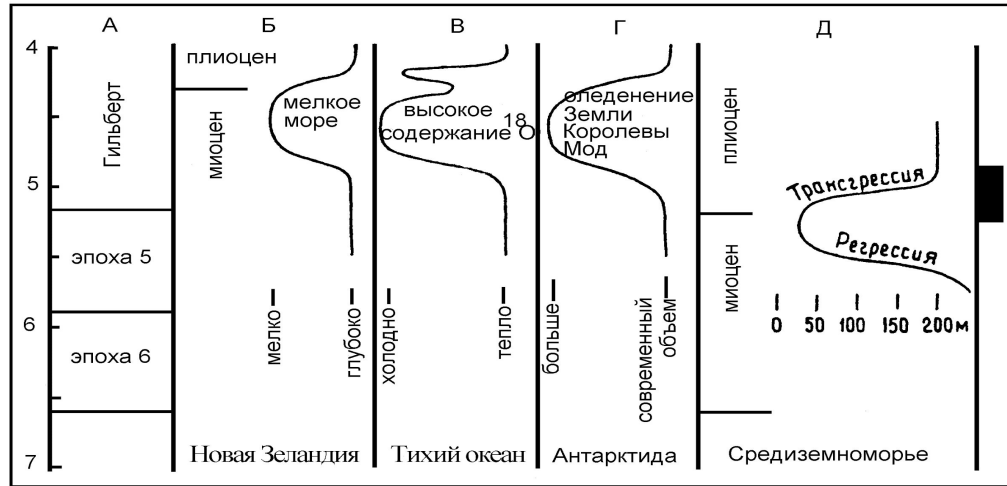
# Палеонтологическая шкала Кайнозоя. Палеомагнитная шкала инверсий за 7 млн. лет.

CENOZOIC					
AGE (Ma)	Period	Epoch	Stage	AGE (Ma)	
0	Quaternary	Holocene	Late	1.8	
		Pleistocene	Middle		
			Early		
			L		Gelasian
	Piacenzian	3.6			
	Neogene	Pliocene	E	Zanclean	5.3
5			Miocene	Messinian	7.3

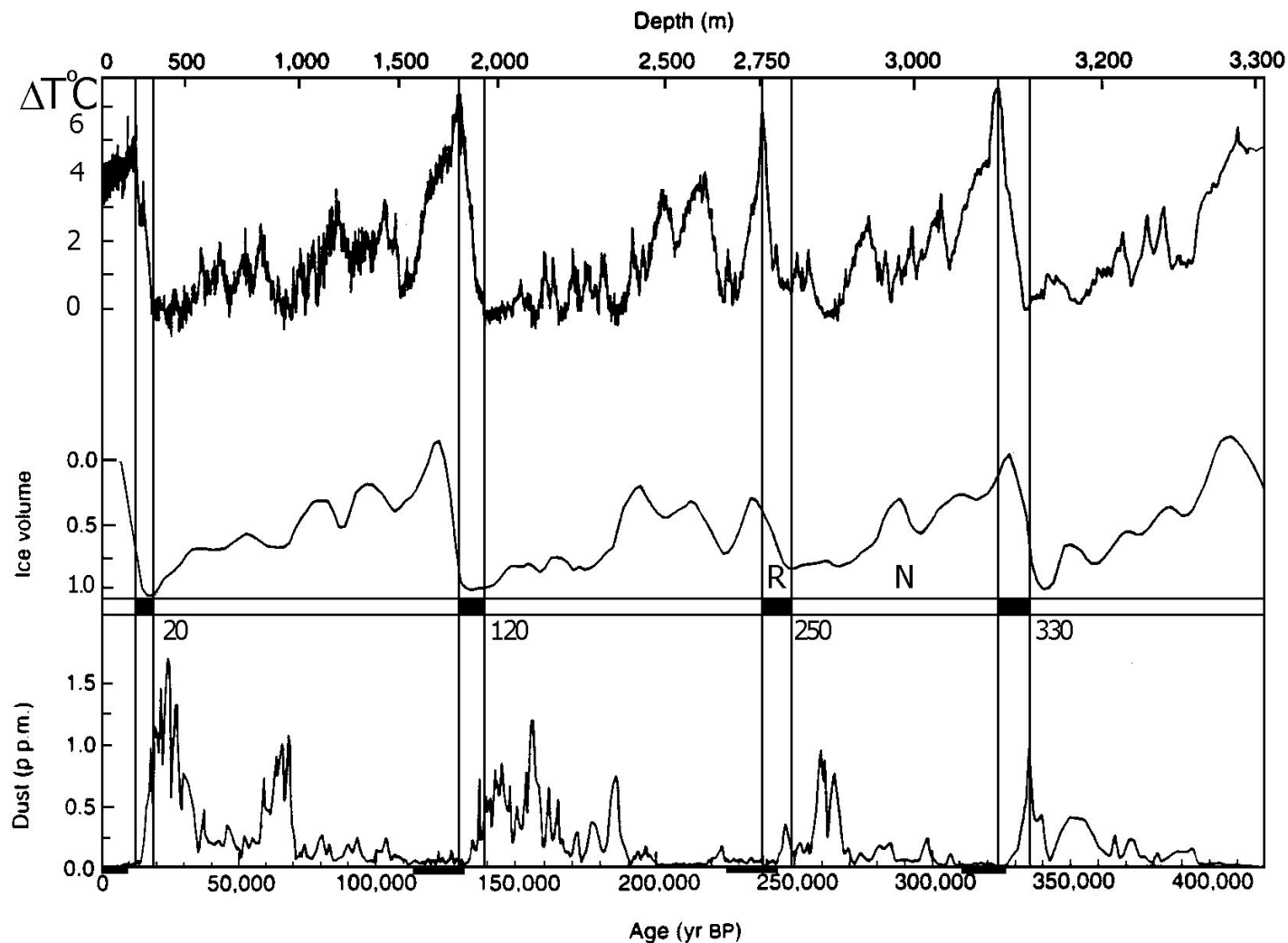


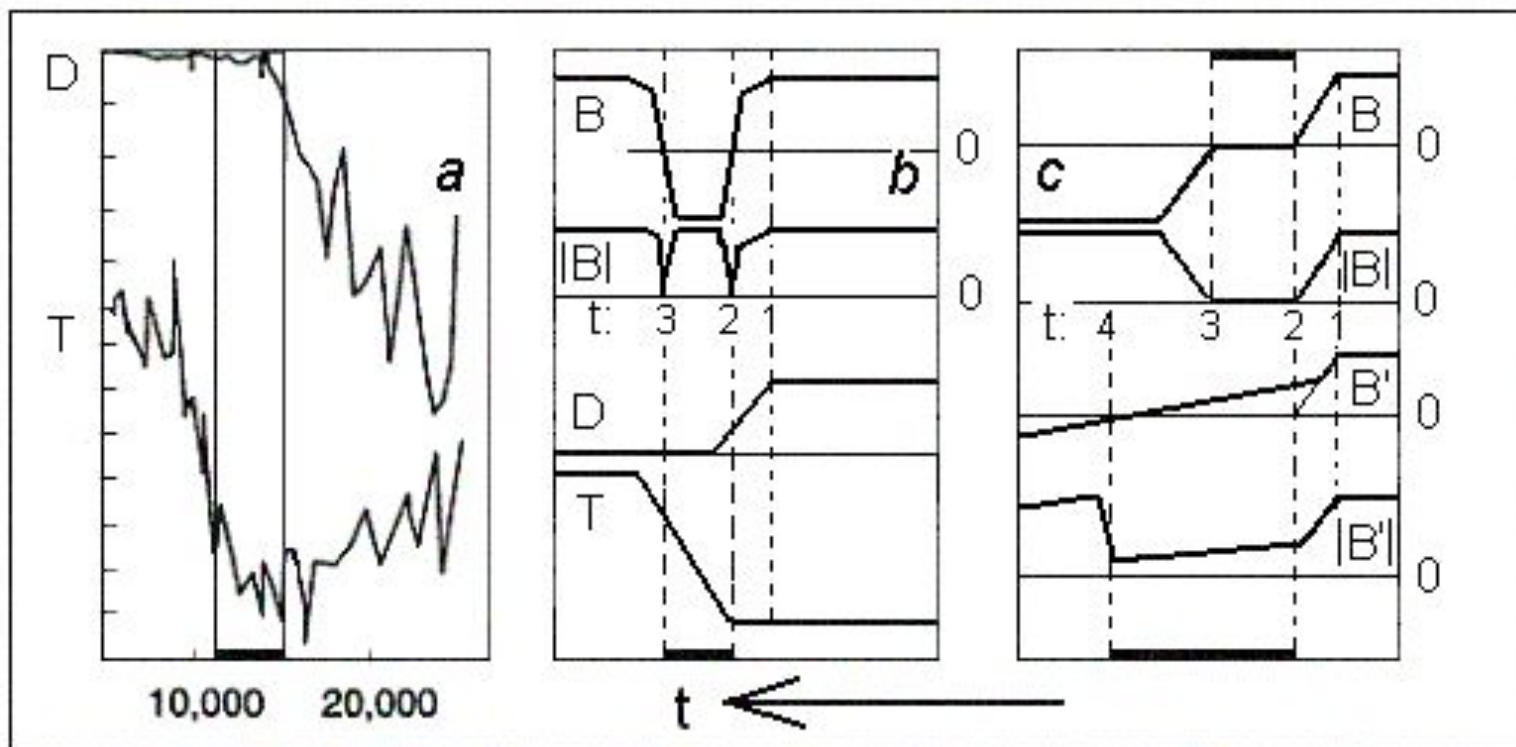
# Событие на границе миоцена и плиоцена (Мернер, 1986).

# Оледенения в геологической истории Земли (Салоп, 1982).



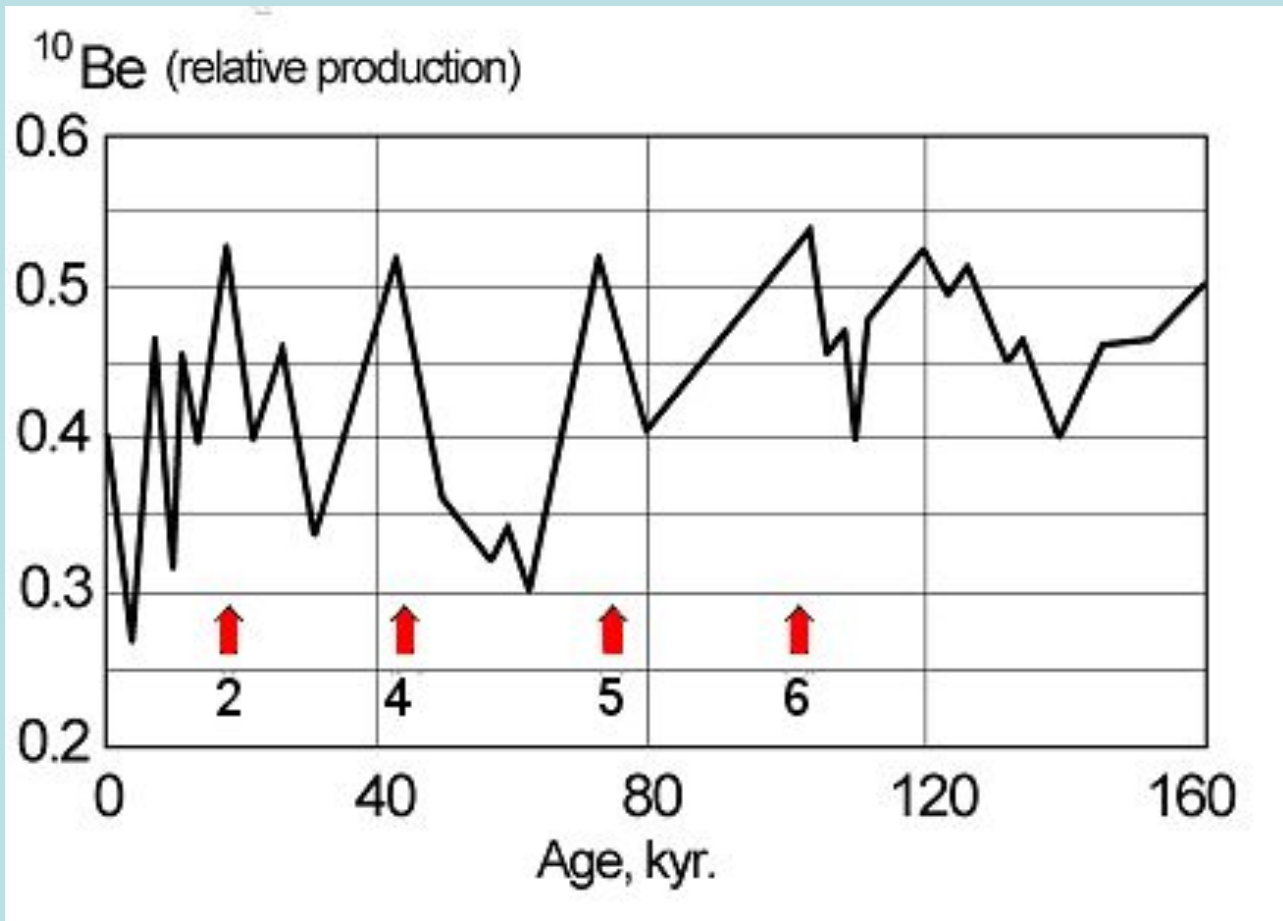
**Относительное изменение температуры поверхности Земли.  
Относительный объем льда на Земле. Концентрация пыли.  
Экскурсы: Gothenburg (20); Blake (120); Jamaica (250); Biwa – II (330).**





- a) Концентрация пыли  $D$  и температуры  $T$  в течение экскурса Gothenburg. :
- b) Изменение напряженности геомагнитного поля ( $B$ ) в момент экскурса, модуля поля  $|B|$ , концентрации пыли  $D$  и температуры поверхности Земли  $T$ . Время  $t_1$  – начало уменьшения напряженности;  $t_2$  – начало экскурса;  $t_3$  – окончание экскурса.
- c) Напряженность геомагнитного поля  $B$  в период инверсии, модуля поля  $|B|$  при отсутствии влияния ГМА, изменение напряженности  $B'$  и модуля  $|B'|$  в период инверсии, при наличии глобальной магнитной аномалии. Время  $t_1$  – начало уменьшения напряженности;  $t_2$  – начало инверсии;  $t_3$  – окончание инверсии (нет влияния ГМА);  $t_4$  – окончание инверсии (влияние ГМА).

Изменение концентрации изотопа  $^{10}\text{Be}$  в осадочных породах в течение последних 160 тыс. лет.





# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПАЛЕОАСТРОФИЗИКА

Г.Е.Кочаров, С-Пб университет

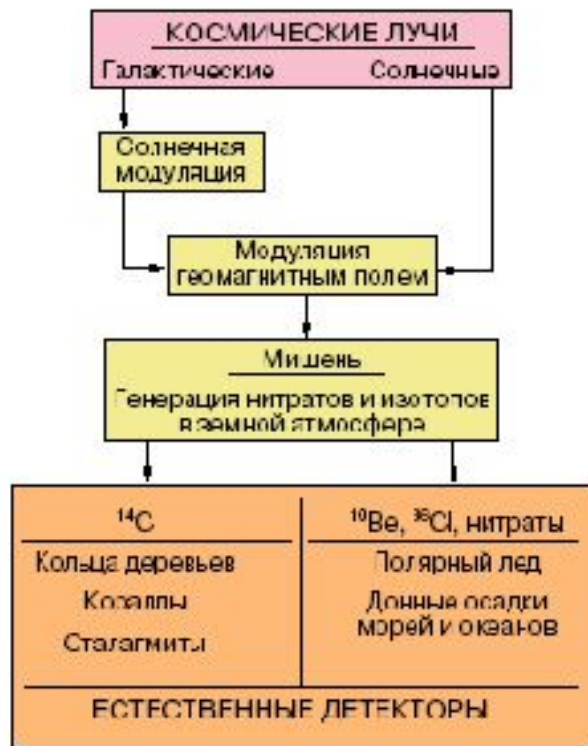


Рис. 1. Принцип работы естественных детекторов космических лучей.

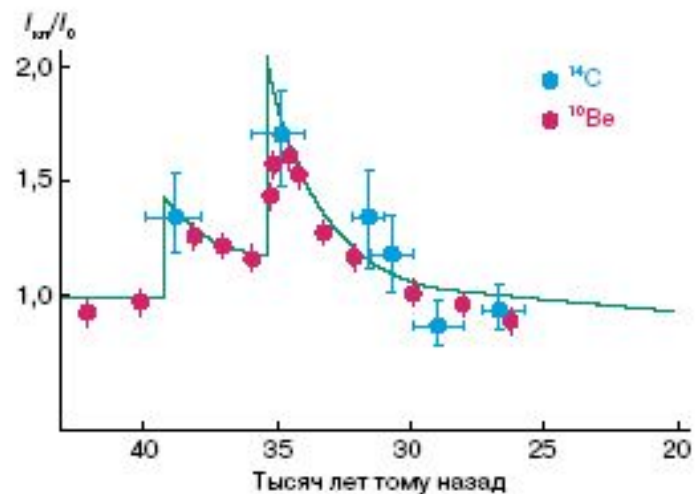
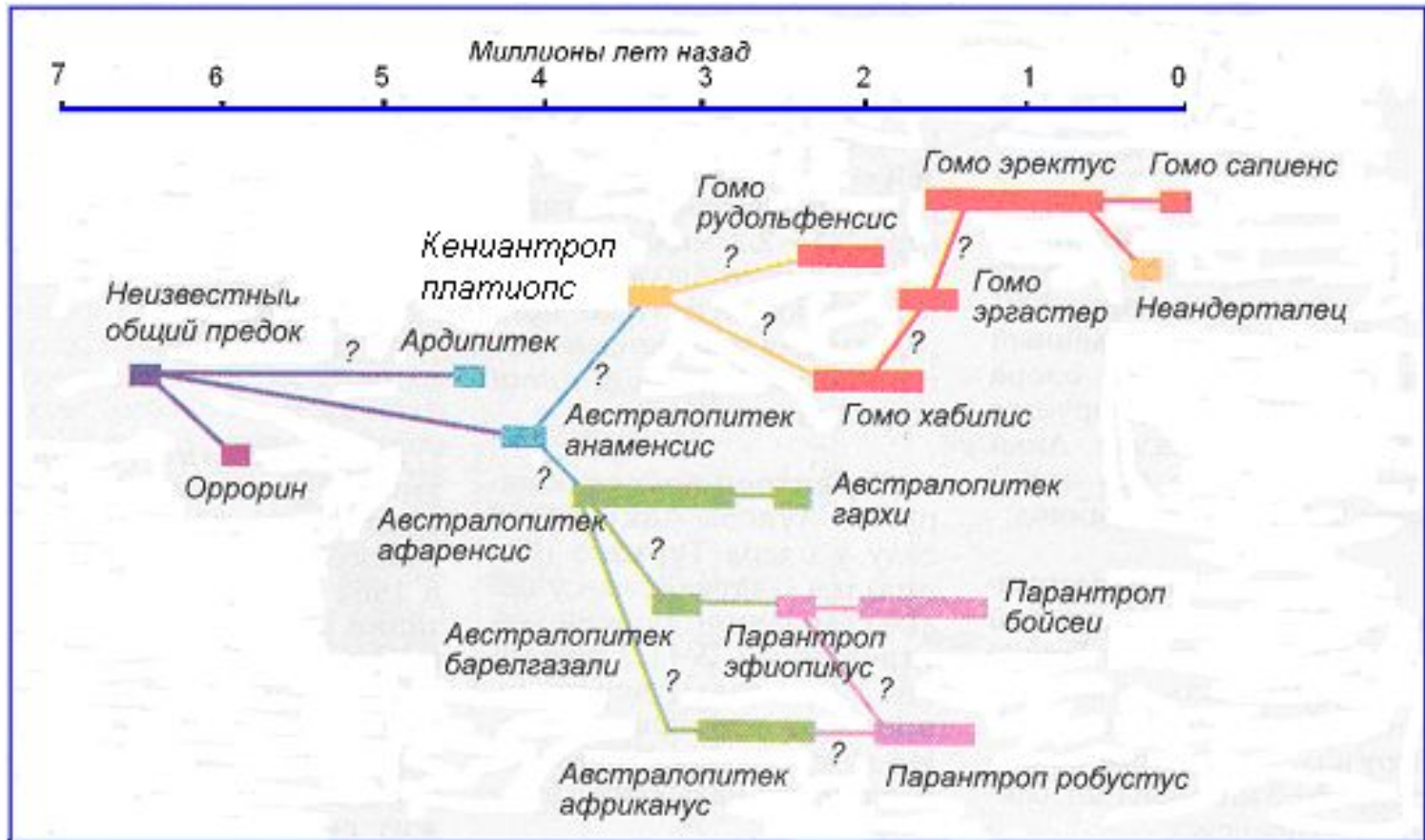


Рис. 5. Космогенный след взрыва Сверхновой звезды в атмосферном радиоуглероде и  $^{10}\text{Be}$ .  $I_{\text{кр}}/I_0$  – относительная интенсивность космических лучей.

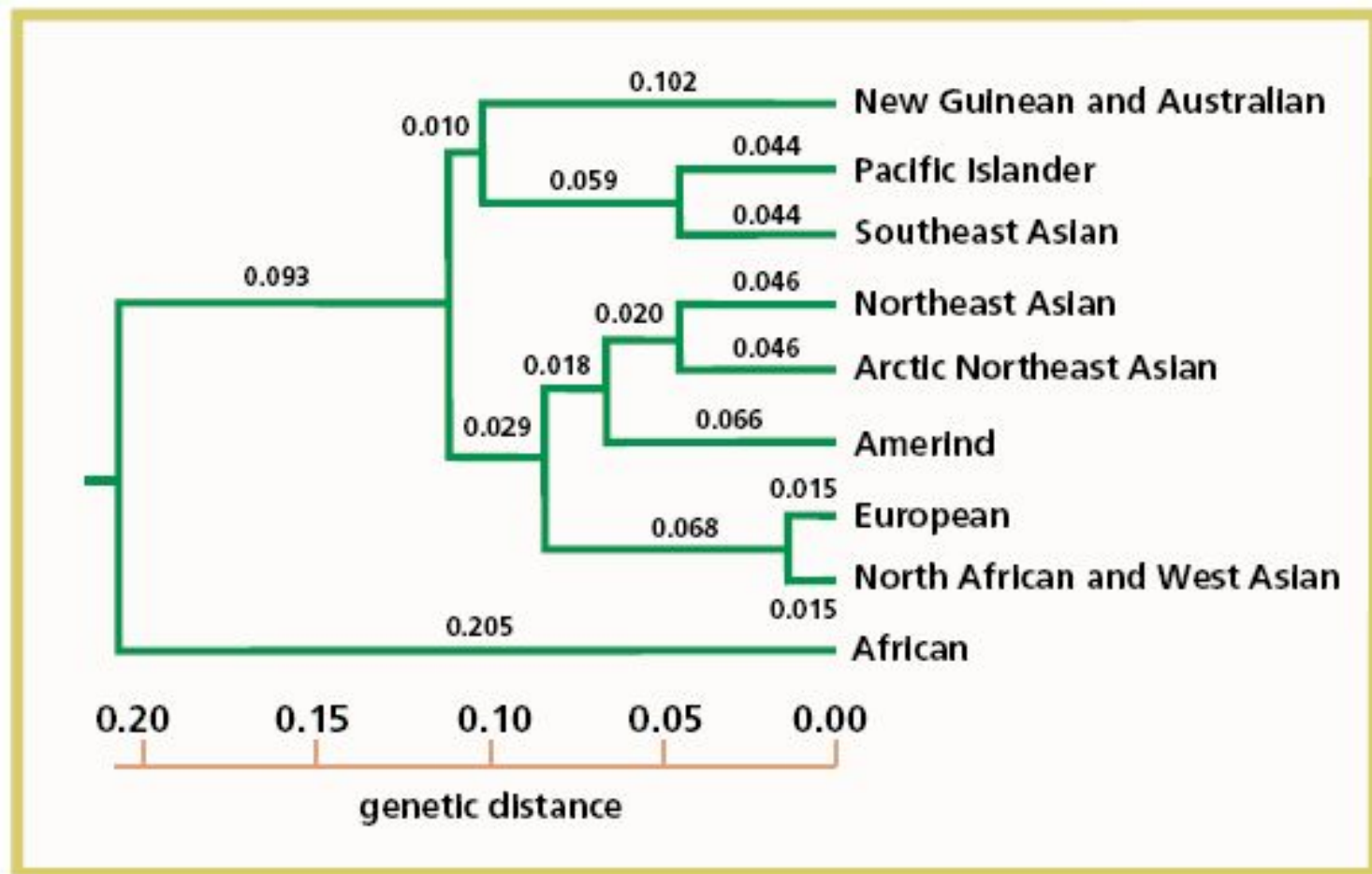
# Схема эволюции человека



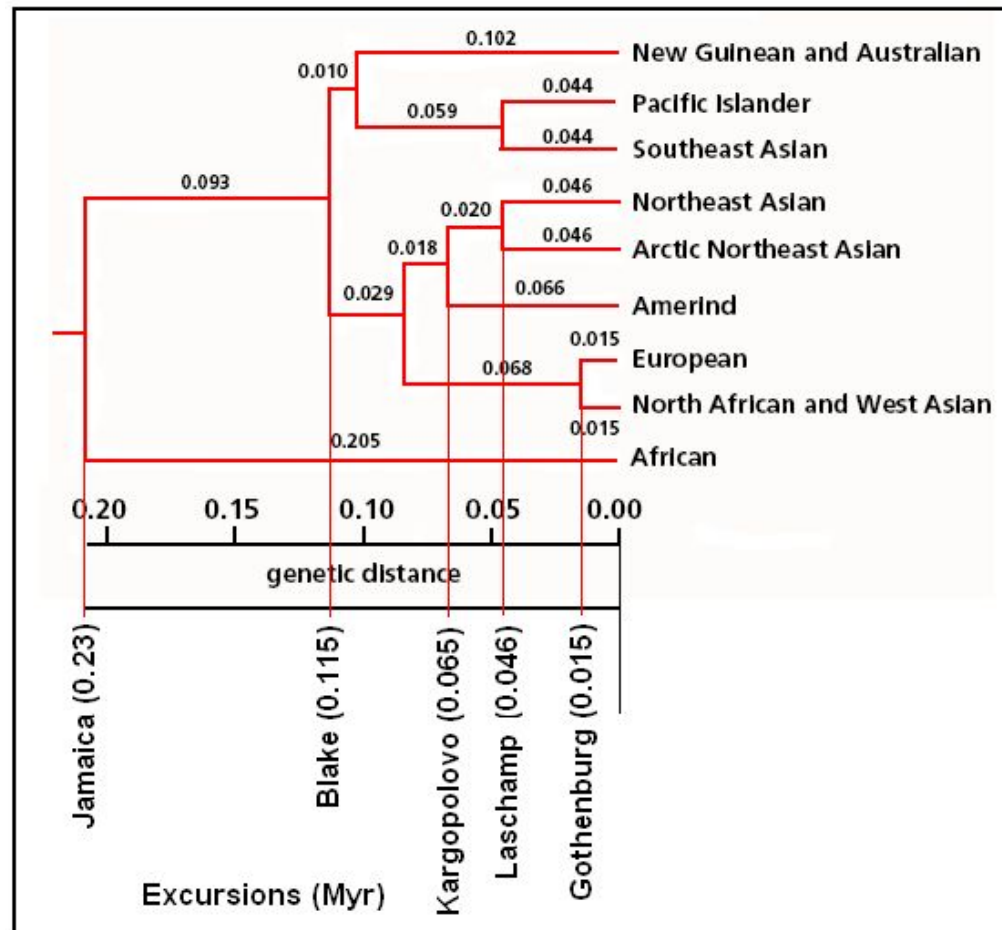
# Этапы эволюции человека, палеонтологическая и палеомагнитная шкалы.

0.015 – раса европейцев и североафриканцев	£,	- 0.012 Gothenburg
0.046 – раса жителей северной Азии	¥	- 0.045 Laschamp
0.1 - общий предок совр. человека (по Y-хромосоме)	¥	- 0.11 - 0.13 Blake
0.23 - общий предок совр. человека (по мт ДНК) ....	¥	- 0.23 - 0.25 Jamaica
0.5 – разделение генетических линий человека и Неандертальца	¥	- 0.47 - 0.55 Emperor
	¥	Big Lost
<u>2.1-2.2 - возникновение Homo erectus</u>	¥/F	- <u>2.1- 2.3 Reunion</u>
2.4 -2.8 – мутации	F	- 2.6 Matuyama-Gauss
2.6 +/-0,94 – Африканские слоны	F	boundary
<u>5 (4.5; 4.7; 4.9; 4.93; 5.2) – расхождение человека и шимпанзе</u>	F/€	- <u>5.0 Gilbert boundary</u>
6-7 – останки гоминид	€	- 6.0 - инверсия
7.2 – отделение линии гориллы	€	- 7.3 -
£ - Holocene; ¥ - Pleistocene; F - Pliocene; € - Miocene		

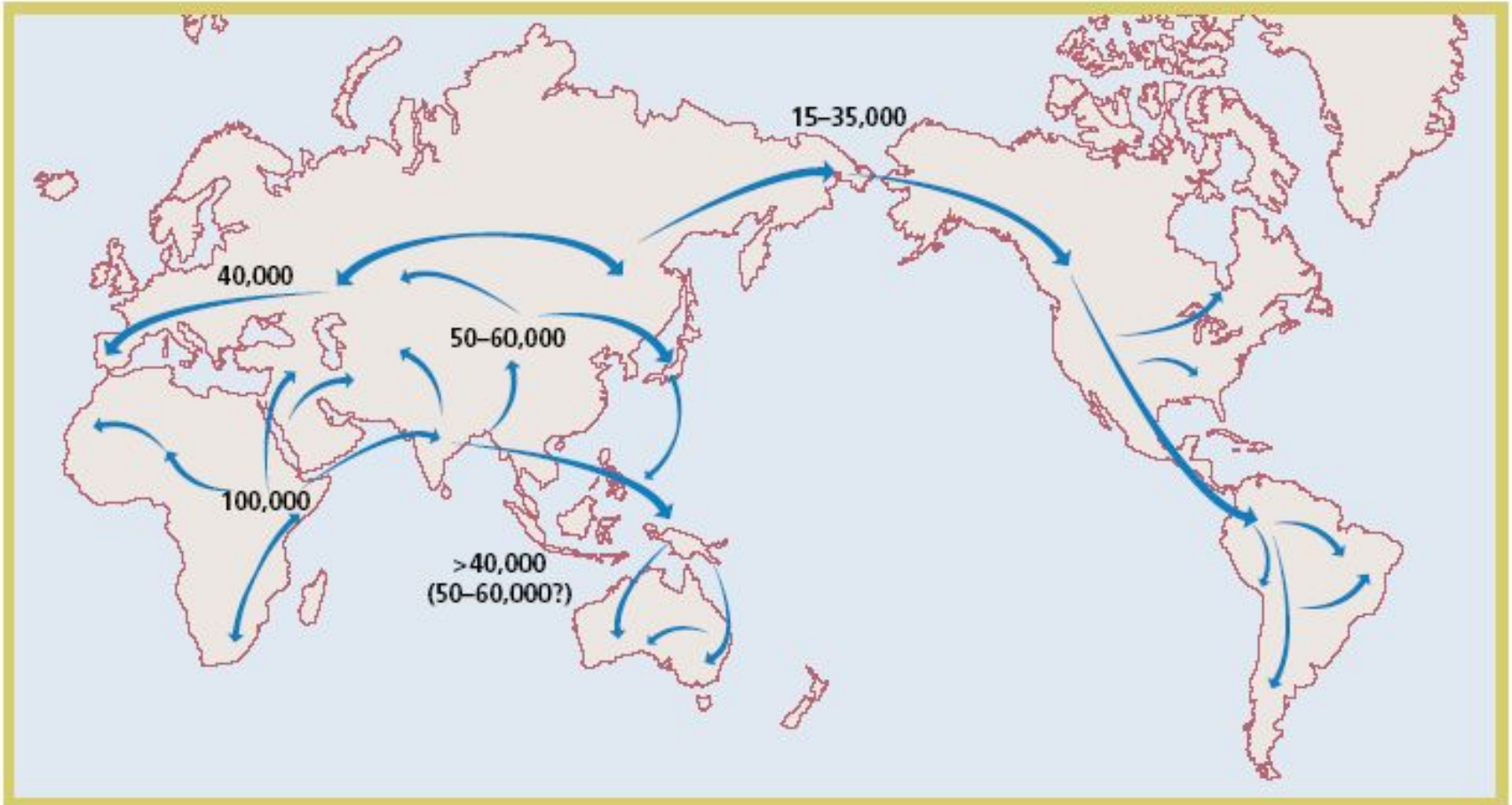
# Схема возникновения человеческих рас



# Схема возникновения человеческих рас и экскурсы

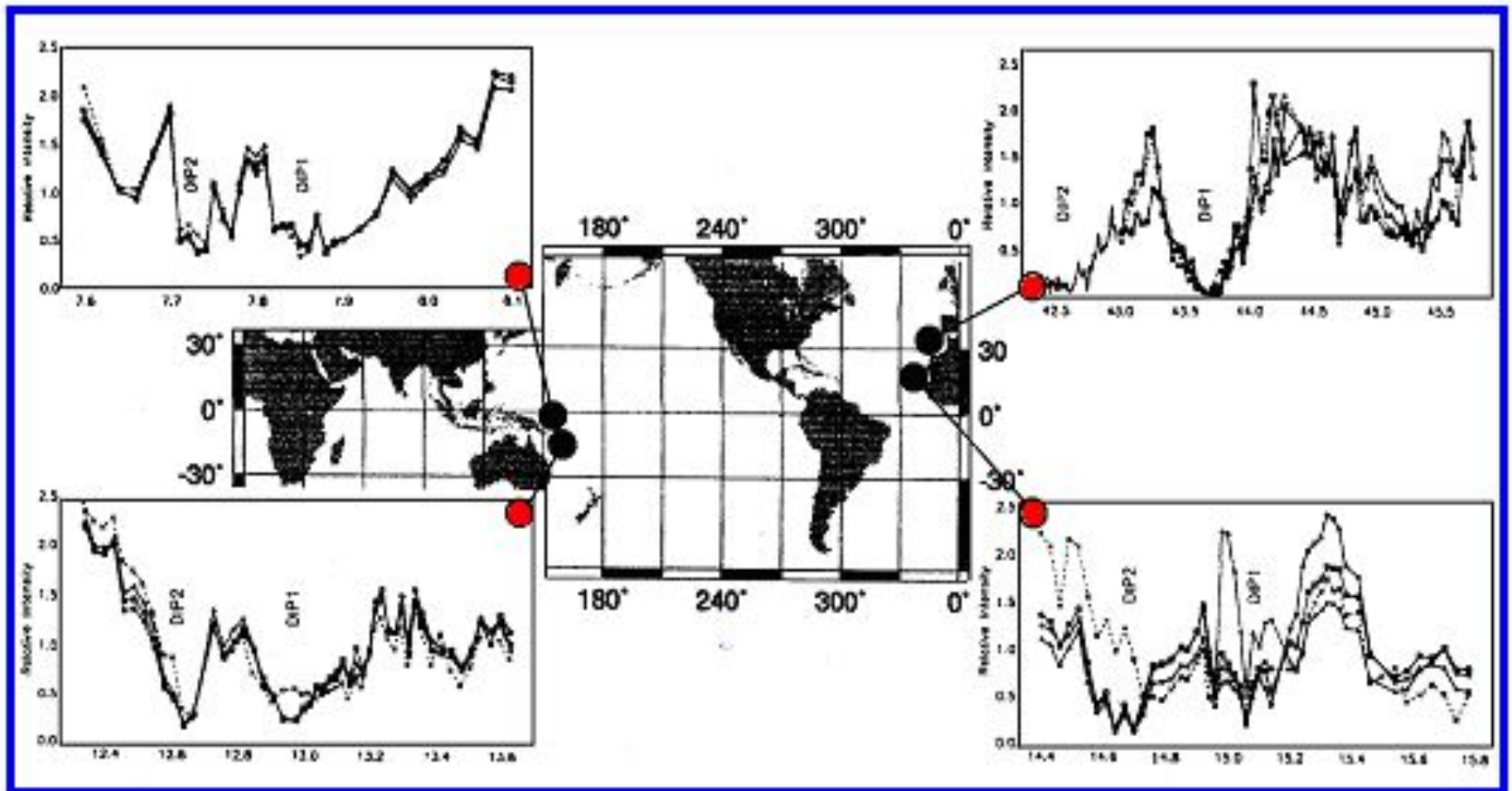


# Карта расселений (Cavalli-Sforza, Feldman, 2003).



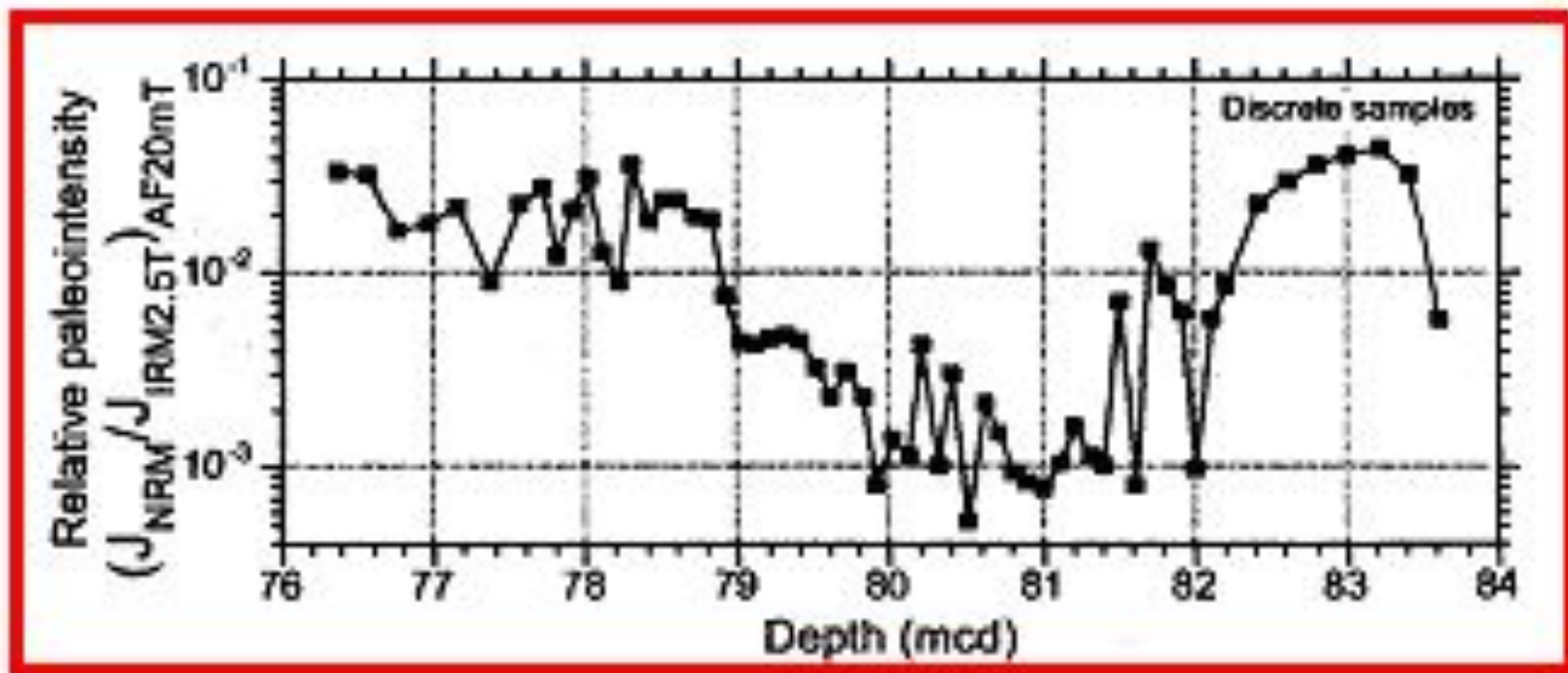
# ПОЧЕМУ АФРИКА?

Уменьшение интенсивности геомагнитного поля в период инверсии Брюнес-Матуяма (Hartl, Таухе, 1996).



# Изменение относительной палеоинтенсивности геомагнитного поля в период инверсии Брюнес-Матуяма

(Yamazaki, Oda, 2001).

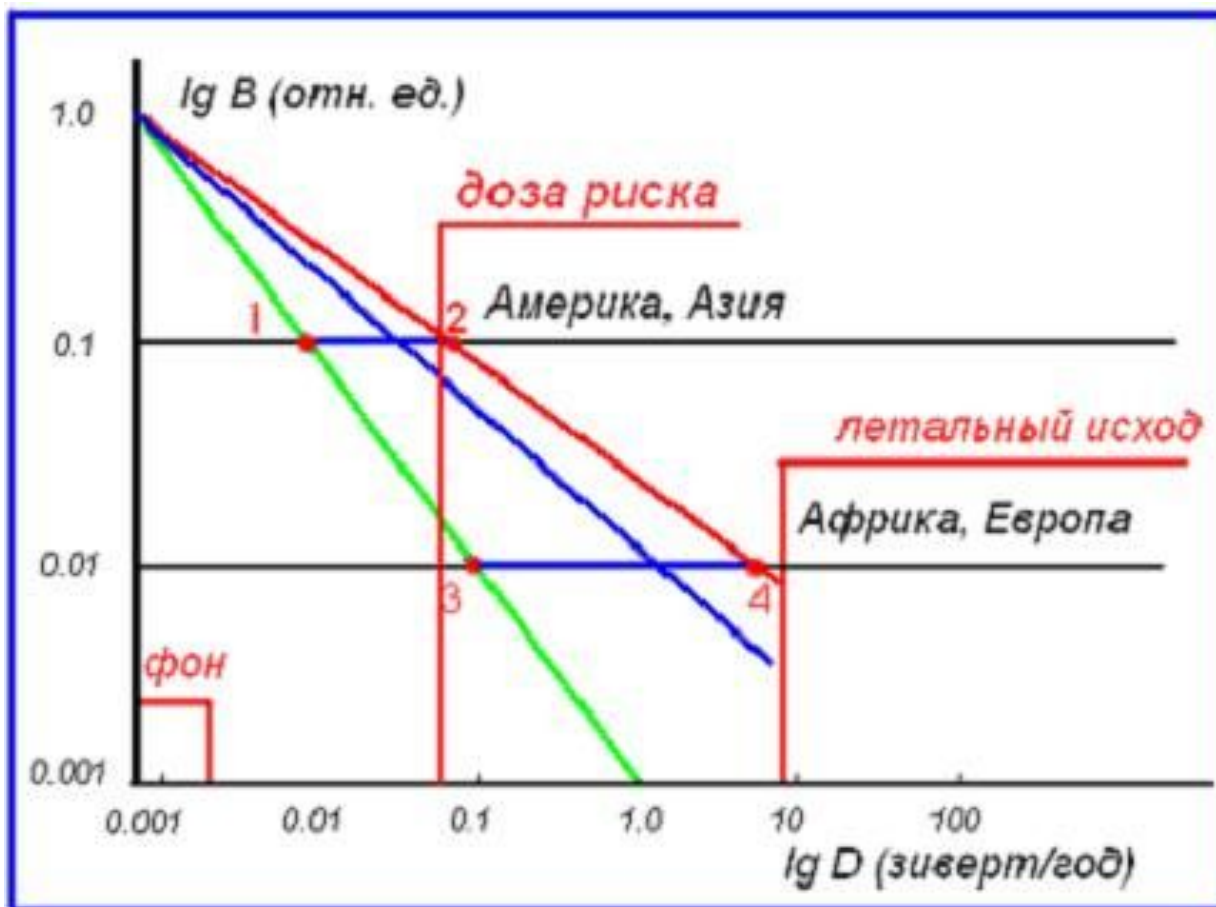




# Зависимость радиационной дозы ( $D$ ) от величины модуля геомагнитного поля ( $B$ ).

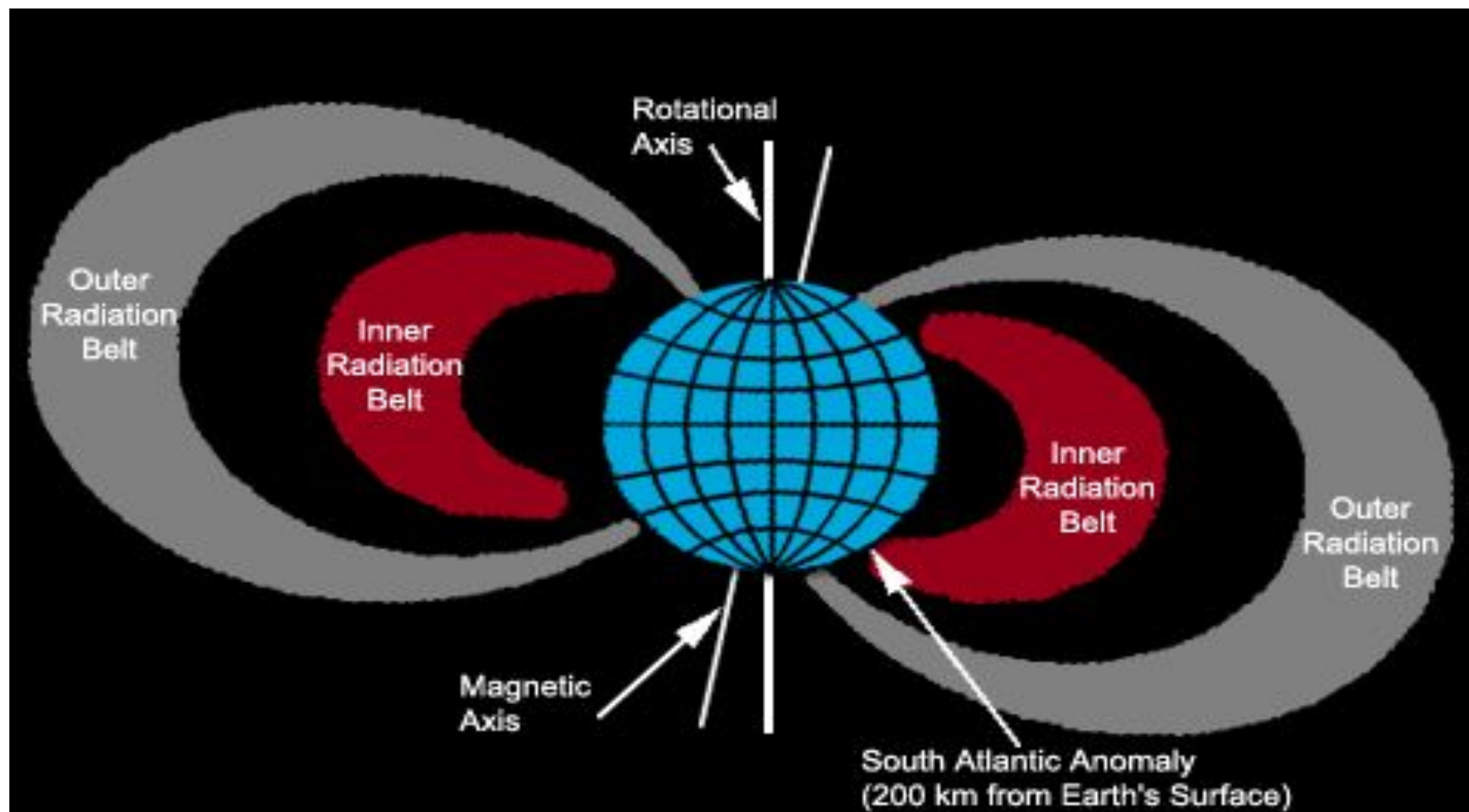
- $E = 300 ZBR$ , где:  $E$  – энергия частицы в МэВ,  $Z$  – заряд частицы,  $B$  – индукция магнитного поля в Тл,  $R$  – радиус кривизны траектории частицы в м,  $e$  – заряд электрона,  $v$  – скорость частицы,  $m$  – её масса.
- Число частиц потока КЛ  $N$ , обладающих энергией  $E$ :
- $N_{(E)} \sim E^{-d}$ , где  $1 < d < 2$ ,  $d$  – фрактальная размерность.
- Доза ионизирующего излучения:  $D = \underline{PLt}$  ( $P$ -плотность потока частиц,  $L$  -коэффициент передачи энергии,  $t$ - время действия ионизирующего излучения). Плотность потока:  $\underline{P} \sim N(E)$ , следовательно, и  $D \sim N(E)$ , а так как  $N_{(E)} \sim E^{-d}$ , где  $1 < d < 2$ , то и  $\underline{D} \sim B^{-d}$ .

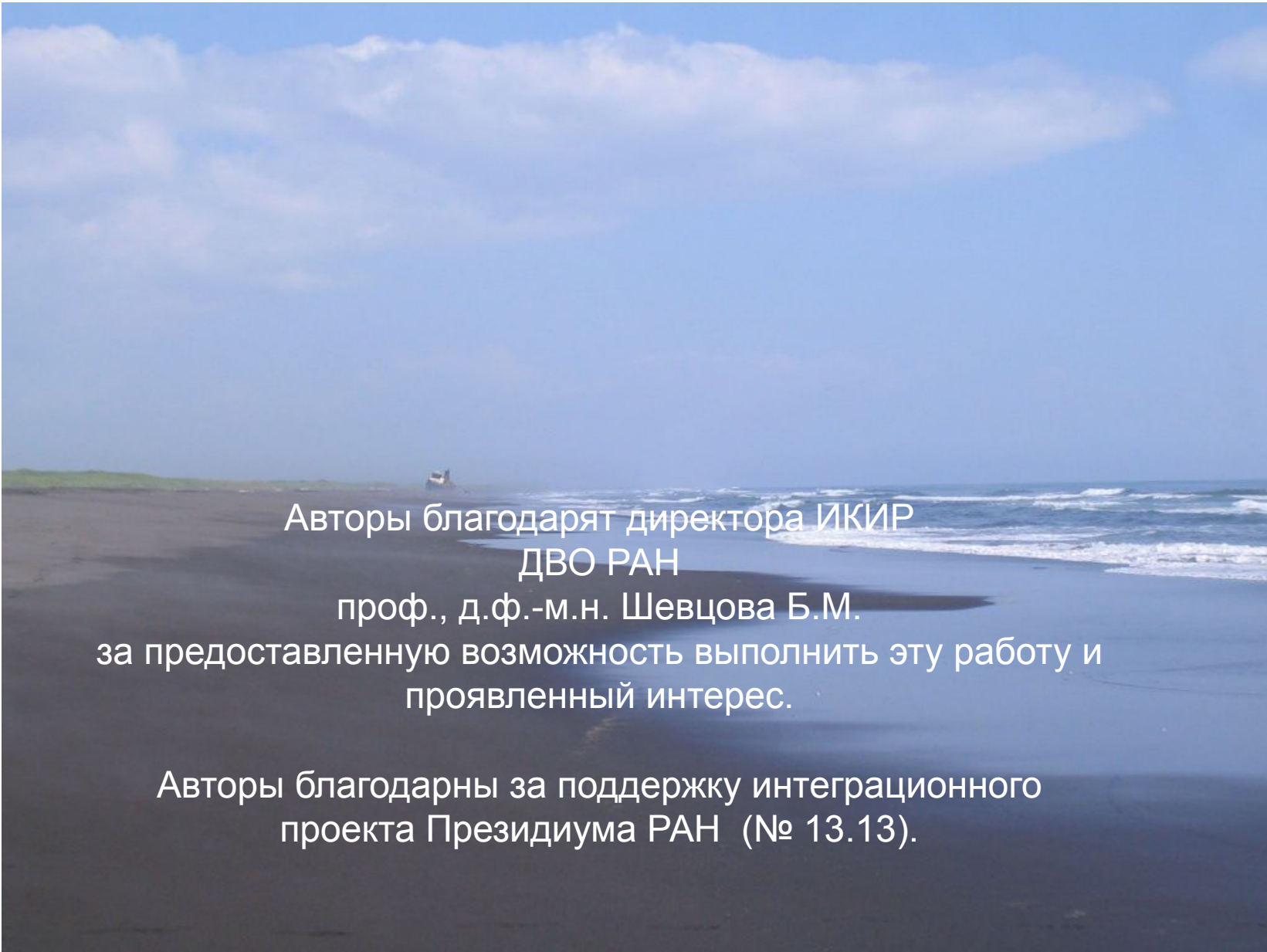
# Зависимость радиационной дозы (D) от величины модуля геомагнитного поля (B).



# **ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА КЛИМАТ И ЭВОЛЮЦИЮ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ**

- **Выводы:**
- **Обнаружена корреляция изменений климата и экскурсов геомагнитного поля (ЭГП). Предложена модель, объясняющая корреляции.**
- **Обнаружена корреляция между резкой сменой этапов эволюции человека и инверсиями (экскурсами) ГП.**
- **Предложена модель, объясняющая смену этапов эволюции человека повышением радиационного фона в периоды ЭГП и генетическими мутациями.**
- **Предложено объяснение вопроса, почему мутации происходили именно в Африке.**
- **Предпринята попытка объяснить разделения человечества на расы.**
- **Предложена модель, связывающая радиоактивную дозу с величиной модуля геомагнитного поля.**





Авторы благодарят директора ИКИР  
ДВО РАН  
проф., д.ф.-м.н. Шевцова Б.М.  
за предоставленную возможность выполнить эту работу и  
проявленный интерес.

Авторы благодарны за поддержку интеграционного  
проекта Президиума РАН (№ 13.13).